

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 кулака поворотного ходовой части автомобиля КамАЗ с разработкой конструкций газопламенного металлизатора»

Шифр ВКР.35.03.06.574.18.ПТН.00.00.00.113

Дипломник студент Гилязиев 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

« _____ » _____ 2018г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Гилязиеву И.И.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления кулака поворотного ходовой части автомобиля КамАЗ с разработкой конструкций газопламенного металлизатора»

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2018 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 принцип его работы.
2. Проект участка по восстановлению деталей ходовых частей.
1. Проектирование технологического процесса восстановления кулака поворотного ходовой части автомобиля КамАЗ
2. Конструкторская разработка
3. Техничко-экономическое обоснование конструкций

5. Перечень графических материалов

3. План участка
4. Ремонтный чертеж кулака
5. Технологическая карта на восстановление

6. Сборочный чертеж устройства
7. Детализовка устройства
6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ устройства и условий работы		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Гилязиева И.И. , выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления кулака поворотного ходовой части автомобиля КамАЗ с разработкой конструкций газопламенного металлизатора».

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

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

В первом разделе проводится анализ условий работы рабочих органов почвообрабатывающих машин. Приведены причины потери работоспособности. Во второй части приводится разработка технологического процесса восстановления детали. Проанализированы существующие способы восстановления лемехов, выбран рациональный способ восстановления лемеха, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление. В третьем разделе приведены мероприятия по разработке производственного процесса. В четвертом разделе разрабатывается конструкция комплекта оснастки для восстановления лемехов, которая состоит из поворотного стола для срезания изношенных частей лемехов и приспособления для фиксации при сварочно-наплавочных работах. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции.

Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции комплекта оснастки. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения конструкции комплекта оснастки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СТР

ВВЕДЕНИЕ

1. АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА.....

1.1. Устройство передней ходовой части автомобиля КамАЗ.....

1.2. Причины потери работоспособности поворотного кулака.....

1.3. Разработка технологического процесса разборки поворотного кулака.....

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА И ВОСТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ.....

2.1. Общая характеристика участка по восстановлению деталей.....

2.2. Расчет фондов времени.....

2.3. Расчет годового объема работ.....

2.4. Расчет численности производственных рабочих.....

2.5. Подбор технологического оборудования.....

2.6. Расчет производственной площади.....

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОСТАНОВЛЕНИЯ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА.....

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. Теническое нормирование работ по восстановлению детали.....

4.РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛИЗАТОРА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

4.1.Анализ известных металлизаторов для газопламенных напылений.....

4.2.Описание конструкций устройства

4.3.Принцип работы устройства.....

4.4.Расчет элементов устройства.....

4.4.1 Расчет резьбового соединения.....

4.4.2 Расчет гладко-цилиндрического соединения

4.6.Инструкция по безопасности труда при работе с приспособлением для газопламенного напыления

4.7 Физическая культура на производстве.....

4.8 Экономическое обоснование устройства.....

ВЫВОДЫ.....

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

ПРИЛОЖЕНИЕ.....

СПЕЦИФИКАЦИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время дорожно-строительные организации, сельское хозяйство и предприятия России характеризуются наличием большого парка автомобилей, тракторов, строительных и дорожных машин, применяемых для восстановления транспортных коммуникаций, строительства и выполнений сельскохозяйственных работ среди них грузовой транспорт имеет большое значение в общей транспортной системе на его долю приходится свыше $6/10$ всех грузовых перевозок и является наиболее массовым и удобным видом транспорта, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния.

В связи с сокращением производства, ограниченные запасы материалов и энергии не позволяют в достаточной мере развивать машиностроение и физическим старением грузовых машин возникла проблема высокоэффективного их использования, повысились требования к их эксплуатационной надежности, качеству технического обслуживания и ремонта, восстановлению изношенных деталей. Постоянная необеспеченность ремонтного производства запасными частями является серьезным фактором снижения технической готовности парка грузовых машин.

В процессе эксплуатации автомобиля его конструктивные элементы под влиянием сил трения и окружающей среды подвергаются физическому износу. Для поддержания автомобилей в работоспособном состоянии необходимо планомерное осуществление целого комплекса мероприятий, включающих в себя техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт с периодической заменой и восстановлением изношенных деталей и узлов.

Расширение производства запасных частей связано с увеличением материальных и больших трудовых затрат овеществленного труда, черных и цветных металлов, в том числе легированных сталей. Вместе с тем около 75%

выбраковываемых деталей грузовых машин, являются ремонтно-пригодными. Поэтому целесообразной альтернативой расширению производства запасных частей является вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта.

С позиции материалоемкости воспроизводства экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования после восстановления большинства деталей как годных, так и максимально изношенных. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых деталей. При восстановлении детали обрабатывают меньшее число поверхностей, что объясняет и меньшую трудоемкость обработки. Обоснованно технически и экономически, процесс восстановления обеспечивает получение детали со свойствами, близкими к свойствам новой детали или превосходящими их в 1.5 или в 2 раза по износостойкости.

Настоящей стратегией обеспечения работоспособности грузовых машин является восстановление деталей, выступающее как одно из приоритетных направлений ресурсосбережения. Использование новейших технологий приближает восстановленные детали по уровню их качества к новым и стирает грань между первичными и вторичными ресурсами, превращая их в альтернативные.

Значительного повышения ресурса восстанавливаемых деталей возможно достичь при рациональном использовании порошковых твердых сплавов. Одним из эффективных механизированных способов нанесения покрытий различной толщины порошковыми твердыми сплавами является газопламенная наплавка.

Поэтому для поддержания машинного парка в постоянной готовности необходимо расширять и совершенствовать эксплуатационную базу существующих ремонтных предприятий. На рассматриваемом ремонтном предприятии одним из выполняемых работ является выход из строя в результате интенсивного изнашивания кулака поворотного от автомобиля КамАЗ.

Целью дипломного проекта является разработка технологии и организация участка в сварочно-наплавочном цехе для восстановления деталей грузовой техники газопламенной наплавкой, а также выполнения различных работ по восстановлению различных изделий ходовых частей.

1. АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА

1.1. Устройство передней ходовой части автомобиля КамАЗ

Передняя ось КамАЗ в сборе со ступицами, колесами, тормозными механизмами и тягой рулевой трапеции показаны на рисунке 1. Балка передней оси с поворотными кулаками, рычагами рулевой трапеции в сборе показана на рисунке 2.

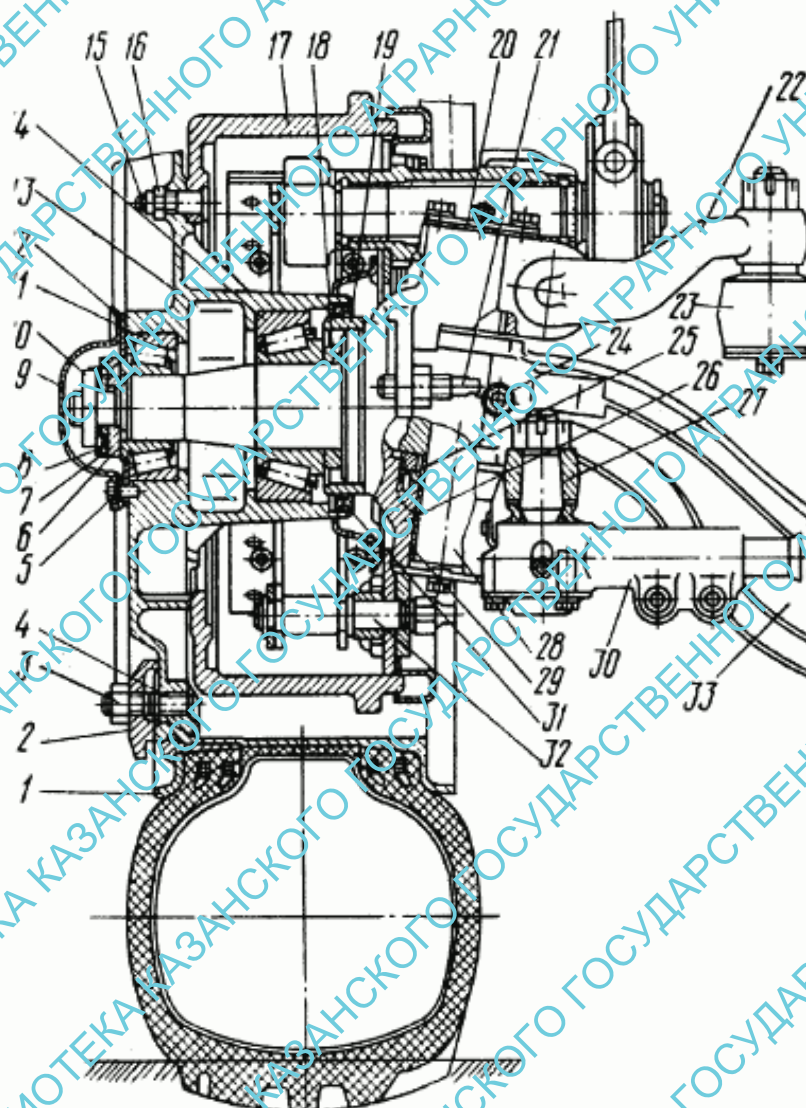


Рисунок 1. Передняя ось: 1 - колесо с шиной в сборе; 2 - прижим колеса; 3, 16 - гайки; 4 - шпилька; 5, 15 - болты; 6 - гайка подшипников; 7, 8 - шайбы, гайки и контргайки замковые; 9 - крышка ступицы; 10 - контргайка; 11, 14 - подшипники; 12 - прокладка; 13 - ступица; 17 - барабан тормозной; 18 - кольцо упорное; 19 - кольцо

манжеты; 20- крышка кулака; 21- упор поворотного кулака; 22 - рычаг поворотного кулака; 23 - тяга продольная рулевая; 24 - клин шкворня; 25 - подшипник опорный; 26 - кулак левый поворотный; 27 - рычаг поворотного кулака поперечной тяги; 28 - шкворень; 29 - втулка шкворня; 30 - тяга поперечная рулевая трапеции; 31 - манжета; 32 - механизм тормозной в сборе; 33 - балка переднего моста

