

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»  
код и наименование специальности

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.С. Морин  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**в форме дипломной работы**  
Разработка программного обеспечения расчета  
ремонтно-механической базы

Тема

Пояснительная записка

Руководитель	_____	<u>А.О. Шигин</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Консультанты по разделам:		
<u>Экономическая часть</u>	_____	<u>Р.Р. Бурменко</u>
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
<u>Безопасность</u>		
<u>жизнедеятельности</u>	_____	<u>А.В. Галайко</u>
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>А.О. Шигин</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Студент <u>ГГ 14 - 06</u>	_____	<u>С.П. Гилев</u>
код (номер) группы	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.С. Морин  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу**  
**в форме** \_\_\_\_\_ дипломной работы  
(дипломного проекта, дипломной работы)

1 Тема выпускной квалификационной работы: разработка программного обеспечения расчета ремонтно-механической базы

со специальной частью

2 Утверждена приказом по университету № 12/С от 11.01.2021

3 Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

4 Срок сдачи студентом законченной работы 22.01.2021

5 Исходные данные к ВКР (перечень основных материалов, собранных в период преддипломной практики или выданных руководителем)

Технология работы предприятия ООО «ЧУК».

Парк горных машин и оборудования, общие сведения.

Устройство ремонтно-механической базы, численность персонала.

Современные методы ремонта и восстановления горных машин и оборудования

6 Перечень вопросов, рассматриваемых в выпускной квалификационной работе

Изучение методов ремонта и системы ППР (планово-предупредительных работ).\_\_\_\_\_

Изучение методики расчета ремонтно-механической базы.\_\_\_\_\_

Разработка программного обеспечения ремонтно-механической базы.\_\_\_\_\_

7 Перечень графического материала с указанием основных чертежей и (или) иллюстративного материала: слайды презентации\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

Студент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

## Содержание

Введение	6
1. Современное состояние обоснования мощности ремонтных баз угольных предприятий, методов и средств ремонта и восстановления деталей	6
1.1 Методы обоснования мощности ремонтных базы	8
1.2 Методы и средства ремонта и восстановления основных (базовых) деталей горных машин.	
Способы восстановления деталей горных машин	11
Восстановление деталей способом ремонтных размеров и пластического деформирования	13
Восстановление деталей при помощи пластических деформаций	15
Восстановление деталей ручной электродуговой сваркой и наплавкой	16
Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса	18
Восстановление деталей автоматической вибродуговой наплавкой	22
Восстановление деталей наплавкой в среде углекислого газа и плазменной струей	24
Восстановление деталей металлизацией	27
Восстановление деталей электролитическими и химическими покрытиями	28
Восстановление деталей полимерными материалами и клеями	32
Проектирование технологического маршрута восстановления деталей	33
Ремонт металлических конструкций	37
Ремонт корпусных деталей	40
Ремонт валов и осей	43
Ремонт зубчатых колес	46
Ремонт гидроцилиндров и штоков	48
Особенности сборки машин после ремонта	49
Испытания машин	53

1.3 Вывод	56
2. Программное обеспечение обоснования норм мощности ремонтно – механической базы угольных предприятий.	57
2.1 Программное обеспечение расчета численности штатов и станочного оборудования РМБ.	57
2.2 Программное обеспечение определения структуры, площади и расположения оборудования РМБ.	63
2.3 Выводы	67
3. Экономическая часть	68
3.1 Определение капитальных затрат и амортизационных отчислений на производство	68
3.2 Баланс рабочего времени, численность и заработная плата работающих	73
3.3 Себестоимость продукции	78
3.4 Эффективность проекта и основные технико-экономические	
3.5 показатели	
80	
4 Безопасность жизнедеятельности	87
4.1 Общие положения	87
4.2 Структура органов управления и контроля безопасности	88
<b>4.3 Техника безопасности при ремонте горных машин</b>	<b>91</b>
4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов	93
4.5 Технические и организационные мероприятия по охране труда	95
4.6 Мероприятия по производственной санитарии	96
4.7 Мероприятия по пожарной безопасности	98
4.8 Охрана окружающей среды	99
<b>4.9 Возможные чрезвычайные ситуации и мероприятия по снижению риска их возникновения</b>	<b>99</b>
<b>Заключение</b>	<b>101</b>
Список использованных источников	102

## ВВЕДЕНИЕ

Открытый способ разработки как генеральное направление развития горнодобывающих отраслей промышленности России. В 1991 году добыча угля открытым способом в Российской Федерации осуществлялась из 63 разрезов и составила 216,1 млн. тонн или 61% общей добычи. Однако дальнейшее развитие открытого способа добычи угля в России пока сдерживается имеющимся производственным потенциалом, уровнем применяемых технологий и оборудования. Для дальнейшего развития открытых горных работ и повышения их производительности труда необходимо разрабатывать и создавать новые комплексы горного и транспортного оборудования.

Увеличение производительности угольного предприятия сопровождается количественным ростом парка горных машин.

Эксплуатация механического оборудования – процесс целесообразного использования средств механизации горных работ при достижении их максимальной производительности и минимальных затрат. Это обеспечивается правильным применением оборудования для определенных видов работ, выбором рациональной схемы горных работ, своевременным проведением ремонтов и технических обслуживаний, соответствующей квалификацией обслуживающего персонала и т.д.

В ремонтной практике горного оборудования необходимо шире принять технические условия и типовые карты на ремонт деталей, разборку и сборку машин. В технических условиях на ремонт горного оборудования излагаются общие требования к ремонту однотипных машин, узлов и деталей, а также общие нормативы разборки, сборки, испытаний и выверки машин. В отличие от них типовые ремонтные карты составляются на каждую деталь отдельно. Наличие типовых ремонтных карт значительно облегчает ремонтному персоналу определить вид, форму и степень повреждений, и объем работ по восстановлению деталей. Ремонтные карты позволяют установить общий порядок в соблюдении ремонтных размеров деталей, облегчить пользование техническими условиями на ремонт и повысить качество ремонта.

Необходимо решительнее внедрять в практику ремонта горного оборудования передовые методы восстановления изношенных деталей (наварку, вибродуговую наплавку, наплавку твёрдых сплавов, металлизацию напылением, хромирование, оставивание и др.), позволяющие не только восстанавливать размеры деталей до номинальных, но и повышать их износостойкость.