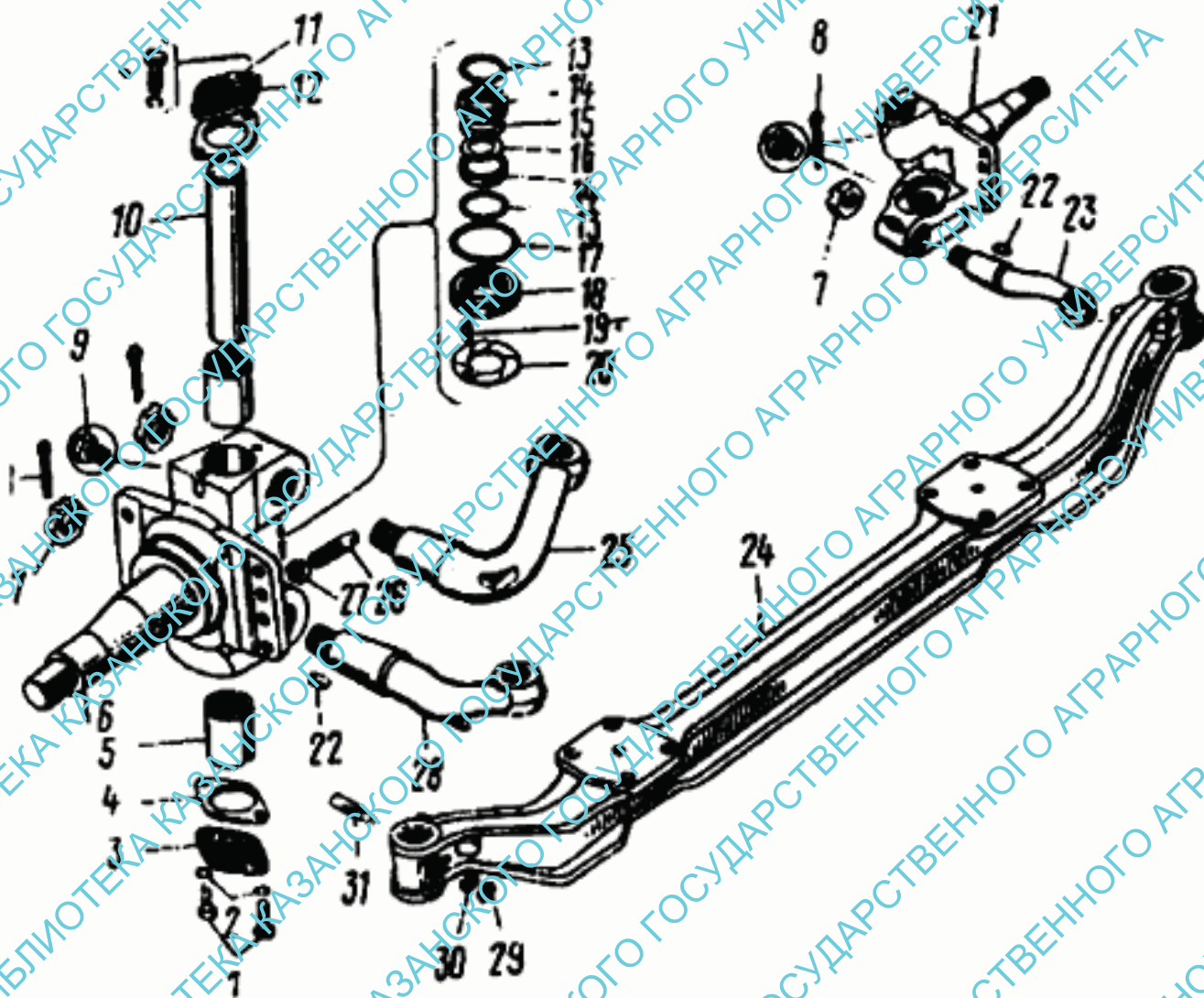


Рисунок 2. Передняя ось и поворотные кулаки: 1 - болт; 2, 30 - шайбы пружинные; 3 - крышка нижняя поворотного кулака; 4 - прокладка крышки; 5 - втулка шкворня; 6 - кулак левый поворотный переднего моста; 7, 27, 29 - гайки; 8 - шпилька разводящая; 9 - масленка; 10 - шкворень; 11 - клапан предохранительный; 12 - крышка верхняя поворотного кулака; 13 - кольцо уплотнительное; 14 - обойма сальника; 15 - шайба кулака; 16 - шайба регулировочная; 17 - полукольцо сальника; 18 - кольцо опорного подшипника; 19 - штифт; 20 - шайба опорного подшипника; 21 - кулак правый

поворотный; 22 - сегментная шпонка; 23 - рычаг правый поворотного кулака к тяге рулевой трапеции; 24 - балка переднего моста; 25 - рычаг поворотного кулака к тяге сошки рулевого механизма; 26 - упор поворотного кулака; 28 - рычаг левый поворотного кулака к тяге рулевой трапеции; 31 - клин шкворня

1.2.Причины потери работоспособности поворотного кулака

Главное предназначение поворотного кулака - принимать на себя и выдерживать усилия от ударов колес о неровности дороги и создание угла поворота для колес, при помощи которых осуществляется управление автомобилем. Изготавливается кулак из высокопрочной легированной стали 30Х или 40Х с соблюдением очень высокой точности геометрических размеров для установки сопрягаемых деталей. В поворотном кулаке делают выточку для подшипников ступицы, к которой крепится колесо автомобиля. Поворотную цапфу автомобиля КамАЗ выпускают из стали 40Х, НВ 241-285.

Дефекты на поворотном кулаке могут быть различного характера, в зависимости от того, от чего они вырабатываются. К примеру, дефект может возникнуть от действия силового трения, либо при усталости в области поверхностного металлического слоя. А также может возникнуть от нагрузок, которые превосходят вызывающий и расчетный сбой в жесткости, либо обоюдное расположение этих деталей в узле, либо сопряжении.

1.3.Разработка технологического процесса разборки поворотного кулака

Расшплинтовать палец штока тормозной камеры, снять шайбу и палец. Внутренний подшипник с помощью двух оправок снять кольцо манжеты с поворотного кулака. Снять осей колодок две чеки и шайба стяжную пружину. После чего снять тормозные колодки. Отвернуть гайку клина крепления шкворня, выбить клин с помощью молотка и медной оправки. Затем выпрессовать шкворень. снять поворотную цапфу

регулирующие прокладки и опорные шайбы и подшипника. Шкворень можно выпрессовать. Для снятия второго поворотного кулака произвести те же операции.

2.ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ДЛЯ РЕМОНТА И ВОСТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ

2.1. Общая характеристика участка по восстановлению деталей

Участок для ремонта и восстановления деталей ходовой части предназначен для восстановления и доведения до рабочего состояния деталей автомобилей и других сельскохозяйственных техник .

После осмотра и снятия детали с техники , его подвергают очистке и мойке. После этих операций переносят в участок восстановления , там разбирают деталь , проводят внешний осмотр выявляя места дефектов и записывая их.

Разобраные детали после мойки и дефектовки обезжиривают и защищают места не нуждающиеся в напылении завернув фольгой.

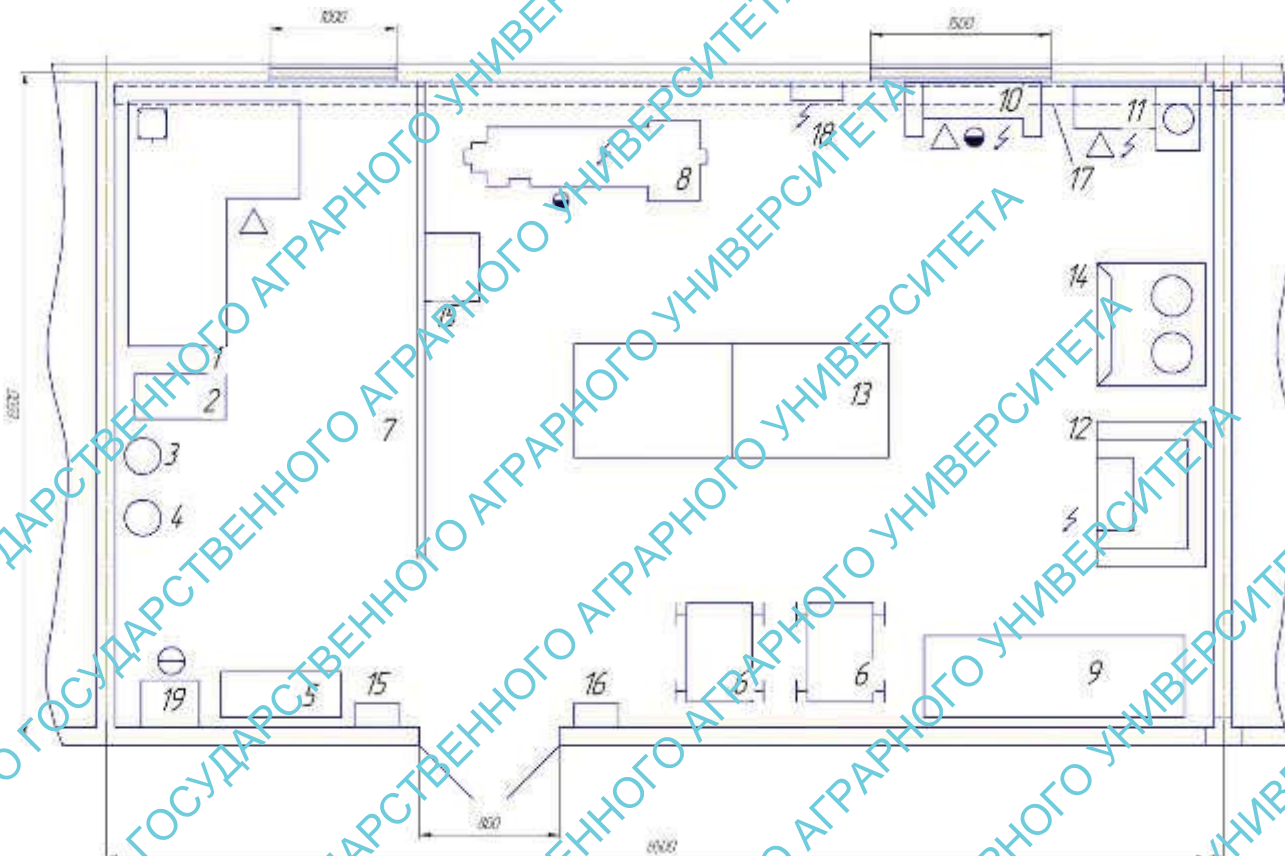
Последовательность операций может меняться в зависимости вида восстанавливаемой , материала из который сделана деталь, вида износа и других факторов. И поэтому объем и последовательность работы может выполняться разнообразными образами .

После напыления деталь подвергается токарному , а если необходимо шлифовальной операций.

Отремонтированные детали после восстановления подвергаются измерениям , проводят испытаний . После собирают деталь наносят защитные смазки на основе графита или масло , и несут в склад.

В участке по восстановлению деталей проводят в одну смену с использованием новых технологий и средств обеспечивающих работникам удобство работы.

Площадь восстанавливающего участка определяется по площади занимаемой оборудованием , которое фактически занимает всю его площадь.



1 - Стол для работы; 2 - Газовое сварочное оборудование; 3 - Балон с кислородом; 4 - Балон с ацетиленом; 5 - Шкаф; 6 - Тележка передвижная; 7 - Перегородка защитная; 8 - Станок токарный; 9 - Стеллаж для приготовления порошков; 10 - Станок копировально-шлифовальный; 11 - Пресс; 12 - Печь муфельная; 13 - Стол для контроля; 14 - Стойка для контроля; 15 - Средства пожаротушения; 16 - Аптечка; 17 - Вытяжка; 18 - Рубильник; 19 - раковина с водой.

Рисунок 2.1 - Примерная планировка восстанавливающего участка.

2.2. Расчет фондов времени

Общий фонд времени рассчитывается по формуле (2.1):

$$r_O = \frac{\Phi_D}{N_K}, \quad (2.1)$$

где, Φ_D – действительный годовой фонд времени работы рабочих;

N_K – годовая производительная программа.

$$r_o = \frac{1863,37}{1000} = 1,86.$$

Годовая программа предприятия по ремонту поворотных кулаков составляет 1000 шт.

2.3. Расчет годового объема работ

Общий такт ремонта рассчитывается по формуле (2.2):

$$r_o = \frac{\Phi_D}{N_K}, \quad (2.2)$$

где, Φ_D – действительный годовой фонд времени работы рабочих;

N_K – Годовая производительная программа.

$$r_o = \frac{1863,37}{1000} = 1,86.$$

Годовая программа предприятия по ремонту распределительных валов авто-двигателей составляет 1000 шт.

Таблица 2.1

Годовая программа предприятия

Наименование операции	Норма времени		Годовая трудоемкость	Расчет количества рабочих	
	мин	час		расчетное	принятое
1. Токарная обработка	5	0,08	640	0,3	3
2. Напыление	22	0,3	2400	1,2	

3. Правка	3	0,05	400	0,03	
4. Шлифование	9	0,15	120	0,06	
5. Контрольная проверка	2	0,03	240	0,12	
ИТОГО		0,61	3800	1,71	3

2.4. Расчет численности производственных рабочих

Расчет количества рабочих определяется по формуле (2.3):

$$P_C = \frac{T_T}{\Phi_D \cdot K}, \quad (2.3)$$

где: P_C – списочное число рабочих;

T_T – годовая трудоемкость по напылению;

K – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки $K = 1,05 \dots 1,15$.