Следует шире внедрять передовые методы термической и термохимической обработок деталей, упрочнение поверхностей электроискровым способом, поверхностную закалку токами высокой частоты и весьма простой, и дешевой способ поверхностной закалки деталей при нагреве газовым пламенем. Сокращение трудоёмкости и стоимости ремонта может быть достигнуто широкой механизацией горных работ. Следует иметь в виду, что попытки "экономить" за счёт невыполнения ремонта являются недопустимыми. Ремонт можно и необходимо предупреждать, следует всячески добиваться уменьшения потребности в нём и сокращения расхода на него, но если возникла потребность в ремонте, он должен быть выполнен в объёме, обеспечивающем полное восстановление оборудования и поддержание его технического состояния на надлежащем уровне.

Ремонтная служба может рассматриваться как самостоятельное своеобразное производство, имеющее свою определенную программу, план ремонта оборудования, специальных рабочих и самостоятельные, отдельно выделенные, основные средства производства оборудование ремонтных мастерских.

В настоящее время на предприятиях угольной промышленности все большее значение приобретает различное программное обеспечение, которое облегчит ручной труд человека и повлечет увеличение прибыли предприятия.

# **1. Современное состояние обоснования мощности ремонтных баз угольных предприятий, методов и средств ремонта и восстановления деталей**

## **1.1 Методы обоснования мощности ремонтных базы**

Большое количество различного горного оборудования, эксплуатируемого на карьерах, определяет необходимость создания ремонтных баз нескольких типов: от гаражей, депо, ремонтно-механических мастерских до специализированных заводов по ремонту автосамосвалов, экскаваторов, электровозов и т. д.

Все ремонтные базы делятся на две группы: 1) собственные ремонтные базы, расположенные непосредственно на промышленной площадке карьера, и обслуживающие только его оборудование; 2) ремонтные базы, размещаемые в определенных районах и обслуживающие оборудование группы карьеров.

К собственным ремонтным базам карьеров относятся ремонтно-механические, электроремонтные, центральные электромеханические мастерские, вагоноремонтные пункты, электровозоремонтные депо, вагоноремонтные депо, авторемонтные мастерские.

К ремонтным базам, предназначенным для обслуживания группы карьеров, относятся: комбинированные экскаваторо - вагоноремонтные предприятия; специализированные заводы по ремонту автомобилей, вагонов, электровозов, экскаваторов, дробильного оборудования, тракторных и автомобильных двигателей; рудоремонтные заводы (РРЗ); ремонтные тресты и т. д.

Организация производства горных работ в различных отраслях горной промышленности накладывает отпечаток и на организацию ремонтных баз карьеров. На рудных карьерах, где эксплуатация оборудования организована по участкам (буровому, экскаваторному, транспортному), часто создают для этих типов оборудования и свои ремонтные участки, а на угольных карьерах, где нет такого деления, свои ремонтные базы имеет только транспортная служба.

Из собственных ремонтных баз карьеров наиболее универсальными являются ремонтно-механические мастерские, где производятся все виды технических обслуживания, текущие, а иногда и капитальные ремонты буровых станков, экскаваторов, бульдозеров и т. д. В мастерских изготавливают также при необходимости запчасти, инструмент, приспособления, металлоконструкции. В состав ремонтно-механических мастерских, как



правило, входят цеховые подразделения: слесарно-механическое, сварочное, кузнечное, электроремонтное, инструментальное, кладовая для запасных частей и материалов, бытовые помещения.