Для на:

$$P_C = \frac{2400}{1863,37 \cdot 1,05} = 1,2.$$

Для токарной обработки:

$$P_C = \frac{640}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,3.$$

Для шлифовки:

$$P_C = \frac{120}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,06.$$

Для контроля:

$$P_c = \frac{240}{1863,37 \cdot 1,05} = 0,12.$$

2.5.Подбор технологического оборудования

Расчет количества основного оборудования

Таблица 2.2-Технологическая оснастка и оборудование

п / п	Наименование оборудования или другой оснастки	Количество	Марки, тип, модель, ГОСТ	Габаритные размеры, мм	Общая площадь, занятая оборудованием, м ²
	Станок токарный	1	ИЖ-250	1580 × 1065	2,82
	Стол для работы	1		1880 × 1205	2,85
	Пресс гидравлический	1	ОКС167Ш	1500 × 640	0,96
	Копировально-шлифовальный станок	1	ЗА433	725 × 530	0,38
	Стол для контроля	1	ОРГ-1468-01,09А	1200 × 400	0,86
	Шкаф для инструмента	1	ОРГ-1468-0,7-040	860 × 360	0,31
	Муфельная печь	1	Н-30	610 × 645	0,39
	Тележка для поворотных кулаков, требующих восстановления	1		740 × 520	0,38

	Тележка для восстановленных кулаков,	1		740 × 520	0,38
0	Стойка для баллонов	1		460 × 580	0,26
1	Стеллаж для приготовления порошка	1		1200 × 800	0,96

2.6. Расчет производственной площади

Расчет площадей производственной мастерской производим по формуле (2.4):

$$F_{уч} = \sum F_O \cdot K_{П}, \quad (2.4)$$

где: F_O – суммарная площадь, занимаемая оборудованием, м²;

$K_{П}$ – переходной коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проходы и проезды на соответствующих участках. Определяется по таблице. Для наплавочного участка $K_{П} = 4,5 \dots 5,5$. Принимается $K_{П} = 5$.

Площадь, занимаемую оборудованием, определяем из суммы площадей каждого оборудования:

$$\sum F_O = 2,82 + 2,85 + 0,96 + 0,38 + 0,86 + 0,31 + 0,39 + 0,38 + 0,38 + 0,26 + 0,96 = 10,55 \text{ м}^2.$$

$$F_{уч} = 10,55 \cdot 5 = 52,75 \text{ м}^2.$$

3.РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОСТАНОВЛЕНИЯ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА

3.1.Разработка технологического процесса дефектации

Анализ технического состояния изношенного поворотного кулака

Карта дефектации кулака поворотного

Таблица 3.1

№ но каталогу	НАИМЕНОВАНИЕ	МАТЕРИАЛ	ТВЕРДОСТЬ
5320-3001012	Кулак поворотный правый в сборе	Сталь 45Х	НВ 269— 321
5320-3001013	Кулак поворотный левый		
5320-3103050	Кольцо манжеты	Сталь 45	HRC 56— 62
5320-3001016	Втулка	БрОЦ4- 2.5	

Таблица 3.2.

№ дефекта	Обозначение	Возможный дефект	Размеры, мм		Способ ремонта
			Номиналь- ный	Предельно допустимый без ремонта	

1		Трещины или обломи па кулаке			Браковать
2	Б	Трещины или обломи па кулаке	Конусность 1:8 малый Ø39		Ремонтны й размер в
			Смещение торца калибра относительно поверхности В:		паре с
					рычагом кулака
3	Г	Износ отверстий втулок под шкворень	Ø45 ^{+0,060} +0,025	45,06	Заменить втулки
4	Д	Износ шеек под подшипники: наружный	Ø50 ^{+0,025} +0,041	49,93	1.Накатаб
	Е	внутренний	Ø65 ^{+0,030} +0,049	62,92	2.Осталив ать
5	Ж	Износ или задиры на рабочей поверхности кольца манжеты	Ø130 _{-0,08}	129,7	1. Обработать до выведения дефекта
6	З	Износ шпоночного паза	Размер М:		2. Заменить кольцо
			8 ^{+0,075} +0,020	8,12	Обработка ть под ремонтный размер
7	И	Ослабление посадки штифта			Заменить штифт
8	Л	Срыв или износ резьбы М8-6Н		Не более 2- х ниток	1.Установ ить резьбовую вставку
	Н	М39х1,5-6g		Не более 2- х ниток	2. Нарезать резьбу М9-6Н
					Наплавить

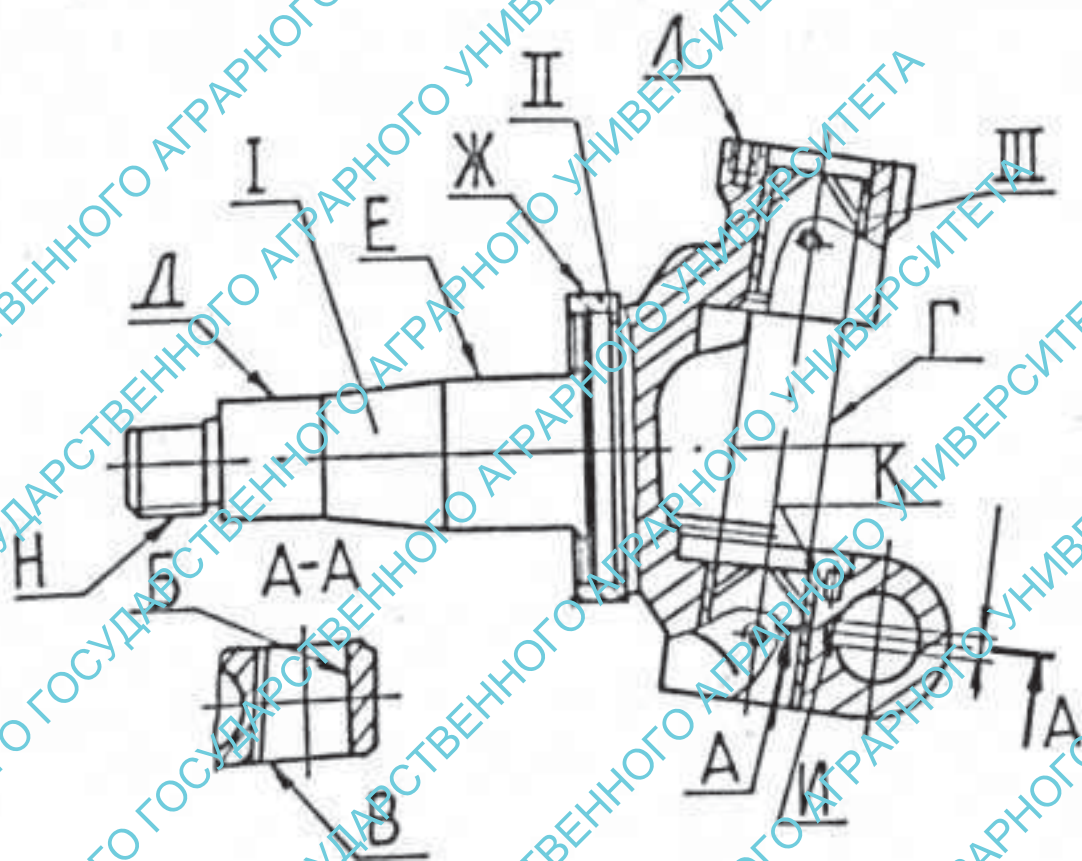


Рисунок 3.4.- Дефекты поворотного кулака.

Если резьба М39х1,5-6g изношена или сорвана, восстановление детали начинают с наплавки поверхности Н. Наплавка производится проволокой Св-30ХГСА в среде углекислого газа. После наплавки детали подвергают высокому отпуску при 650°C в течение 2 часов. Далее поверхность Н протачивают и нарезают резьбу М39*1,5—6g. Затем фрезеруют лыску под замковую шайбу, а резьбу калибруют гайкой М39х1,5.

Основными дефектами поворотных кулаков являются износы шеек под наружный и внутренний подшипники. Наиболее эффективный способ восстановления шеек — накатка. При накатке удастся сохранить взаимозаменяемость деталей, повысить их выносливость.

Используют два способа накатки : одно, двух или трехроликовыми накатками, формирующим винтообразную канавку поперек образующей цилиндра, и рефлеными накатками, формирующими впадины вдоль (или под небольшим углом)

к образующей цилиндра. При первом способе накатки ролики, изготовленные из стали ШХ15, имеют коническую рабочую поверхность с углом при вершине 60° и радиусом закругления 0,3—0,5 мм, осевая подача составляет 3—5 мм. Двух или трехроликовые накатки позволяют снизить нагрузку на суппорт станка, однако положение второго и третьего ролика необходимо отрегулировать так, чтобы их след попадал в канавку от первого ролика.

Рифленые накатки более производительны, однако требуют больших усилий на инструмент (до 5 тонн). Накатка выполняется за несколько оборотов, поэтому шаг между выступами накатки должен быть подобран так, чтобы вершины выступов попадали в след, полученный при первом проходе.

После накатки обработанную поверхность выглаживают твердосплавными резцами с отрицательным углом резания или шлифуют до номинального размера (см. карту дефектации)

Удовлетворительные результаты достигаются при восстановлении поверхностей Д и Е осталиванием. Применяют режимы твердого осталивания, плотность тока 40 а/дм², температура электролита 60°C . Восстановленные поверхности шлифуют

Во всех случаях шлифования не допускается подрезание галтели у шейки Е.

Изношенный шпоночный паз И обрабатывают под категорийный ремонтный размер $8^{+0.075}_{+0.02}$,

на сопрягаемой детали (рычаге поворотного кулака) шпоночный паз должен быть того же ремонтного размера. Соответственно шпонка изготавливается толщиной 8,5 ± 0,03 мм.

Износ конусного отверстия Б под рычаг поворотного кулака является редким дефектом. При заводском ремонте для сохранения взаимозаменяемости деталь с этим дефектом бракуют. В условиях мелкосерийного производства можно восстановить пару кулак поворотный — рычаг поворотного кулака путем наращивания конической поверхности рычага осталиванием. Далее рычаг обрабатывают по месту, выдерживая смещение внешнего торца конической части рычага относительно поверхности В в пределах $\pm 0,3$ мм. Эту пару (кулак и рычаг кулака) затем связывают проволокой и поставляют на сборку в комплекте.

При износе втулки III ее заменяют. Втулка может быть восстановлена осталиванием по наружному диаметру до размера 48,4 мм. Далее втулки калибруют через отверстие $\varnothing 48,17_{-0,05}^{+0,05}$ мм, запрессовывают в поворотный кулак и разворачивают раз-

верткой с направляющими до $\varnothing 45_{+0,025}^{+0,060}$, выдерживая соосность верхней и нижней втулок.

3.2. Выбор рационального способа восстановления

При восстановлении деталей определенного наименования необходимо выбрать способ устранения каждого из имеющихся на ней дефектов, а затем, руководствуясь приведённой последовательностью устранения дефектов, проектировать технологический процесс ремонта детали.

Для повышения долговечности восстановленных деталей большое значение имеют научно обоснованные способы и технологические процессы их восстановления. Решение этих вопросов имеет огромное народнохозяйственное значение, особенно в связи с развитием восстановления деталей на специализированных предприятиях. Выбор оптимального способа является одним из основных вопросов при разработке технологических процессов восстановления изношенных конструкций и деталей.

Большой вклад в изучение и развитие теоретических основ выбора рационального способа восстановления изношенных деталей автомобилей, тракторов, строительной, дорожной и сельскохозяйственной техники внесли Батищев А.Н., Конкин М.Ю., Черноиванов В.И. и другие отечественные ученые.

Анализ литературных источников показали, что в настоящее время оценка способов восстановления деталей производится по трем критериям:

- технологическому (критерий применимости)
- техническому (критерий долговечности)
- технико-экономическому.

По технологическому критерию выбор способов производят на основании возможностей их применения для устранения конкретного дефекта заданной детали с учетом величины и характера износа, материала детали и ее конструктивных особенностей. По этому критерию назначают все возможные способы, которые в принципе могут быть использованы для устранения конкретного дефекта.

По техническому критерию оценивают технические возможности детали, восстановленной каждым из намеченных по технологическому критерию способом, т.е. этот критерий оценивает эксплуатационные свойства детали в зависимости от способа восстановления. Оценка производится по таким основным показателям как:

- сцепляемости
- износостойкости
- усталостной прочности
- микротвердости
- долговечности.

В таблице 3.3 представлены примерные значения коэффициентов износостойкости, выносливости и сцепляемости, определенные по результатам исследований для наиболее распространенных методов восстановления.

Таблица 3.3.

Коэффициенты износостойкости, выносливости, сцепляемости.

Способы восстановления	Значения коэффициентов		
	Износостойкости (K_I)	Выносливости (K_B)	Сцепляемости (K_C)
Наплавка в углекислом газе	0,85	0,9...1,0	1,0
Вибродуговая наплавка	0,85	0,62	1,0
Наплавка под слоем флюса	0,90	0,82	1,0
Дуговая металлизация	1,0...1,3	0,6...1,1	0,2...0,3
Газопламенное напыление	1,0...1,3	0,6...1,1	0,3...0,4
Плазменное напыление	1,0...1,5	0,7...1,3	0,4...0,5
Хромирование	1,0...1,3	0,7...1,3	0,4...0,5

(электролитическое)			
Железнение (электролитическое)	0,9...1,2	0,8	0,65...0,8
Контактная наплавка (приварка металлического слоя)	0,9...1,1	0,8	0,8...0,9
Ручная наплавка	0,9	0,8	1,0
Клеевые композиции	1,00	—	0,7
Электромеханическая обработка (высадка и сглаживание)	до 3,00	0,8	1,0
обработка под ремонтный размер	1,0	1,0	1,0
Установка дополнительной детали	1,0	0,8	1,0
Пластическое деформирование	0,8...1,0	1,0	1,0

Исследования ряда авторов и практика ремонтного производства показывают, что оценка способов восстановления деталей чаще всего производится по технико-экономическому критерию (обобщенный критерий), по которому принимают окончательное решение о выборе рационального способа устранения дефекта детали. Прежде всего, он отражает технический уровень применяемой технологии. Для оценки различных способов по данному критерию рассматривают отношение (3.1):

$$\frac{C_{vi}}{K_{di}} \rightarrow \min, \text{ или } \frac{C_{vi} + E_n \cdot K_{ydi}}{K_{di}} \rightarrow \min, \quad (3.1)$$

где C_{vi} – удельная себестоимость способа устранения дефекта, i -м способом, руб/м²;

K_{di} – коэффициент долговечности восстановленной детали i -м способом;

E_n – нормативный коэффициент эффективности;

K_{yoi} – удельные капитальные вложения при устранении дефекта i -м способом, руб./м².

В настоящее время, в связи с усилением требований экологической безопасности при ремонте машин вообще и при восстановлении изношенных деталей в частности затрачиваются основные и оборотные средства на эти цели. Поэтому данные затраты необходимо учитывать при разработке технологического процесса восстановления деталей, то есть выбирать оптимальный способ по технико-эколого-экономическому критерию, как можно полнее учитывать все затраты на вышеизложенные мероприятия (формула 3.2):

$$K_i = \frac{(C_i + C_{эi})N_i + E_n(K_i + K_{эi})}{T_{ei}} \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

где C_i – себестоимость восстановления детали i -м способом, руб./ед. продукции;

$C_{эi}$ – затраты на экологическую безопасность при восстановлении деталей i -м способом, руб./ед. продукции;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n=0,15$);

K_i – капитальные вложения на организацию восстановления деталей i -м способом, руб./ед. продукции;

$K_{эi}$ – капитальные вложения на организацию работ по экологической безопасности при восстановлении деталей i -м способом, руб./ед. продукции;

T_{ei} – ресурс детали, восстановленной i -м способом.

N_i – количество восстанавливаемых принятым способом деталей.

Данное выражение представляет собой технико-экономическую модель, позволяющую оценить затраты на получение единицы продукции. Однако лучший с

точки зрения затрат вариант может не удовлетворять по производительности или надежности.

Однако не всегда верно учитывается качество восстановления детали (технический критерий). Обычно при определении технико-экономического критерия используют любое значение T_e или коэффициента долговечности, которое обеспечивает тот или другой способ восстановления. В то же время здесь есть некоторые особенности, которые нельзя не учитывать. Ресурс восстановленной детали надо сравнивать не с ресурсом новой детали, а с межремонтным ресурсом агрегата, в который входит деталь. Тогда и коэффициент долговечности надо определять не по отношению к ресурсу новой детали, а по отношению к межремонтному ресурсу агрегата.

Кроме того, за коэффициент долговечности следует принимать только целую его часть (1; 2; 3 и т.д.), если деталь не лимитирует ресурс агрегата и не является легкоъемной. Если же деталь лимитирует ресурс агрегата или легко может быть заменена (например, рабочие органы сельскохозяйственных и дорожных машин), то необходимо учитывать любое повышение коэффициента долговечности (1,2; 1,6 и т.д.).

Часто коэффициент долговечности устанавливают путем лабораторных или стендовых испытаний на износостойкость, усталостную прочность и сцепляемость покрытия, то есть факторы, от которых зависят показатели долговечности. При этом коэффициент долговечности определяют как произведение коэффициентов износостойкости, сцепляемости и выносливости. На первый взгляд, это не всегда верно, так как реже всего одно или два из этих свойств лимитирует ресурс детали, а не все вместе. Так, при восстановлении рабочих органов сельскохозяйственных и дорожных машин их ресурс определяет только износостойкость. Если даже на ресурс детали влияют два или три свойства, то надо за коэффициент долговечности принимать наименьшее значение из них, а не перемножать их.

Изложенная выше методика, основанная на использовании в качестве одного из основных критериев себестоимости восстановления деталей, испытывающей во

многом воздействие цен и поэтому далеко не всегда отражающей истинные издержки производства, по существу не учитывает новизну технологического процесса. Новизну технологии надо оценивать таким показателем, который, не подменяя собой стоимостных показателей, корректировал бы их, достоверно измеряя затраты на производство продукции.

Следует отметить, что в современных условиях созрела необходимость создания гибких технологий, позволяющих восстанавливать детали с различными ресурсами в зависимости от спроса, а, следовательно, и с различной ценой на них.

За последние годы резко повысились цены новых выпущенных запчастей для техники и поэтому вопрос восстановления изношенных деталей является актуальным ещё в большей мере.

В связи с этим доктором технических наук, профессором Батищевым А.Н. [4] предложено оптимизировать технологический процесс восстановления деталей по энергетическому критерию, учитывающему коэффициент долговечности и все затраты энергии, в том числе энергию живого труда, начиная от производства необходимых материалов и до окончательной обработки деталей. Для учета экономических интересов конкретного предприятия предложено оптимизировать способ восстановления деталей по комбинированному (комплексному) критерию, отражающему приведенные затраты, энергоемкость и коэффициент долговечности.

Так как в настоящее время экологическая чистота инженерных решений является одним из главных критериев их прогрессивности, предлагается ввести в энергетический критерий коэффициенты экологичности. В этом случае энергетический критерий можно выразить уравнением (3.3):

$$K_{3i} = \frac{K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{4i}}{K_{di}}, \quad (3.3)$$

где: K_{1i} , K_{2i} – соответственно коэффициенты энергоемкости и трудоемкости технологического процесса восстановления детали i -м способом,

K_{3i} , K_{4i} – соответственно коэффициенты энергоёмкости и трудоёмкости работ по обеспечению экологической безопасности процесса;

K_{0i} – коэффициент долговечности детали, восстановленный i -м способом.

В свою очередь, эти коэффициенты определяются по формулам:

$$K_{1i} = G_{0i} / G_n, \quad K_{2i} = G_{0i} / G_{\text{эн}};$$

$$K_{3i} = T_{0i} / T_n, \quad K_{4i} = T_{0i} / T_{\text{эн}};$$

где G_{0i} – удельные затраты энергии на восстановление детали i -м способом по всему циклу производства, кВт·ч;

G_n – удельные затраты энергии на изготовление новой детали, кВт·ч;

T_{0i} и T_n – соответственно трудоёмкости восстановления детали i -м способом и изготовления новой детали, чел·ч;

G_{0i} – удельные затраты энергии на экологические мероприятия при восстановлении детали i -м способом, кВт·ч;

$G_{\text{эн}}$ – удельные затраты энергии на экологические мероприятия при изготовлении новой детали, кВт·ч;

T_{0i} и $T_{\text{эн}}$ – соответственно трудоёмкости экологической безопасности при восстановлении детали i -м способом и изготовлении новой детали, чел·ч.

Из практики известно, что затраты на материалы при восстановлении изношенных деталей составляют около 5-10 % от новых деталей. Поэтому важным показателем совершенства технологического процесса восстановления деталей является материалоемкость. С этих позиций способ восстановления дополнительно можно оптимизировать по формуле (3.4)

$$g_{mi} = \frac{G_{mi}}{T_i} \rightarrow \min \quad (3.4)$$

где g_{mi} – удельные затраты на материалы;

G_{mi} – затраты материала на восстановление детали i -м способом, кг.

T_i – ресурс восстановленной детали.

С учетом вышеизложенного на наш взгляд можно внести изменения (откорректировать) выражение (3.5), где будет учитываться и коэффициент материалоемкости.

$$K_{mi} = \frac{G_{mi}}{G_{mn}}, \quad (3.5)$$

где K_{mi} – коэффициент материалоемкости;

G_{mn} – затраты материала на изготовление новой детали, кг.

Поэтому выражение (3.6) с учетом коэффициента материалоемкости правомерно записать в виде:

$$K_{\Sigma i} = \frac{K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{4i} \cdot K_{mi}}{K_{di}}. \quad (3.6)$$

Рациональный способ восстановления изношенных деталей машин должен быть выбран исходя из минимальных удельных затрат (то есть затрат на единицу наработки). Необходимо выбирать тот способ восстановления, который принесет больший народнохозяйственный эффект, то есть минимум затрат в рублях на единицу наработки восстановления деталей $\sum G_i / t_i$ (где $\sum G_i$ – сумма всех затрат при принятом способе восстановления изношенных деталей, t_i – ресурс восстановленной детали).

В качестве вывода из всего вышесказанного следует.

1. Рациональный способ восстановления деталей необходимо выбирать, прежде всего, по эколого-техничко-экономическому критерию с учетом кратности их ресурса по отношению к нормативному межремонтному ресурсу агрегата, учитывая энергоемкость и материалоемкость способов восстановления изношенных деталей.

2. Анализ литературы по данному вопросу свидетельствует об отсутствии более эффективного решения проблемы. Вопросы увязки всех выше приведенных факторов для оптимального выбора способа восстановления деталей разработаны слабо как в виду их разноплановости, так и из-за специфики технологических процессов. Возникает необходимость создания обобщенной модели для оптимального выбора и оценки способов и методов восстановления деталей.

Исходя из вышеизложенного, по технологическому критерию для восстановления поворотных кулаков назначаем следующие способы восстановления:

- вибродуговая наплавка
- наплавка в среде CO_2
- плазменная наплавка
- газопламенное напыление
- плазменное напыление.

Проверяем по техническому критерию (критерий долговечности K_D) выбранные способы восстановления исходя из условия (по данным приложения 1)

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C, \quad (3.7)$$

$$K_D > 0,8; \quad (3.8)$$

- вибродуговая наплавка: $K_D = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,03;$
- наплавка в среде CO_2 : $K_D = 1,4 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 1,02;$
- плазменная наплавка: $K_D = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,05;$
- газопламенное напыление: $K_D = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 1,04;$
- плазменное напыление: $K_D = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 1,01.$

Проверяем по технико-экономическому критерию (см. формулу 1.) способы удовлетворяющие критерию долговечности т.е. $K_d > 0,8$:

- вибродуговая наплавка: $\frac{C_{ei}}{K_{di}} = \frac{65}{1,03} = 63,11 \text{ руб/м}^2$;

- наплавка в среде CO_2 : $\frac{C_{ei}}{K_{di}} = \frac{51}{1,02} = 51,96 \text{ руб/м}^2$;

- плазменная наплавка: $\frac{C_{ei}}{K_{di}} = \frac{57}{1,05} = 54,28 \text{ руб/м}^2$

- газопламенное напыление: $\frac{C_{ei}}{K_{di}} = \frac{53}{1,04} = 49,038 \text{ руб/м}^2$

- плазменное наплавка: $\frac{C_{ei}}{K_{di}} = \frac{56}{1,01} = 55,44 \text{ руб/м}^2$

При вибродуговой наплавке покрытие получается нередко с порами, с неравномерной твердостью и неоднородной структурой, что способствует возникновению значительных растягивающих внутренних повреждений и, как следствие, снижению усталостной прочности на 30-40%. Поэтому применительно к распределительным валам применять этот способ нельзя из-за значительных динамических нагрузок, приходящихся на деталь.