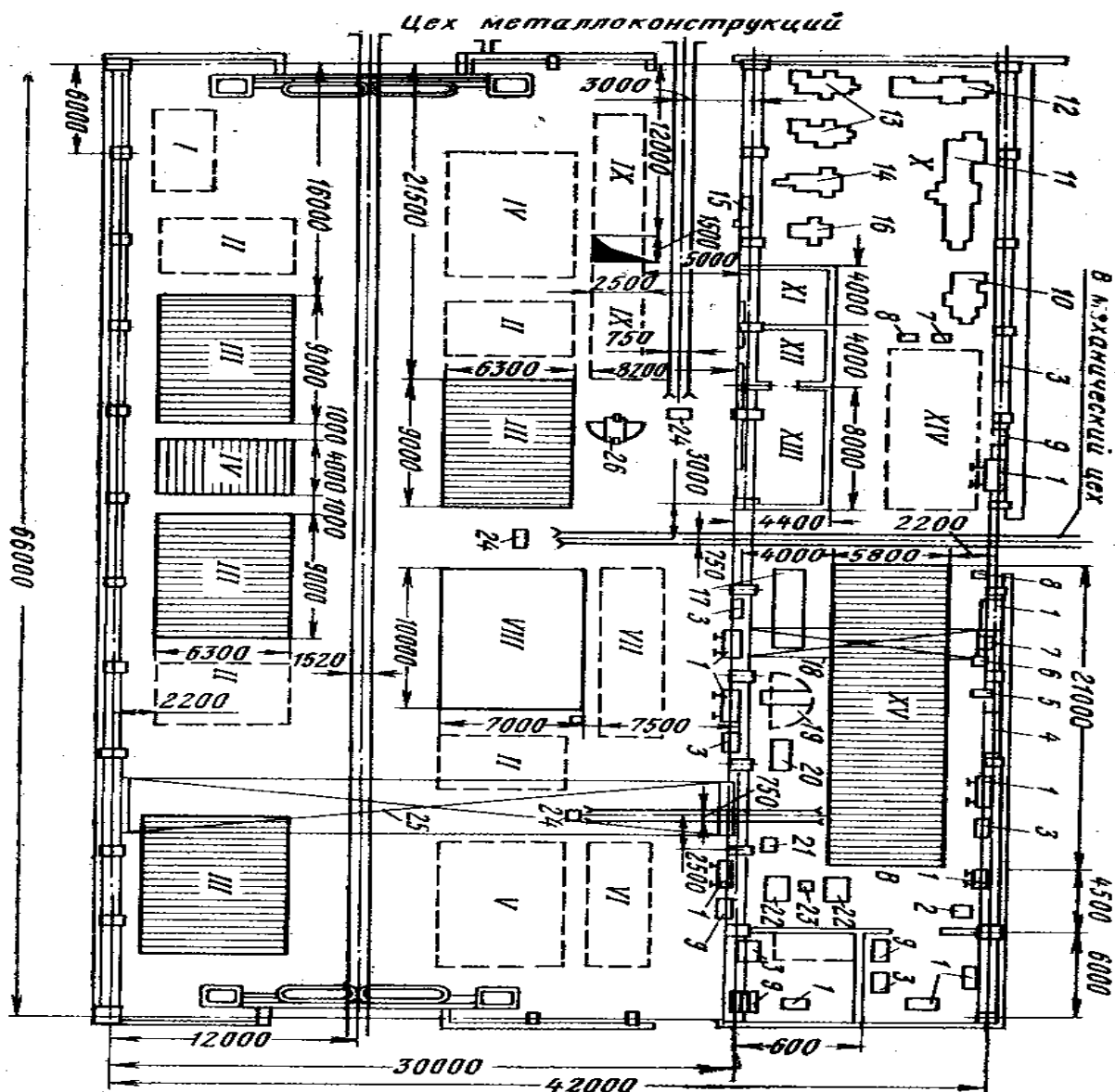


Рисунок 1. План цеха по ремонту экскаваторов:

*I* — место для ковшей; *II* — место для поворотной платформы; *III* — площадка для сборки экскаваторов; *IV* — промежуточная площадка для готовых сборочных единиц; *V* — место для кузова экскаватора; *VI* — место для рукояти; *VII* — место для стрелы рукояти; *VIII* — площадка для разборки и промывки экскаваторов; *IX* — место для стрелы; *X* — механическое отделение; *XI* — комната мастера; *XII* — инструментально-раздаточная кладовая; *XIII* — кладовая деталей; *XIV* — площадка для испытаний отремонтированных сборочных единиц; *XV* — площадка для сборки экскаватора; *1* — верстак; *2* — вертикально-сверлильный станок 2135; *3* — стеллаж; *4* — моечная машина; *5* — вертикально-сверлильный станок 2118; *6* — настольный сверлильный станок; *7* — обдирочно-шлифовальный станок; *8* — вертикально-сверлильный станок 2121; *9* — шкаф; *10, 11, 12, 13* — токарно-винторезные станки; *14* — поперечно-строгальный станок 737; *15* — верстак; *16* —

универсально-фрезерный станок; 17 — горизонтальный гидравлический пресс 350 т; 18 — кран 10 т; 19 — радиально-сверлильный станок; 20 — станок для статической балансировки; 21 — электромасляная ванна; 22 — ванна для промывки; 23 — ванна керосиновая; 24 — лебедка МЭЛ-4,5; 25 — кран 50/10 т; 26 — вертикально-сверлильный станок 2118

Ремонт крупного карьерного оборудования (роторные экскаваторы, отвалообразователи, драглайны и т. д.) выполняют непосредственно в полевых условиях. Восстановление деталей и сборочных единиц производят на ремонтных базах или непосредственно на месте работы (стрелы, рамы, корпуса и т. д.).

Комбинированные базы (ремонтные заводы) могут иметь в своем составе цехи: литейный, кузнечный, термический, металлоконструкции, механический, экскаватороремонтный, электровозо и вагоноремонтный, электроремонтный.

Специализированные ремонтные базы (цехи, ремонтные заводы) имеют структуру, соответствующую типам ремонтируемого оборудования.

Растет ремонтных баз сводится к определению годовой производственной программы предприятия, необходимых площадей, оборудования, штата трудящихся и т. д. Расчет может вестись на основании следующих данных: полной стоимости основного карьерного оборудования (ценностный метод); количества и трудоемкости ремонта оборудования; числа и массы оборудования (весовой метод), подлежащего ремонту.

## **1.2 Методы и средства ремонта и восстановления основных (базовых) деталей горных машин.**

### **Способы восстановления деталей горных машин**

При ремонте горных машин используются три группы деталей: новые, отремонтированные и годные без ремонта. Новые детали поставляются взамен негодных заводами-изготовителями, специальными предприятиями по производству запасных частей или изготавливаются самими ремонтными предприятиями. Годные детали составляют основную группу деталей при ремонте. Процентное соотношение заменяемых и ремонтируемых деталей для одной и той же машины определяется техническими возможностями ремонтных предприятий. В общем случае при решении вопроса о замене или восстановлении деталей, кроме технических возможностей ремонтного предприятия, должна учитываться экономическая целесообразность восстановления деталей. При этом, если удельная стоимость ремонта (приходящаяся на час работы или единицу объема переработанной горной массы) восстановленной детали ниже удельной стоимости покупной или изготавливаемой детали, то целесообразно восстанавливать детали. При одинаковой их удельной стоимости восстановление деталей позволяет сэкономить большое количество металла. Особенно это эффективно при восстановлении деталей, имеющих большую массу и стоимость. У многих быстроизнашивающихся деталей в работе участвует только незначительный слой металла, восстановить который можно во много раз быстрее и дешевле, чем изготовить новую деталь.

Целесообразность восстановления деталей диктуется также большими темпами роста парка горных машин и отставанием производства запасных частей к ним. Кроме того, при снятии с производства (переходе на новую марку) горных машин потребность в запасных частях сохраняется еще продолжительное время. Вместе с тем вопрос об удовлетворении потребности в запасных частях может быть в значительной степени решен за счет широкого использования различных способов восстановления деталей во время ремонта машин.

Восстанавливают размеры деталей, их геометрическую форму, прочность, твердость, герметичность, посадку и т. д. Для этого применяют различные способы восстановления: механическую обработку, сварку и наплавку, металлизацию напылением и т. д.

Одни и те же дефекты деталей могут быть устранены различными способами. Так, например, восстановление деталей, имеющих механический износ, может производиться изменением первоначального номинального

размера изношенной поверхности деталей с одновременным получением ее правильной геометрической формы или получением правильной геометрической формы детали с восстановлением первоначального номинального размера. В первом случае это достигается механической обработкой поверхностей деталей под ремонтный размер или постановкой дополнительных деталей, а во втором — наплавкой, металлизацией и др.

Под рациональным понимают такой способ восстановления, который обеспечивает максимальный срок службы детали и наименьшую стоимость ее восстановления.