Применение напыления тоже не подходит из-за ряда следующих недостатков: низкая прочность сцепления с основной, не позволяет восстанавливать детали, работающие в условиях ударных нагрузок. С увеличением толщины слоя свыше 1-1,3 мм прочность сцепления снижается. Поэтому, напыление целесообразно применять в первую очередь для восстановления деталей, не подверженных значительным динамическим нагрузкам, изготовленных из чугуна, алюминия. трудно поддающиеся восстановлению другими способами.

При наплавке в среде CO_2 слои наносятся высокого качества, производительность сравнительно большая, по сравнению с газопламенной напылении менее качественно. Износостойкость при газопламенной напылении

больше, чем при наплавке в среде CO_2 повышенное разбрызгивание металла до 11%, что сказывается на экономическом показателе восстановления. Он значительно больше, чем газопламенной напылении.

Из сравнений видно, что газопламенной напылении более эффективна, чем наплавка в среде CO_2 и вибродуговая наплавка, поскольку при данном способе восстановления распределительных валов наибольший коэффициент долговечности нанесенного покрытия при этом себестоимость данного метода минимальна. С целью повышения износостойкости быстро изнашиваемых деталей был выбран способ газопламенной наплавки. газопламенной наплавка дает значительный эффект при восстановлении деталей. При этом газопламенной напылении можно наплавлять не только дорогие сплавы на основе никеля и кобальта, но и детали на основе железа.

Преимуществом способа газопламенной напыления является малое проплавление основного металла; универсальность и гибкость технологии; возможность наплавки слоев малой толщины. газопламенная напыление является высокоэффективным технологическим процессом, позволяющим значительно сокращать расход дефицитных и дорогостоящих материалов, улучшать эксплуатационные свойства и повышать работоспособность соединения. По своим технико-экономическим показателям газопламенная наплавка превосходит другие способы наплавки как за счет уменьшения расхода наплавляемого металла, так и за счет повышения работоспособности детали.

Высокая производительность наплавки обеспечивается и при применении в качестве присадочных материалов порошков. Так при газопламенной напылений с течением порошка в струю производительность составляет до 4,6 кг в час. Особо следует подчеркнуть, что газопламенная напыление с применением в качестве присадочного металла порошка особенно целесообразно при необходимости получения слоя наплавки малой высоты и обеспечивает при этом значительную экономию наплавленного металла по сравнению с другими способами наплавки.

Перечисленные положительные стороны способов наплавки не только существенно

расширяют технологические возможности их применения, но и позволяют получать значительный экономический эффект за счет наплавки слоев с минимальной глубиной проплавления и сохранения, первоначальных физико-механических свойств при меньшем количестве наплавочного металла: изготовление деталей из низкоуглеродистых сталей с поверхностями, упрочненными твердыми сплавами, вместо дорогих легированных сталей, применение износостойких порошковых сплавов, повышающих срок службы наплавленных деталей, уменьшения припуска на механическую обработку

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, а также подписываются на полях линий выносок. В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указанные коэффициенты их повторяемости, а также назначены допустимый и основной способ восстановления. Кроме того на ремонтном чертежи могут указываться дополнительные сведения имеющие отношения к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам приведены их значения и количество.

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

Размеры на ремонтный чертеж 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 содержит информации о последовательности восстановления детали, общее время выполнения операции , а также могут содержать информацию об используемых при восстановлении оборудования.

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Счистная	Моющее средство SYNTILOR Praim с разбавлением теплой водой в соотношений 1/12	Тара для деталей на очистку
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ -1468-0 1-090А	ШЦ-П-2506300.2 ГОСТ 166-89
015 Обезжирование	Растворитель 646	Мягкая хлопковая ветошь
020 Напыление	Устройство ПГН 00.00.00	РедукторУ-30с расходомером и осушителем
025 Шлифовальная	Станок копировально-шлифовальный 3К228В	Шифовальный круг ГОСТ10054
030 Контрольная	Стол для контроля ОРГ -1468-07	ШЦ-П-2506300.2 ГОСТ 166-89

3.5. Расчет режимов восстановления

Норма времени на выполнение работ определяется по формуле:

$$T_H = T_O + T_{вс} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{N}, \quad (3.9)$$

где T_O - основное время, определяется по формуле:

$$T_O = \frac{\pi \cdot d \cdot L}{1000 \cdot V_H \cdot 60}, \quad (3.10)$$

где L - длина восстанавливаемой поверхности, мм;

N - программа восстановления, шт.;

$T_{вс}$ - вспомогательное время напыления (принять $T_{вс} = 2$ мин);

$T_{доп}$ - дополнительное время, определяется по следующей формуле:

$$T_{доп} = \frac{(T_O + T_{вс}) \cdot K}{100}, \quad (3.11)$$

где $K = 10\%$ - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время (принять $T_{пз} = 20$ мин).

Исходя из значения удельной себестоимости наплавки под слоем флюса (таблица 3.

Приложения), размеров восстанавливаемой поверхности и программы восстановления определяется себестоимость восстановления.

Основное время при механизированном напылении материалов

$$T_O = [6\pi d(L + y)h\gamma] / (10^5 q K_H) \quad (3.12)$$

где d — диаметр напыляемой поверхности, мм;

L — длина напыляемой поверхности, мм;

y — перебег металлизатора (0,8 мм при $L = 50$ мм; 0,4 мм при $L = 50 \dots 100$; 0,3 мм при $L = 100 \dots 200$; 0,2 мм при $L = 200$ мм и более), мм;

h — толщина напыленного слоя (при $d < 50$ мм $h = 1,0 \dots 1,3$ мм, при $d = 50 \dots 100$ мм $h = 1,4 \dots 1,7$ мм, при $d > 100$ мм $h = 1,8 \dots 2,7$ мм), мм;

γ — плотность напыленного металла, г/см³;

i — число проходов (определяется толщиной напыленного слоя и тем, что нагрев поверхности детали не должен превышать 80...90°C);

q — производительность металлизатора, кг/ч;

K_n — коэффициент напыления, зависящий от диаметра напыляемой поверхности;

$$t_{oj} = \frac{l + l_B + l_n}{S_0 \cdot n} \cdot i \quad (3.13)$$

где l — длина обрабатываемой поверхности,

l_B — длина врезания инструмента,

l_n — длина перебега инструмента,

S_0 — оборотная подача,

n — частота вращения шпинделя,

i — число проходов, выполняемых на данном переходе.

Вспомогательное время на операцию определяем по формуле:

$$T_B = T_{By} + T_{Bcп} + T_{Bи} \quad (3.11)$$

где T_{By} — время на установку и снятие заготовки,

$T_{Bcп}$ — вспомогательное время, связанное с выполнением перехода и операции,

$T_{Bи}$ — время на контрольные измерения.

Произведем расчет времени для операции .

$$T_o = 35/200 = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_b = 0,6 + 0,6 = 1,2 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = (0,3 + 1,2) \left(1 + \frac{9 + 4}{100}\right) = 1,6 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 15 \text{ мин.}$$

3.6. Техническое нормирование работ по восстановлению детали

Расчет норм времени произведен по общемашиностроительным нормам.

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_f, \quad (3.14)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

T_o – основное (техническое) время, мин;

T_b – вспомогательное время на установку и снятие детали с оборудования, мин.

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

T_f – время на физические надобности и отдых, мин. Принято 5% от $(T_o + T_b)$.

Расчет штучного времени на операцию:

Время на установку и снятие детали при обработке в центрах $t = 1,5$ мин.;

$$T_f = T_{обс} = \frac{(18 + 1,5) \times 5}{100} = 0,98 \text{ мин.};$$

$$T_{шт} = 18 + 1,5 + 0,98 + 0,98 = 21,5 \text{ мин.}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по выпускной квалификационной работе бакалавра: Метод. указания / Сост.: Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов. – Казань: Изд-во КГАУ, 2015. – 60 с.
2. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 496 с.
3. Азаматов Р.А., Дажин В.Г., Кулаков А.Т., Модин А.И. Восстановление деталей автомобилей КамАЗ Под ред. В.Г. Дажин. – Набережные Челны.: КамАЗ, 1994 – 215 с.: ил.
4. Проектирование технологических процессов восстановления изношенных деталей: Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Ремонт автомобилей" для студентов очной формы обучения по специальности 190604 – техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта/Авт.-сост. А. Н. Чадин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - В. Новгород, 2004. - 30 с.
5. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. Учреждений сред. проф. образования / В.В. Петросов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
6. Титунин Б.А.. Ремонт автомобилей КамАЗ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 320 с., ил.
6. Батищев А.Н. Методика оптимизации способов восстановления деталей // Организация и технология ремонта машин. - М.: РГАЗУ, 2000. – С. 174 – 178.
7. Вовов Е.Л. "Справочник" по восстановлению деталей". Москва. "Космос", 1981 г.
8. Голубев И.Г., Балабенцева З.Н. "Восстановление и упрочнение деталей газотермическими методами нанесения покрытий". Москва 1988 г.

9. Кравченко И.Н., Гатауллин Р.М., Гладков В.Ю. Основы проектирования эксплуатационных баз: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию для ВУЗов. – М.: ВТУ, 2005.

10. Курчаткин В.В., Тельнов Н.Ф., Ачкасов К.А. и др. Надежность и ремонт машин. – М.: Колос, 2000.

11. Левинский М.С. "Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственной техники". Москва. "Колос", 1977 г.

12. Молодых Н.В., Зенкин Л.С. "Восстановление деталей машин". "Машиностроение", 1989 г.

13. Новиков В.С., Очковский Н.А., Тельнов Н.Ф. Проектирование технологических процессов восстановления изношенных деталей: Методические рекомендации к курсовому и дипломному проектированию. – М.: МГАУ, 1998 – 52 с.

14. Рекомендации по созданию и эксплуатации поточно-механизированных линий восстановления деталей. – М.: ГОСНИТИ, 1985.

15. Сидоров А.И. "Восстановление деталей машин напылением и наплавкой". Москва. "Машиностроение".

4.РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛИЗАТОРА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

4.1.Анализ известных металллизаторов для газопламенных напылений

История напыления насчитывает уже десятки лет, в течение которых совершенствовался способ упрочнения деталей машин, разрабатывались новые источники нагрева, имеющие высокие энергетические характеристики; создавалась аппаратура для непрерывной подачи напыляемого материала в виде проволоки или порошка; разрабатывалось и изготовлялось комплектное оборудование, типы и модификации которого к настоящему времени стали достаточно многочисленными.

Первые газотермические покрытия были получены в начале XX в. М.У. Шоопом, который распылил расплавленный металл струей газа и, направив этот поток на образец - основу, получил на ней слой покрытия. По имени автора, этот процесс называли шоопированием и он был запатентован в Германии, Швейцарии, Франции и Англии. Конструкция первого газопламенного проволочного металллизатора Шоопа относится к 1912 г.

С 1952 г. выпускаются только инжекторные газовые аппараты, безопасные от обратных ударов пламени. Способ напыления металлов вначале применяли для защиты от коррозии. В качестве исходных материалов для напыления используют металлическую проволоку, керамические прутки, порошковые металлы и сплавы, порошковые керамические материалы. Увеличение многообразия форм и видов напыляемых материалов, радикальное повышение их качества сопровождалось постепенным повышением и качества самих покрытий, получаемых напылением.

Современный уровень технологии напыления позволяет получать специальные покрытия, обладающие уникальными свойствами.