Детали горных машин, получившие естественный механический износ, могут быть восстановлены одним из следующих способов: ручной электродуговой наплавкой, автоматической наплавкой под слоем флюса, автоматической вибродуговой наплавкой, механизированной наплавкой в среде углекислого газа и водяного пара, газопламенной наплавкой, плазменной наплавкой, электрошлаковой наплавкой композиционными материалами, механической обработкой под ремонтный размер и дополнительных ремонтных деталей, металлизацией напылением и электролизом, химической обработкой, склеиванием, электрической обработкой металлов, литьем. Рекомендации по использованию этих способов восстановления приведены в таблице 1. Чаще других применяют ручную, полуавтоматическую и автоматическую электродуговую наплавку, восстановление механической обработкой, металлизацией напылением и т. д. Объем сварочных и наплавочных работ достигает 70% общего объема работ при восстановлении деталей. Стоимость восстановления деталей обычно составляет 30—50 % стоимости новой детали, а срок их службы отличается незначительно.

При выборе способа восстановления учитывают конструктивно-технологические особенности деталей (форму, размеры, материал, термообработку, твердость, чистоту и точность обработки поверхности, характер нагрузки и др.), условия их работы, величину износа, а также долговечность, обеспечиваемую способами восстановления, стоимость.

Для оценки выбранного способа восстановления рекомендуется пользоваться технологическим, экономическим и технико-экономическим критериями.

Технологический критерий характеризует возможность применения одного или нескольких технологических способов восстановления, позволяет определить перечень деталей, подлежащих восстановлению одним или несколькими способами. Например, детали цилиндрической формы диаметром

Таблица 1

Наименование деталей	Характер неисправностей	Возможные способы восстановления
Детали с наружными рабочими поверхностями цилиндрической формы: валы всех типов, цапфы, оси, полуоси, ролики, опорные катки, бандаж и др.	Износ по диаметру, искажение геометрической формы, риски, царапины, задиры, выработка, прокат	Ремонтные размеры, дополнительные ремонтные детали, наждажда, металлизация, электролитическое наращивание, пластическое деформирование
Детали с внутренними рабочими поверхностями цилиндрической формы: цилиндры, гильзы, втулки, тормозные барабаны, гнезда для установки подшипников качения	Износы, риски, задиры, царапины, искажение геометрической формы	Ремонтные размеры, дополнительные детали, пластическое деформирование, наплавка, электролитическое и электроискровое наращивание
Корпусные детали	Трещины, пробоины, отколы, облом шпилек, повреждение резьбовых гнезд, коробление	Сварка, пайка, металлизация, электроискровая обработка, полимерными материалами (клей, паста, замазка)
Детали сложной конфигурации: шлицы, кулачки, зубчатые венцы колес, шестерни	Износы по сопрягаемым поверхностям	Шлифовка, наплавка, пластическое деформирование, дополнительные ремонтные детали
Несущие конструкции: балки, рамы, траверсы, кронштейны	Трещины, прогибы, перекосы, скручивание	Переклепка, сварка, пластическое деформирование
Упругие элементы: листовые рессоры, витые, пружины, торсионы	Потеря упругости, излом, уменьшение рабочей длины	Отжиг, слесарно-механическая обработка
Режущие элементы: зубья, лемехи, отвалы и т. п.	Затупление, износ, выбоины, вмятины	Слесарно-механическая обработка, наплавка твердыми сплавами
Неконструктивные элементы: разрушение декоративных и антикоррозийных покрытий	Риски, царапины и другие неисправности покрытий	Нанесение новых покрытий

менее 30 мм нельзя восстанавливать под слоем флюса. Этот критерий является предварительным и не дает количественной оценки способам восстановления.

### **Восстановление деталей способом ремонтных размеров и пластического деформирования**

Способ ремонтных размеров заключается в том, что с поверхности одной из сопрягаемых деталей снимается изношенный слой, и она получает новый ремонтный размер, отличный от номинального. Другая деталь заменяется или восстанавливается под ремонтный размер первой. Так, например, изношенную шейку вала обрабатывают до выведения следов износа и комплектуют с новой втулкой. Ремонт таким образом можно производить несколько раз, причем диаметр вала постепенно уменьшается, а диаметр отверстия детали увеличивается.

Используемые в сопряжениях новые детали должны иметь соответствующие ремонтные размеры.

Особенностью этого способа восстановления деталей является простота и доступность применения в условиях ремонтных мастерских.

При решении вопроса, какую из деталей сопряжения нужно заменить и какую восстанавливать, обычно руководствуются тем, что детали большей стоимости целесообразно восстанавливать, а меньшей — заменять.

Ремонтные размеры могут быть двух видов: стандартные, т. е. заранее установленные, и свободные. Детали со стандартными размерами (поршни, поршневые пальцы, толкатели и др.) изготавливают на заводах выпускающих машины или запасные части.

Под их размер на ремонтных предприятиях заранее обрабатывают сопрягаемые детали, что обеспечивает принцип взаимозаменяемости при сборке и сокращает продолжительность ремонта машин. При свободных ремонтных размерах детали обрабатывают до получения правильной геометрической формы и чистоты рабочей поверхности. Риски, царапины,

микроскопические трещины, оставшиеся на поверхностях, могут быть очагами усталостного разрушения деталей. В зависимости от характера и величины износа такие детали могут иметь различные размеры, и поэтому сопрягаемые детали изготавливают с припуском на окончательную подгонку по месту. При назначении припусков необходимо учитывать характер обработки, тип оборудования, размеры и материалы деталей. При неоднократном восстановлении деталей механической обработкой число ремонтных размеров

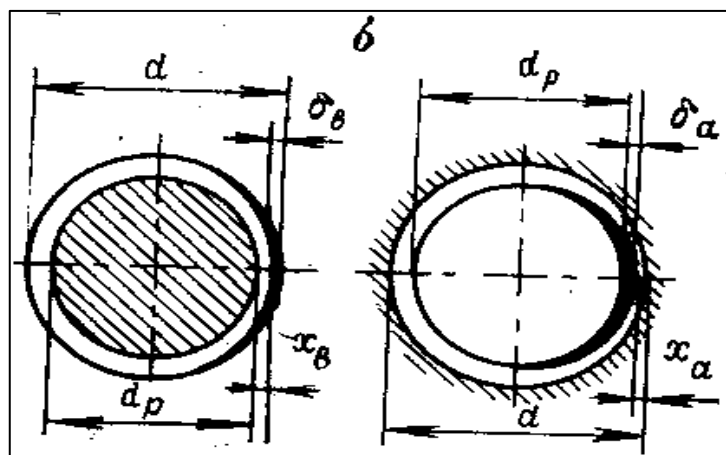


Рисунок 2 - Схема обработки деталей под ремонтный размер: в — для вала; б — для отверстия

может быть различным.

Аналогичным образом может быть построен ряд ремонтных размеров для деталей с отверстием (рисунок 2).

Способ ремонтных размеров широко применяется в условиях ремонтных предприятий и является по сравнению с другими способами наиболее дешевым. Он обеспечивает восстановление сложных и дорогих деталей, взаимозаменяемость в пределах ремонтного оборудования и т. д. Вместе с тем многократное восстановление деталей этим способом уменьшает срок их службы, увеличивает номенклатуру запасных частей и в связи с этим усложняет их ремонт, планирование, хранение;

Процесс механической обработки изношенных деталей во многих случаях значительно сложнее, чем изготовление новых деталей. Это связано с тем, что детали с изношенными поверхностями могут иметь неравномерный износ, наклеп частей, подлежащих обработке, нарушенные установочные базы, остаточные деформации и термическую обработку.

В некоторых случаях у деталей изнашиваются или повреждаются отдельные поверхности (шейки валов, отверстия, резьбы, шлицы и т. д.). Их восстановление производят удалением дефектного слоя или элемента детали и установкой дополнительной ремонтной детали — втулки, стакана, венца, накладки и др. Восстановление сопряжений дополнительными деталями широко применяют на ремонтных предприятиях. Так, например, изношенное отверстие в детали может быть восстановлено растачиванием и установкой втулки, которая затем обрабатывается до необходимого ремонтного размера. При неисправном износе вала у вала-шестерни последнюю отрезают, растачивают в ней отверстие и запрессовывают новый вал. При этом способе восстановления деталей должны производить обязательную проверку их на прочность.

**Восстановление деталей при помощи пластических деформаций** основано на их способности изменять форму и размеры за счет перераспределения металла. При этом металл в холодном или горячем состоянии с нерабочих участков детали перемещают к изношенным поверхностям. Этим способом можно восстанавливать деталь при условии, что перемещение металла не отразится на ее дальнейшей работе.

При ремонте с помощью пластической деформации производят правку, осадку, раздачу, обжатие, обкатку и раскатку роликами, наклеп дробью деталей.

## Восстановление деталей ручной электродуговой сваркой и наплавкой

В ремонтном производстве этот способ получил наибольшее распространение. Он позволяет получать прочное соединение наплавленного металла с металлом детали практически любой толщины, а также с заранее заданными свойствами.

В зависимости от степени механизации процесса электрическую дугую наплавку подразделяют на ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

Ручная наплавка менее производительна по сравнению с автоматической, требует большего расхода металла и электроэнергии. Однако простота и универсальность сварочного оборудования, возможность наплавки деталей в собранной сборочной единице и труднодоступных местах, а также в полевых условиях делают ее незаменимой.

Электродуговую сварку и наплавку можно производить неплавящимся угольным или плавящимся металлическим электродом. В первом случае для образования сварочного шва или наплавленного слоя в электрическую дугу, возникающую между угольным электродом и деталью, вводят присадочный материал в виде прутка. Так восстанавливают детали из чугуна, цветных металлов, наплавляют твердые сплавы. Наплавку угольным электродом производят постоянным током, что ограничивает ее применение. Плавящимся электродом наплавляют детали из углеродистых и легированных сталей, чугуна, цветных металлов, а также твердых сплавов. Наплавку производят постоянным или переменным током.

Производительность электродуговой сварки определяется количеством расплавленного электродного металла  $Q$  в единицу времени:

$$Q = klt$$

(1)

где  $k$  — коэффициент наплавки, при ручной сварке равный 6—18 г/А·ч;

$l$  — сварочный ток, А;

$t$  — время горения, дуги, ч.

Потери металла в виде брызг и паров при ручной электродуговой сварке составляют 5—20% количества наплавленного материала.

При выборе наплавочных материалов исходят из того, что восстанавливаемые поверхности должны иметь первоначальные или выше их прочностные свойства. Для ручной наплавки используют стержневые и трубчатые (порошковые) электроды.

Металлические стержневые электроды изготовляют из стали, вольфрама, чугуна, цветных металлов и сплавов. Широкое применение находят стальные электроды диаметром до 12 мм и длиной 450 мм.



Для сварки мало- и среднеуглеродистых сталей электроды изготавливают из проволок Св-08ГА, Св-ЮГА, Св-10Г2; низколегированных Св-08ГС, Св-08Г2С и др.; высоколегированных Св-06Х14, Св-10Х13 и др.

Стержневые электроды могут иметь стабилизирующие и защитные покрытия.

Стабилизирующие покрытия поддерживают устойчивое горение дуги, а также облегчают ее возбуждение.

Защитные покрытия предохраняют наплавленный слой от кислорода и азота окружающего воздуха, а входящие, в их состав легирующие элементы позволяют получать сварные швы с высокими механическими свойствами.

Восстановление деталей наплавкой производят главным образом до номинальных размеров, поэтому запас прочности деталей не снижается. Технологический процесс наплавки, в общем случае предусматривает очистку поверхностей от ржавчины, окалины, наела, грязи; подготовку под наплавку; наплавку и при необходимости последующую механическую обработку.

Детали с закаленными поверхностями перед наплавкой предварительно отжигают при температуре 750—900 °С с последующим охлаждением. В результате этого уменьшается твердость стали, предел упругости и сопротивление разрыву, но увеличивается вязкость, что обеспечивает прочность наплавляемого металла.

Поверхности, наплавленные твердыми сплавами, отличаются высокой твердостью и износостойкостью. Для наплавки применяют литые твердые сплавы, предоставляющие собой многокомпонентные сплавы, а также зернистые и порошковые смеси, являющиеся механической смесью металлов, которые при наплавке образуют твердые растворы их карбидов. Литые твердые сплавы изготавливают в виде прутков диаметром 3—8 мм или пластин.

Особо высокую твердость наплавленного слоя обеспечивает наплавка поверхностей твердыми сплавами типа сормайт № 1 и № 2, сталинит.