					ВКР.35.03.06.474.18 ПГН.00.00.00 ПЗ								
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Газопламенный металлизатор					Литера	Лист	Листов	
Разраб.	Гилязиев									у		1	
Проверил	Гималтдинов									Казанский ГАУ Каф. Э и РМ			
Н. контр.	Гималтдинов												
Утв.	Адигамов Н Р												

Устройство для газопламенного нанесения покрытий из порошковых материалов

4225558, 07.04.1987

Всесоюзное научно-производственное объединение восстановления деталей «Ремдеталь»

Авторы:

В.А.Ульянов

В.П.Махайлов

Страна: СССР

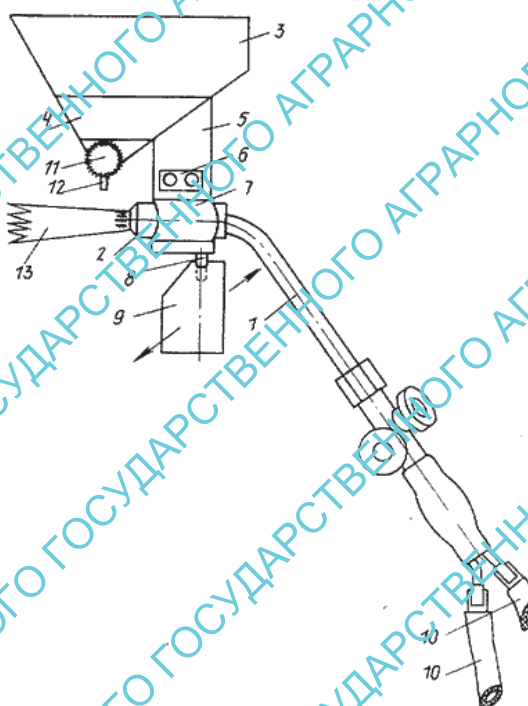


Рисунок 4.1- Устройство для газопламенного нанесения покрытий из порошковых материалов

Изобретение относится к устройствам для нанесения покрытий из порошковых материалов на металлические и неметаллические поверхности методом газопламенного напыления. Целью изобретения является повышение надежности работы устройства (путем устранения хлопков и обратных ударов) и безопасности эксплуатации. Для этого кронштейн 4, посредством которого

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

цилиндрическими входным и выходным участками, подключенную на входе к бункеру с порошком и активному кислородному соплу, а на выходе - к смесительной камере горелки, которая на входе соединена с инжекционной камерой и подачей горючего газа, а на выходе - с наконечником, в соответствии с изобретением диаметр входного участка инжекционной камеры превышает диаметр активного кислородного сопла в 1,33 - 2,30 раза, диаметр выходного участка инжекционной камеры и диаметр смесительной камеры горелки превышают диаметр входного участка инжекционной камеры соответственно в 1,25-2 и в 1 - 1,75 раза, наконечник выполнен многосопловым, а площадь поперечного сечения выходных сопел наконечника горелки превышает площадь поперечного сечения входного участка инжекционной камеры в 2,92 - 10,7 раза, Отличительные особенности предложения обеспечивают устранение запыления кислородом горелки, увеличение скорости истечения кислородно-порошковой струи, которая сужается на выходе из инжекционной смесительной камеры из-за турбулентности в выходном участке инжекционной камеры, вызванной его расширением. Вследствие сужения кислородно-порошковой струи на выходе из инжекционной камеры, увеличивается разрежение, создаваемое этой струей, благодаря чему обеспечивается хороший подсос горючего газа, что обеспечивает стабильность работы горелки, особенно в процессе длительной работы. Заявленное отношение диаметров смеси- тельной камеры горелки и входного участка инжекционной камеры позволяют обеспечить проход газопорошковой смеси без обратных ударов из-за недостаточного поступления горючего газа, а выполнение наконечника многосопловым с указанным отношением площади поперечного сечения сопел наконечника к площади поперечного сечения входного участка инжекционной камеры обеспечивает надежное инжектирование наплавочного порошка. На (фиг. 1) изображен продольный разрез горелки; на (фиг. 2) - наконечник горелки, продольный разрез. Горелка содержит инжекционную смесительную камеру 1, активное

										Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00					

Горелка для газопламенного напыления покрытий из тугоплавких порошков.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт добычи угля гидравлическим способом

Страна : СССР

					<i>ВКР.35.03.06.474.18.ПНН.00.00.00</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

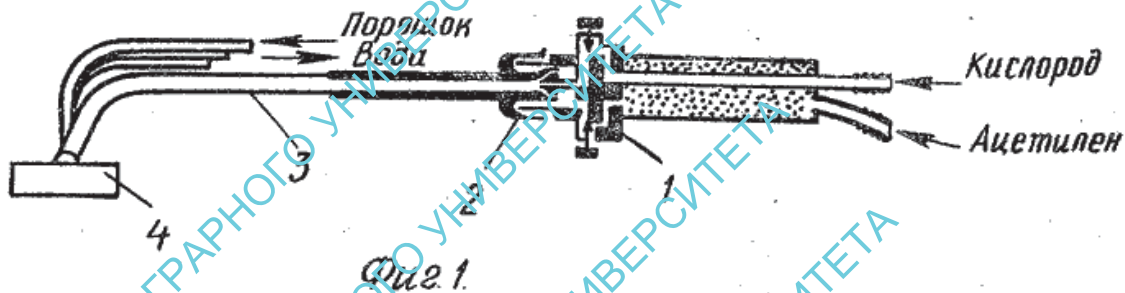


Рисунок 4.3-Горелка для газопламенного напыления покрытий из тугоплавких порошков.

Изобретение относится газопламенного напыления образных твердых сплавов на детали машин, Известны горелки для газопламенного напыления покрытий из тугоплавких порошков, мундштук которых имеет два ряда сопловых отверстий и отверстие для подачи в пламя напыляемого порошка, Эти горелки при работе дают длиннофакельное пламя повышенной мощности. При этом напыляемые частицы из-за кратковременного пребывания в факеле пламени, вызванного большой скоростью движения, не приобретают пластического состояния и при встрече с поверхностью не удерживаются на ней. Потери порошкообразных материалов при напылении составляют 30-40. Кроме того, длиннофакельное. пламя повышенной мощности в процессе напыления вызывает значительный местный перегрев поверхности детали, что приводит к различным дефектам. Цель изобретения - снижение по. терь напыляемого материала за счет повышенного нагрева частиц в пламени горелки и устранение дефектов предлагаемой горелке для газопламенного напыления порошкообразных твердых сплавов угол между плоскостями, в Которых находятся оси рядов сопловых отверстий, составляет $102 \pm 4^\circ$, а расстояние между рядами сопловых отверстий находится в пределах двух длин 20 ядра каждого отдельного пламени; сопловые отверстия в рядах расположены попарно друг против друга с переменным шагом между ними, причем минимальный шаг равен 25 3-4 диаметрам сопловых отверстий в

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

центре горелки, а максимальный 6-7 диаметрам по краям горелки. Такое выполнение горелки позволяет увеличить теплообмен между пламенем и порошкообразным материалом, значительно повысить температуру в зоне ввода порошка в пламя, снизить в 5-6 раз скорость движения частиц в газовом факеле и уменьшить примерно на половину потери напыляемого материала, а также за счет рассредоточения пламени устранить местные перегревы поверхности в процессе напыления.

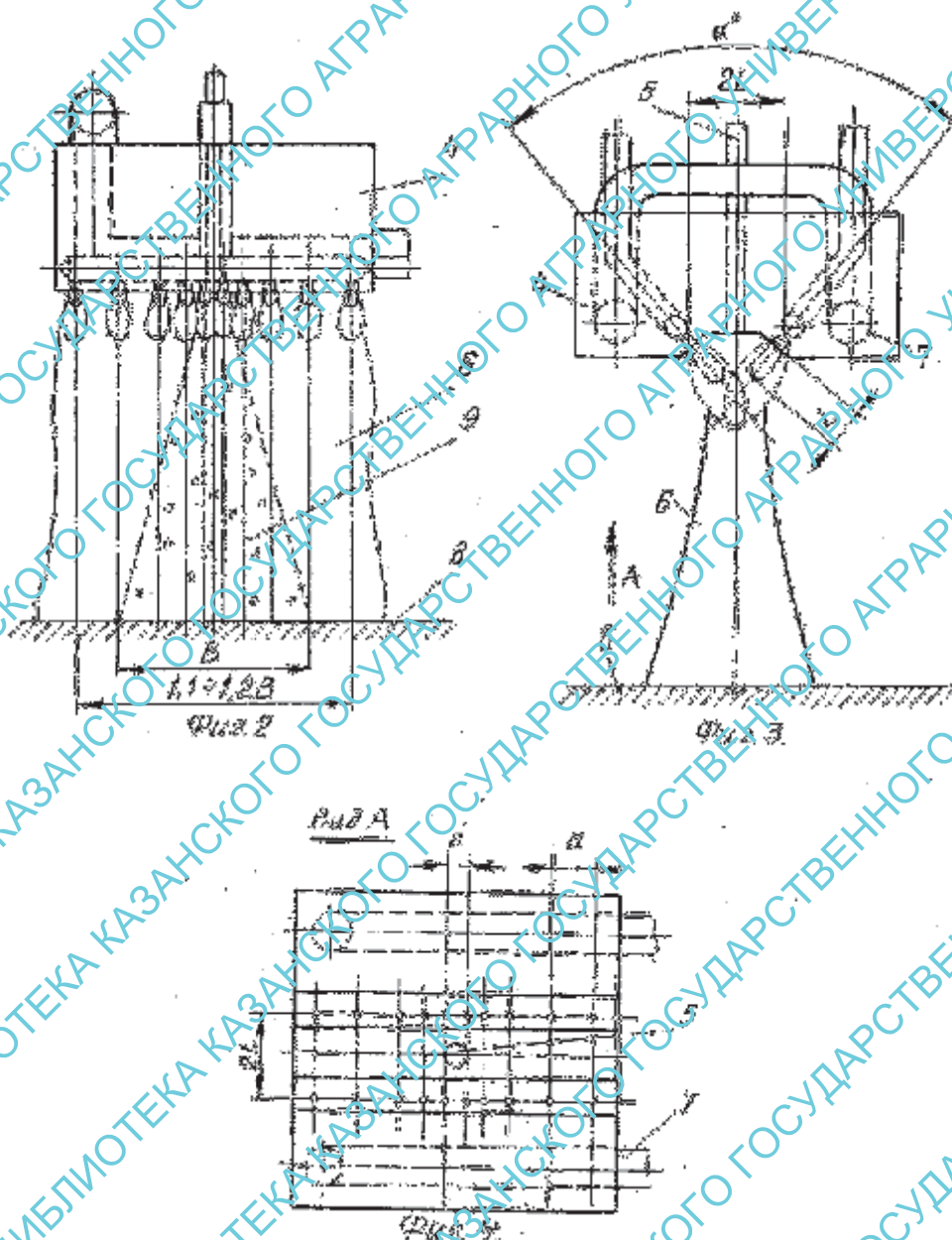


Рисунок 4.3.2 - Горелка для газопламенного напыления покрытий из тугоплавких порошков.

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

горелки, превышающей на 10-20 ширину В зоны распыла 9 порошка в месте встречи с напыляемой поверхностью, позволяют уменьшить примерно на половину потери напыляемого материала, а также за счет рассредоточения общего факела пламени устранить дефекты, возникающие от перегрева поверхности деталей в процессе напыления.

Формула изобретения

Горелка для газопламенного напыления покрытий из тугоплавких порошков, содержащая корпус с вентилями для регулирования подачи газов, инжектор и наконечник с мундштуком) имеющим два ряда сопловых отверстий и отверстие для подачи напыляемого порошка, отличающегося тем, что, с целью снижения потерь порошка напыляемого металла и исключения местного перегрева поверхности, на которую производят напыление, плоскости рядов, в которых находятся продольные оси сопловых отверстий, расположены под углом друг к другу, а расстояние между сопловыми отверстиями в ряду в направлении от центра ряда к краю увеличивается.

2, Горелка по п.1, отличающегося тем, что, с целью достижения максимальной температуры в зоне ввода порошка в пламя горелки, угол между плоскостями, в которых находятся продольные оси сопловых отверстий, составляет $102^{\circ}4'$, расстояние между рядами сопловых отверстий находится в пределах двух длин ядра пламени, а минимальный и максимальный шаг между сопловыми отверстиями соответственно составляет 3-4 и 6-7 диаметров сопловых отверстий.