Диаметр электрода, мм	4	5	6	7
Ток, А:				
постоянный .. ..	140—160	180—200	200—225	225—250
переменный .. ..	160—180	220—225	225—250	250—300

Для наплавки быстроизнашивающихся стальных и чугунных деталей, работающих с умеренными ударами, но в условиях интенсивного абразивного износа, можно применять сталинит М - порошкообразный сплав, обеспечивающий твердость наплавленного слоя HRC 52—60. Процесс наплавки ведут постоянным током прямой полярности. При использовании

угольного электрода диаметром 10—12 мм длина дуги при наплавке составляет 4—8 мм, а ток 120—140 А. Толщина наносимого слоя составляет 3—4 мм.

Кроме сварки и наплавки единичным электродом применяют сварку и наплавку пучком электродов, лежащим пластинчатым и трубчатым электродами.

Для ручной сварки и наплавки используют сварочные трансформаторы ТСП-1, ТС-300, ТД-300, СТШ-500, СТП 500, СТН-500, СТН-450; сварочные выпрямители ВД-101, ВД-301, ВОС-300-3, БКС-500; сварочные преобразователи ПСО-300-3; ПСО-500 и др.

Газовой сваркой соединяют ответственные чугунные и тонкостенные стальные детали, а также детали из цветных металлов. При газовой сварке и наплавке нагрев и расплавление металлов; ведут пламенем, получаемым от сгорания различных горючих газов, (ацетилена, водорода, пропана, природного газа), а также паров бензина и керосина в технически чистом кислороде. Чаще других используют ацетилен, который при сгорании дает наиболее высокую температуру. Вместе с тем ацетилен в 15—20 раз дороже промышленных горючих газов. Газовая сварка по сравнению с электродуговой позволяет регулировать температуру нагрева деталей в более широких пределах, однако применение дорогих и дефицитных газов, значительная зона термического влияния, потребность в сварщиках высокой квалификации делают ремонт с ее использованием более дорогим, чем при электродуговой. Сварку и наплавку деталей из стали производят теми же материалами, что и при электродуговой сварке.

На ремонтных предприятиях широко применяются ацетиленовые генераторы низкого давления ГВН-1,25 и среднего ГВР-1,25М. АСМ-1-66. Основным инструментом при газовой сварке служат сварочные горелки, в которых происходит смешивание газа с кислородом.

### **Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса**

Этот способ восстановления применяется для наплавки плоских, цилиндрических, конических и сферических поверхностей деталей. Сущность его заключается в том, что к дуге (рисунок 3), возникающей между электродом и вращающейся деталью 1, непрерывно поступает через мундштук 4 электродная проволока, а из бункера 5—гранулированный флюс 6. Дуга 3 горит под; жидким слоем расплавленного флюса в газовом пространстве 2. Такая оболочка обеспечивает высокое качество наплавки, так как предохраняет расплавленный металл от кислорода и азота воздуха, выгорания легирующих элементов, улучшает формирование: шва, использование тепла дуги и материала электродной проволоки, уменьшает до минимума потери металла на

угар и разбрызгивание (не более 2%). Большая плотность тока (150—200 А/мм<sup>2</sup>) ускоряет процесс расплавления металла.

Для автоматической наплавки используют сварочную и наплавочную проволоки.

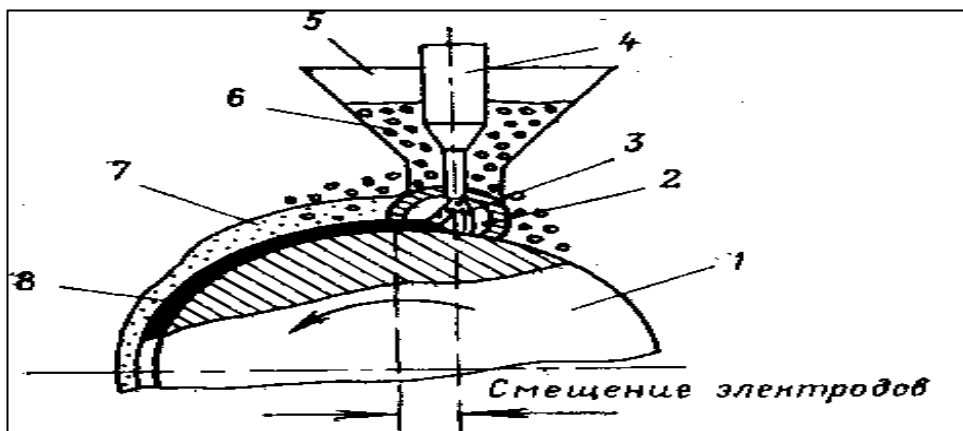


Рисунок 3 - Схема наплавки деталей под слоем флюса:

1 — деталь; 2 — газовое пространство; 3 — дуга; 4 — мундштук; 5 — бункер; 6 — флюс; 7 — шлаковая корка; 8 — шов

В тех случаях, когда требуется получить более точно качество наплавленного слоя, используют порошковые проволоки. В ряде случаев для наплавки больших поверхностей деталей под слоем флюса применяют стальную ленту толщиной 4,2—1,0 мм и шириной 15—100 мм.

Флюсы, используемые для автоматической наплавки, делятся на плавленные и неплавленные (керамические). Плавленные флюсы — сложные силикаты, близкие по свойствам к стеклу. Они аморфны, имеют стеклообразный или пемзовидный вид. Температура плавления флюса не превышает 1200 °С. Основным недостатком этих флюсов является отсутствие в их составе ферросплавов, свободных металлов и углеродистых веществ, что делает их слабыми раскислителями. Несмотря на это, плавленные флюсы получили большое применение. Химический состав плавленных флюсов приведён в таблица 2.

Таблица 2

Компоненты	Состав по массе флюсов марок, %			
	ОСЦ-4 5	АН-34 8	АН-438-А	АН-60
Кремнезем	43 - 45	42,4 - 45	41,0 - 43,5	42,5 - 46,7
Закись марганца	38 - 43	31,5 - 35,5	34,5 - 37,5	37 - 40
Окись кальция	До 5,0	6,5 - 9,5	До 5,5	3,0 - 8,0
Фтористый кальций	-	6,0 - 7,5	3,5 - 5,5	5,0 - 7,5
Окись калия	6,0 - 8,0	1,0 - 1,5	-	-
Окись магния	До 1,0	0,7 - 3,5	5,5 - 7,5	0,5 - 3,0
Глинозем	» 2,5	До 2,5	До 3,0	5,0
Закись железа	» 1,5	» 1,5	» 1,5	До 1,7
Сера	» 0,15	» 0,15	» 0,15	» 0,16
Фосфор	» 0,15	» 0,15	» 0,15	» 0,15

Наплавленный металл может быть легирован при помощи керамических флюсов, включающих в себя такие легирующие компоненты, как феррохром, ферротитан, никель и др. Эти флюсы позволяют получать наплавленный металл различного химического состава. Широкое применение получили керамические флюсы марок К-2, К-П, КВС-19, КС-Х14Р, используемые при восстановлении деталей низкоуглеродистой сварочной проволокой Св-08, Св-08А.

В комплект оборудования для автоматической наплавки деталей под слоем флюса входят: источник тока; устройство для поджигания дуги и ее устойчивого горения, подачи электродов и флюса (автоматическая сварочная головка); устройство для перемещения детали и сварочной головки. В таблице 3 приведена характеристика сварочных автоматов и полуавтоматов.

Таблица 3

Автомат или полуавтомат	Диаметр Сварочный электродной ток, А проволоки, мм		Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Масса, кг
	<i>Сварочные автоматы</i>			
АБС	3000—1000.	3-6	28—225	173
А-874С	До 1500	2,5—6	5-230	285
А-384	1000	3-5	28-219	135
А-409	100—400	1,5—2	78—600	60
А-580М	200—700	1,6—4	78—198	180
	<i>Сварочные полуавтоматы</i>		<i>автоматы</i>	
ПШ-5	150—650	1,6—2	79—100	18,65
ПШ-54	150—650	1,6—2	81—598	23,75
ПДШР-500	280—550	1,6—2	108—420	14,1
ПДШМ-500	280—550	1,6—2,5	108—420	13,6
А—765 (А-936)	140-^450	1,6—3,5	58—582	16,5

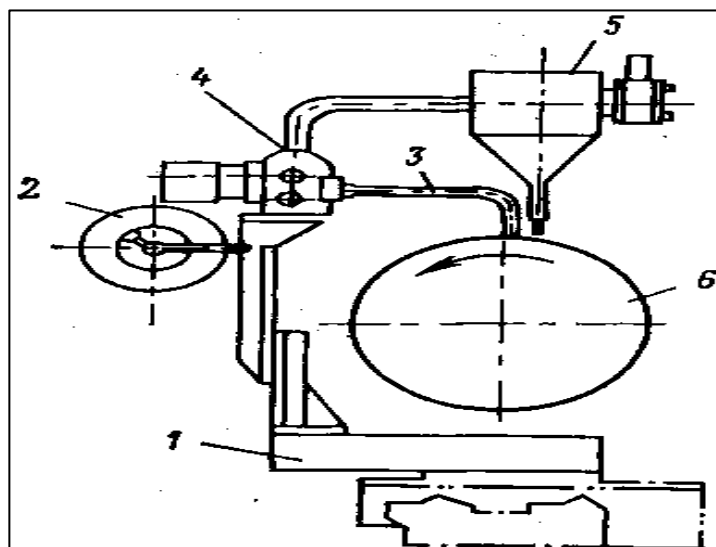


Рисунок 4 - Схема установки для автоматической наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса:

1 — суппорт; 2 — кассета; 3 — мундштук; 4 — сварочная головка; 5 — бункер; 6 — деталь

В качестве источника тока применяют сварочные преобразователи ПСО-500, ПС-1000, ПСМ-1000, сварочные выпрямители ВС-300, ВС-400, ВС-500, ВС-1000, а также сварочные трансформаторы СТШ-500, ТСД-500, ТСД-1000-4.

Для наплавки цилиндрических деталей используют токарно-винторезные станки, в патроне и центре которых крепят деталь 6 (рисунок 4), а на суппорте 1 — сварочную головку. При вращении детали сварочная проволока с кассеты 2 через мундштук 3 поступает в зону дуги, где происходит расплавление металла. Из бункера 5 туда же поступает флюс. За один проход может быть наплавлен слой металла толщиной 6—7 мм.

Плоские детали под слоем флюса наплавляются отдельными валиками вдоль и поперек поверхности. Глубина проплавления должна быть минимальной. Электрод устанавливают к восстанавливаемой поверхности под углом 40—45°, а его вылет находится в пределах 30—35 мм для проволоки диаметром 2—3 мм и 40—50 мм для проволоки диаметром 4—5 мм. Наплавку в основном ведут постоянным током обратной полярности. Режим наплавки устанавливают в зависимости от величины износа детали. При износе

поверхности от 2 до 6 мм рекомендуют использовать электродную проволоку диаметром 1,6—5 мм, ток 160—750 А, напряжение 30—36 В, скорость наплавки 20—30 м/ч скорость подачи электродной проволоки 100—250 м/ч.

Цилиндрические детали чаще всего наплавляют по винтовой линии. Каждый предыдущий валик при этом перекрывает последующий на  $1/2$ — $1/3$  его ширины. Для улучшения качества шва производят смещение электрода от зенита в направлении, обратном вращению детали. Для деталей диаметром 80—300 мм это смещение находится в пределах 5—30 мм. Рекомендуемая сила тока 100—380 А, напряжение 25—32 В, скорость подачи электродной проволоки 50—200 м/ч, скорость наплавки 20—30 м/ч, шаг наплавки 3—6 мм/об.

Основными недостатками автоматической наплавки под слоем флюса являются: изменение структуры и механических свойств металла детали при ее нагревании; трудность наплавки деталей диаметром менее 80 мм из-за стекания металла; высокая стоимость флюсов и специальных электродов, применяемых для получения покрытий большой твердости.

### **Восстановление деталей автоматической вибродуговой наплавкой**

Автоматическая вибродуговая наплавка в струе охлаждающей жидкости находит большое применение при восстановлении деталей. Она отличается от обычной автоматической сварки тем, что ведется колеблющимся электродом. В результате этого деталь прогревается на глубину до 2 мм и температуры 40—80°C. Это позволяет почти без изменения физико-механических свойств и химического состава металла восстанавливать изношенные поверхности.