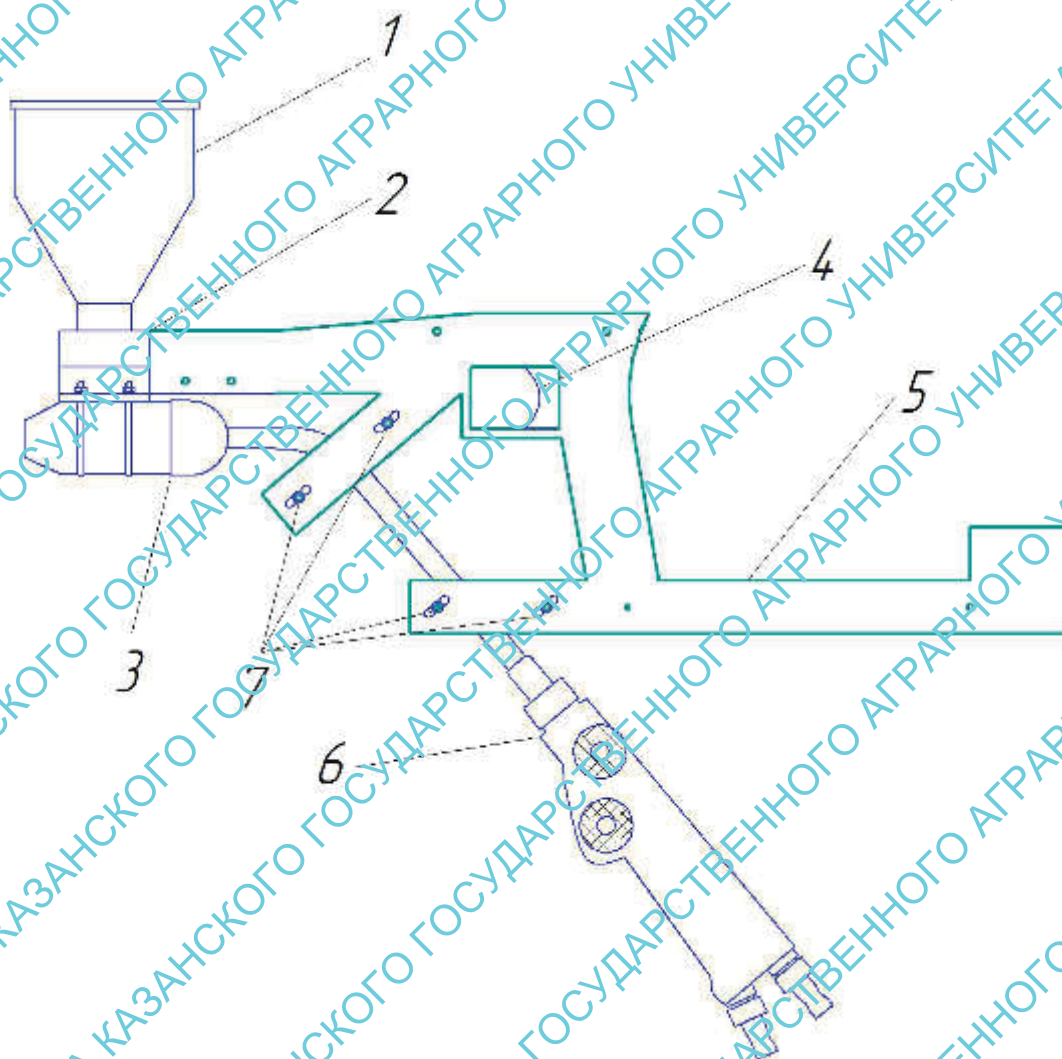
4.2. Описание конструкций устройства

Схема предлагаемого нами устройства газопламенного напыления для восстановления поворотных кулаков показан на рисунке 4.4.

В конструкцию устройства входит рукоять-фиксатор 5 в конец которого соединен питатель сопла 2, сверху которого установлен бункер 1 а снизу установлен соло 3 так на газовую горелку 6 серий ГС-3 в наконечник

										Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00					

Затем все это устанавливается в сопле и закручивается , а наконечник горелки зажимается в двух местах рукояти- фиксаторе при помощи болтов М8х65 и барашковых гаек 7. Регулируется подача порошка курком 4 .



1-Бункер; 2- Питатель сопла ; 3 – Сопло ; 4- Курок ; 5-Рукотя-фиксатор ;
6-Горелка серий ГС-3; 7- Барашковые шайбы М8х0,5.

					<i>ВКР.35.03.06.474.18.ПНН.00.00.00</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4.3. Принцип работы устройства

Устройство работает следующим образом. После того как собрали устройство выполняем операций которые делаются при работе обычной газовой горелки: необходимо проветрить помещение в течение не менее 10 мин и убедиться, что в помещении не пахнет газом. Затем производят наружный осмотр газового оборудования, газопроводов и арматуры. Проверяют состояние манометров и устанавливают их на нулевое положение, после чего открывают краны перед манометрами. Также следует убедиться, что все краны и задвижки на газопроводе закрыты, за исключением крана на продувочном газопроводе. Открывают бункер и заполняют нужным порошком затем закрывают. После поджигают пламя и нагревают сопло с инжектором в течение 4-5 минут для расширения сопла с инжектором для устранения зазоров и плотного соединения. Выбирают тип газового пламени в зависимости от химического состава напыляемого металла. Для подачи порошка необходимо нажать на курок который находится в рукоятке.

4.4. Расчет элементов устройства

4.4.1 Расчет резьбового соединения

M38

$\frac{7H}{6e}$

Цифра, в резьбовом соединении указывает на степень точности, а за тем указывается основное отклонение.

Из справочника, в зависимости от шага P, выдираем следующие значения:

P = 1.5

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

$$d_2(D_2) = 37.026 \text{ мм}$$

$$d_1(D_1) = 36.376 \text{ мм}$$

$$e_s(d_1, d_2, d) = -67 \text{ мкм}$$

$$e_i(d) = -303 \text{ мкм}$$

$$e_i(d_2) = -217 \text{ мкм}$$

Рассчитаем все диаметры для болта М38-6е

$$d_{\max} = 38 - 0.067 = 37.933 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 38 - 0.303 = 37.697 \text{ мм}$$

$$d_{1\max} = 37.026 - 0.067 = 36.959 \text{ мм}$$

$$d_{1\min} = \text{не нормируется}$$

$$d_{2\max} = 36.376 - 0.067 = 36.309 \text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 36.376 - 0.217 = 36.159 \text{ мм}$$

$$E_i(D_1, D_2, D) = 0 \text{ мкм}$$

$$E_s(D_1) = +250 \text{ мкм}$$

$$E_s(D_2) = +375 \text{ мкм}$$

Рассчитаем все диаметры для гайки М38-7Н

$$D_{\max} = \text{не нормируется}$$

$$D_{\min} = 38 \text{ мм}$$

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

$D1_{max}=36,026+0,250=36,276 \text{ мм}$

$D1_{min}=36,026+0= 36,026\text{мм}$

$D2_{max}=36,376+0,250=36,626 \text{ мм}$

$D2_{min}=36,376+0= 36,376 \text{ мм}$

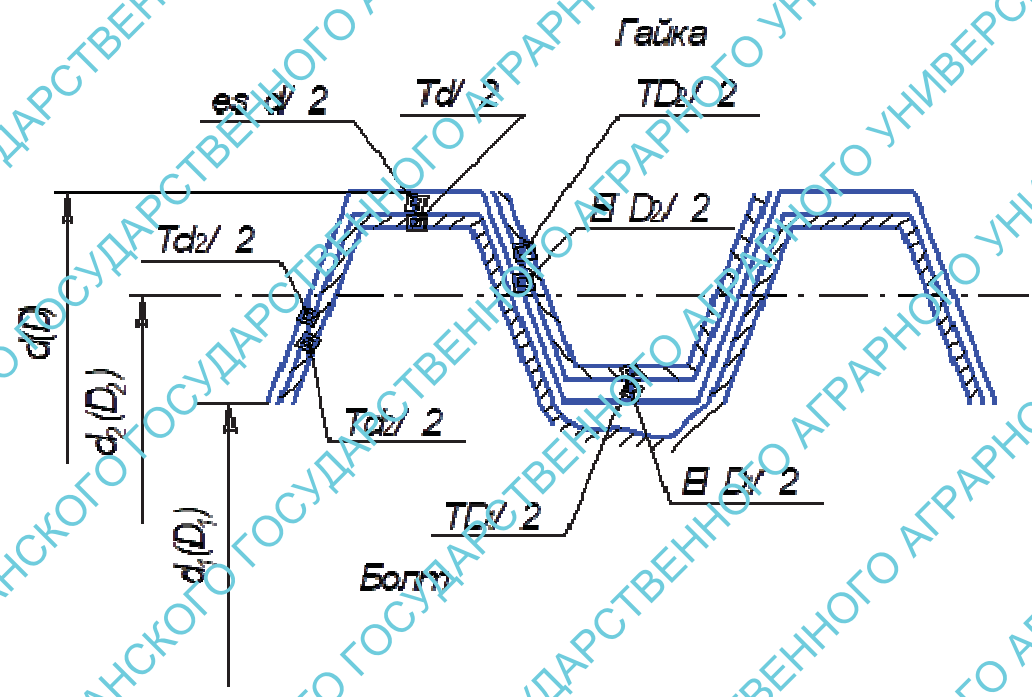


Рисунок 4.5. Схема полей допусков с зазором

Расчет резьбового соединения с натягом

M38

$\frac{2H5C}{2}$

Натяг резьбового соединения задаётся только по среднему диаметру d2. По наружному и внутреннему диаметру предусмотрены зазоры. Материал детали с заданной внутренней резьбой - сталь или прочные титановые сплавы.

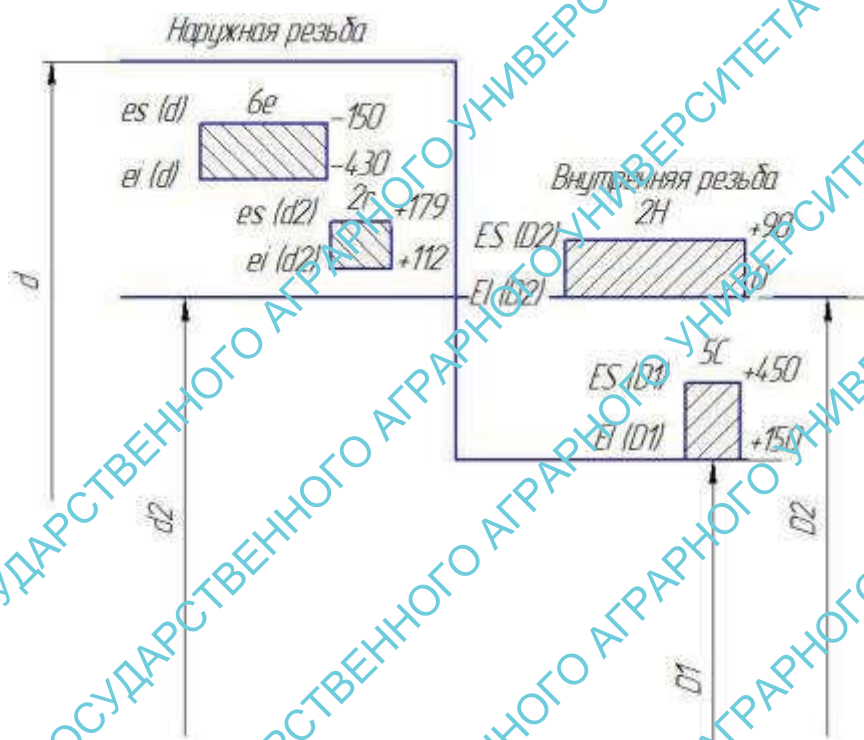


Рисунок 4.6. Схема полей допусков с зазором

4.4.2 Расчет гладко- цилиндрического соединения

Задаана посадка $\varnothing 20P7/h6$.

Используется система вала, т. к. основное отклонение вала h ($es = 0$). Посадка с натягом, так как основное отклонение отверстия $-P$.

Для отверстия $\varnothing 20P7$:

- верхнее отклонение $ES = -17$ мкм, допуск $TD = IT7 = 25$ мкм [3];
- нижнее отклонение $EI = ES - TD = -17 - 25 = -42$ мкм. [3].

Для вала $\varnothing 20h6$:

- верхнее отклонение $es = 0$ мкм; допуск $Td = IT6 = 16$ мкм [3].
- нижнее отклонение $ei = es - Td = 0 - 16 = -16$ мкм.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

Лист

Предельные размеры отверстия и вала:

$$D_{\max} = D + ES = 20 - 0,017 = 19,983 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EI = 20 - 0,042 = 19,958 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + es = 20 + 0 = 20 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 20 - 0,016 = 19,984 \text{ мм}$$

Параметры посадки с натягом:

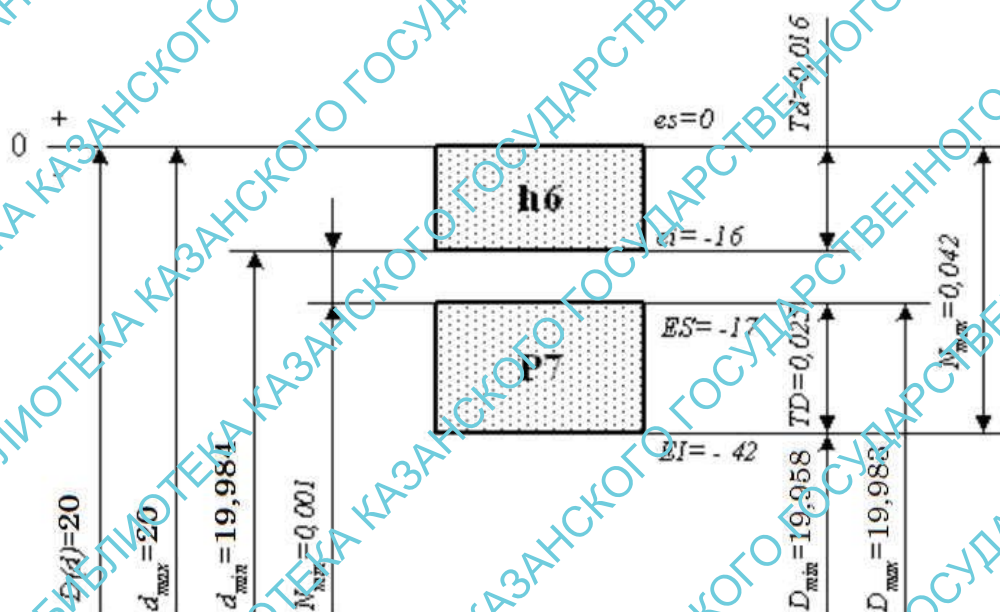
$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 20 - 19,958 = 0,042 \text{ мм}$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 19,984 - 19,983 = 0,001 \text{ мм}$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 0,042 - 0,001 = 0,041 \text{ мм}$$

$$TN = Td + TD = 0,041 = 0,025 + 0,016 \text{ мм}$$

Схемы полей допусков и посадок



					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

4.5 Обеспечение безопасности в конструкциях

Приложение 3

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАТЕ ТРУДА ДЛЯ РАБОТАЮЩИХ НА МЕСТАХ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ДЛЯ ГАЗОПЛАМЕННОГО МЕТАЛЛИЗАТОРА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия

(подпись)

(фамилия, инициалы)

(дата)

1 Общие требования безопасности

В обязательном порядке рабочие должны пройти инструктаж по общим правилам ТБ, инструктаж непосредственно на рабочем месте.

Рабочие обязаны проходить проверку на владения знаниями о безопасной работе и фиксировать эти данные в специальный журнал.

- Рабочий должен выполнять только ту работу, которая поручена выше стоящим руководством.
 - Рабочий обязан содержать в чистоте и порядке рабочее место, не загромождать проходов и проездов, укладывать заготовки и изделия в отведенных местах.
 - Курить можно только в специально отведенных для этого местах.
 - Все рабочие обязаны знать правила и приемы по оказанию первой медицинской помощи при несчастном случае пострадавшему. О несчастном случае уведомить выше стоящее руководство.
- #### 2 Требования безопасности перед началом работы
- Перед началом работы рабочий должен надеть спецодежду, спецобувь, головной убор. Одежда должна быть застегнута на все пуговицы.

										Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00					

- Рабочий, приступая к работе, должен проверить наличие и исправность защитных ограждений, приспособлений, а также надежность крепления заземляющих проводников.

- При работе на холодном полу (асфальтовом, цементном и др.) необходимо пользоваться деревянными подножными решетками. Следить за тем, чтобы полы не были скользкими.

- Перед началом работ проверить исправность станка, инструмента и приспособлений.

3 Требования безопасности во время работы

- При работе на станке с приспособлением для приварки запрещается:

а) подтягивать резьбовые элементы разъемных соединений распылительной головки, находящийся под давлением сжатого воздуха

б) работать при неисправной вентиляции;

в) работать в одежде не предназначенной для сварочных работ;

г) принимать пищу, курить;

е) проводить микрометриж детали;

ж) облакачиваться на станки;

и) снимать нагрузку и нагружать ролики при включенном питающем трансформаторе, а также дотрагиваться к роликам и восстановленной поверхности.

- Установку и снятие патрона, смену инструмента, установку деталей и переключение скоростей производить только при остановленном станке.

При работе на токарном станке пользоваться защитным экраном, а при его отсутствии работать в защитных очках.

4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

- При возникновении аварийной ситуации не поддаваться панике, сообщить о ситуации мастеру участка или заведующему мастерскими.

- При наличии пострадавших оказать первую помощь до прибытия медперсонала.

- При возгорании использовать первичные средства пожаротушения.

					ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

					ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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.

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

4.7 Физическая культура на производстве

Работа слесарей работающие на стационарных установках требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

Работа на столе для сварочных выполняется стоя. Кроме того выполнение данной операции требует поднятия и переноса тяжести. Отсюда следует выделить следующие основные нагрузки на тело рабочего. Сердечнососудистая система человека при вертикальном положении тела испытывает значительно большие нагрузки, чем при деятельности сидя или лежа. Работа стоя приводят к существенным нагрузкам на суставы ступней, коленей, тазобедренные суставы и межпозвоночные хрящи, недостаточному сокращению мышц, особенно икроножных. Причем длительное стояние утомляет ноги больше, чем ходьба. Даже незначительная дополнительная нагрузка на опорно-двигательный аппарат существенно увеличивает импульсные (ударные) нагрузки.

С целью профилактики влияния негативных факторов условий труда, создания предпосылок к ускоренному высокопроизводительному труду, предупреждения профессиональных заболеваний и травматизма необходимо использовать средства физической культуры, как для активного отдыха, так и

									Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00				

для восстановления работоспособности в рабочее и свободное время. Предлагается выполнение следующих упражнений: упражнения в потягивании; упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением); упражнения махового характера для различных мышечных групп, приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу, маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы, упражнения в расслаблении наиболее активно работавших мышечных групп с динамическими усилиями для других, упражнения на точность и координацию движений.

4.8 Экономическое обоснование устройства

Затраты на изготовление и модернизацию устройства определяются по формуле [14]:

$$C_{\text{п.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (4.1)$$

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;

$C_{\text{сб.п}}$ – 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 определяется по формуле стр.113 [14]

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{к.д}}, \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$\Pi_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

						Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00	

$$C_k = 3,4 \cdot 120 = 1088 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле стр.

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (4.3)$$

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

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле стр.

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (4.4)$$

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

$C_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основная заработная плата определяется по формуле

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_t, \quad (3.41)$$

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 90 \cdot 9 \cdot 1,03 = 843 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (4.5)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 843}{100} = 84,3 \text{ руб}$$

Начисления по соц. страхованию определяются по формуле

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{з}})}{100} \quad (4.6)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (843 + 84,3)}{100} = 40,41 \text{ руб}$$

$$C_{\text{зп}} = 843 + 84,3 + 40,41 = 967 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяется по формуле

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_{\text{з}}, \quad (4.6)$$

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

$Q_{\text{з}}$ – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения:

$$Q_{\text{з}} = \frac{Q_{\text{д}}}{K_{\text{з}}}, \quad (4.5)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{3,4}{0,8} = 4,25 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 100 \cdot 4,25 = 425 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 967 + 425 = 1397 \text{ руб.}$$

$K_{\text{з}}$ – коэффициент использования массы заготовки ($K_{\text{з}} = 0,29 \dots 0,99$).

Зарботная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (4.6)$$

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

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле .

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot Z_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (4.7)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час

$$C_{\text{сб}} = 4 \cdot 90 \cdot 0,8 = 288 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле .

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

	персонала			
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел.ч	90	90
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	110	110
10	Время 1 цикла	ч	0,8	0,4

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

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.11)$$

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены

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

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,6}{48} = 0,75 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,6}{24} = 1,5 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{с}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (4.12)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

						Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	BKP.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00	

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

$$M_{\text{е0}} = \frac{3}{0,75 \cdot 110 \cdot 3} = 0,1 \text{ кг/шт}$$

$$M_{\text{е1}} = \frac{3,4}{1,5 \cdot 110 \cdot 3} = 0,07 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (4.13)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{\text{е0}} = \frac{6700}{0,75 \cdot 110} = 81,2 \text{ руб./шт}$$

$$F_{\text{е1}} = \frac{9428,8}{1,5 \cdot 110} = 57,1 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения:

$$T_{\text{е}} = \frac{n_p}{W_z}, \quad (4.14)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{\text{е1}} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{\text{е1}} = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяется по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рго}} + A. \quad (4.15)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_{\text{е}}, \quad (4.16)$$

$$C_{\text{зп0}} = 90 \cdot 1,33 = 119,7 \text{ руб./шт}$$

$$C_{\text{зп1}} = 90 \cdot 0,66 = 59,4 \text{ руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \Theta_{\text{е}}, \quad (4.17)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

									Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00				

Ξ_e - энергоёмкость процесса , кВт/шт

Энергоёмкость процесса определяется из выражения [7]:

$$\Xi_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (4.18)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч

$$\Xi_{e0} = \frac{2,2}{0,75} = 2,93 \text{ кВт/шт}$$

$$\Xi_{e1} = \frac{2,2}{1,5} = 1,46 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{\varepsilon 0} = 2,81 \cdot 2,93 = 8,23 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{\varepsilon 1} = 2,81 \cdot 1,46 = 4,102 \text{ руб/кВт}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по ф-ле :

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_5 \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (4.19)$$

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{6700 \cdot 8}{100 \cdot 0,75 \cdot 110} = 6,5 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{9428,8 \cdot 8}{100 \cdot 1,5 \cdot 110} = 4,5 \text{ тыс.руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции опред-ся по формуле [7]:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (4.20)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{6700 \cdot 13}{100 \cdot 0,75 \cdot 110} = 10,55 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{9429,8 \cdot 13}{100 \cdot 1,5 \cdot 110} = 14,9 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$S_0 = 6,5 + 4,5 + 10,55 + 14,9 = 36,45 \text{ тыс.руб./шт}$$

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00

$$S_1 = 59,4 + 4,102 + 4,5 + 14,9 = 87,8 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле [7]:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (4.21)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 186,3 + 0,15 \cdot 293 = 230 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{\text{прив}1} = 87,8 + 0,15 \cdot 116 = 105 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле [7]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (4.22)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (186,3 - 87,6) \cdot 0,75 \cdot 110 = 8142 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб. ($\Delta K = F_{e1}$)

$$E_{\text{год}} = 8142 - 0,15 \cdot 116 = 8124 \text{ тыс. руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [7]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (4.23)$$

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{9428,8}{8124} = 1,16 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6}. \quad (4.24)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{8142}{9428,8} = 0,42$$

										Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.474.18.ПН.00.00.00					

Таблица 4.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	0,75	1,5	200
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	81,2	57,1	39,59
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	2,93	11,46	-
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,1	0,070	37
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	10,55	0,66	49
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	10	14,9	42
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	36,45	87,8	45,6
8	Годовая экономия, руб.	-	8142	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	8124	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,16	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,86	-

ВЫВОДЫ

1. Спроектированное в данной выпускной квалификационной работе ремонтный участок расширяет номенклатура ремонтируемых на ней изделий, повышает производительность ремонтного производства, улучшает условия труда рабочих,
2. Разработаны технологический процесс восстановления поворотных кулаков ходовых частей позволяет увеличить экономическую эффективность восстановления при сохранении качества восстановления а также более рационального использования технологического оборудования .
3. Разработанная в работе конструкция устройства для восстановления газопламенным напылением обеспечивает безопасность работ, качественную и высокую производительность, удобство использования, с легкостью выполнять операции по восстановительным работам. Применение устройства по сравнению с прототипом позволяет получить годовую экономию около

ПРИЛОЖЕНИЕ

[illegible]

СПЕЦИФИКАЦИЯ