Процесс наплавки заключается в следующем: к восстанавливаемой детали 1 (рисунок 5), которая вращается в патроне токарного станка, из кассеты 2 через подающий механизм 3 и вибрирующий мундштук 4 поступает электродная проволока. К детали и проволоке подается напряжение.

Вибродуговая наплавка представляет собой чередование очень коротких циклов вибрации электрода, состоящих из разрыва цепи, холостого хода и короткого замыкания. При разрывах дуги происходит мелкокапельный переход металла с электрода на деталь, а появляющаяся сварочная ванна обеспечивает хорошее сплавление электродного материала с основным. При этом происходит небольшой нагрев детали, уменьшается выгорание легирующих элементов электродной проволоки.

Колебания электрода создаются электромагнитным или механическим вибратором с частотой 50—110 кол/с.

Наплавка ведется главным образом на постоянном токе, так как переменный ток не обеспечивает стабильности процесса. В качестве источников тока используют низковольтные генераторы НД 1500/750, НД 1000/500, выпрямители ВСГ-3А. В ремонтном производстве используют наплавочные головки УАНЖ-5, УАНЖ-6, КМ-5/ВК-2, ВГ-3, ВГ-5, ГВМК-2, КУМА-5М, устанавливаемые на суппорте токарного станка. Наплавку применяют для деталей диаметром 15—80 мм. Для наплавки используют углеродистую или легированную проволоку диаметром 1—3 мм.

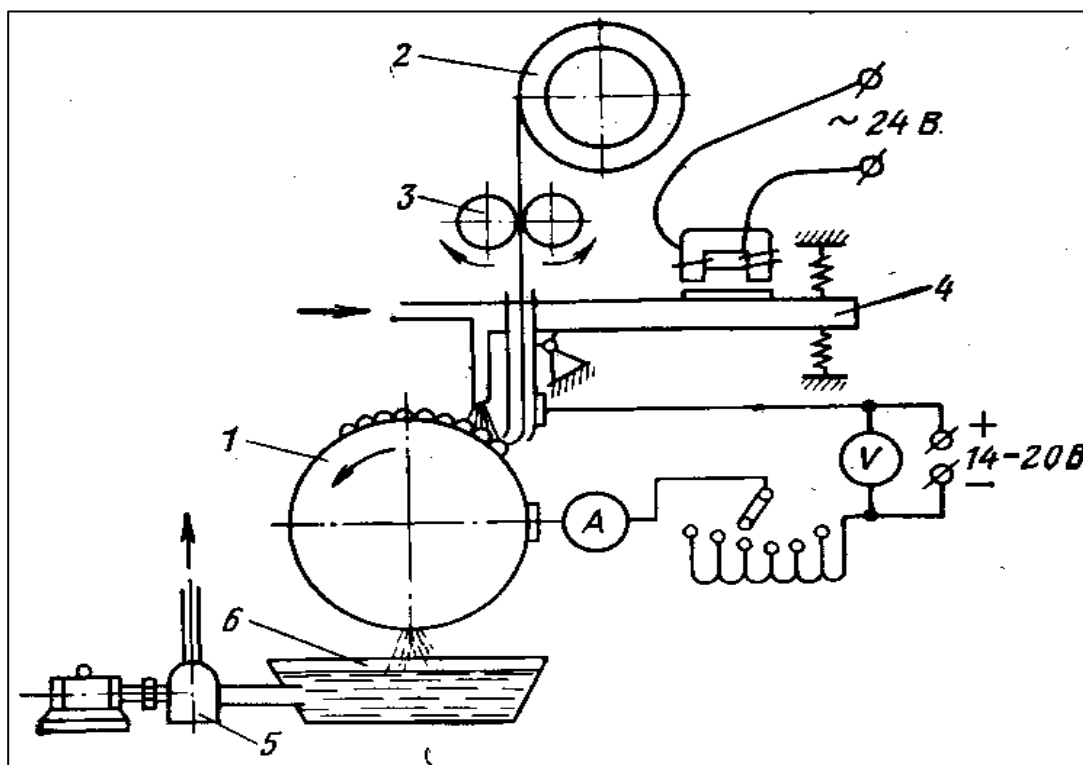


Рисунок 5 - Схема установки для вибродуговой наплавки деталей:  
1-наплавляемая деталь; 2-кассета; 3 - механизм подачи проволоки; 4-вибрирующий мундштук;  
5 — насос; 6 - ванна для жидкости

При вибродуговой наплавке охлаждение жидкостью расплавленного металла создает термические напряжения в наплавленном слое, что способствует образованию микро- и макротрещин. В результате этого усталостная прочность деталей снижается в 2 раза и более. По этим причинам детали, работающие при больших знакопеременных и циклических нагрузках, не восстанавливают вибродуговой наплавкой.

В последние годы получила применение вибродуговая наплавка под слоем флюса с охлаждением водой.

## Восстановление деталей наплавкой в среде углекислого газа и плазменной струей

Восстановление деталей в среде защитных инертных газов (аргона, гелия, углекислого газа и др.) обеспечивает высокое качество наплавки. Она по сравнению с вибродуговой наплавкой имеет ряд преимуществ (отсутствие трещин, высокая твердость и износостойкость наплавленного слоя, высокая производительность).

Процесс наплавки (рисунок 6) протекает следующим образом. К электродной проволоке 7, поступающей непрерывно в зону плавления металла, а также детали, подается ток. Между электродом и деталью горит электрическая дуга. Одновременно из баллона, по шлангу, через сопло поступает углекислый газ, вытесняющий воздух из плавильного пространства и изолирующий жидкий металл 2 от его вредного воздействия. При наплавке углекислый газ сам разлагается на окись углерода и кислород, и поэтому для локализации реакции окисления углерода в сварочную ванну вводят раскислители (кремний, марганец и др.), содержащиеся в сварочной проволоке. Для наплавки используют углеродистую и легированную проволоки диаметром 0,8—2,5 мм Св-12ГС, Св-08ГС; Св-08Г2С, Х13, Х17, Св-18ХМА, Св-30ХГСА, Св-10Х13. Наплавку ведут с помощью специального оборудования или обычных шланговых полуавтоматов и наплавочных аппаратов с головками. Хороший эффект дает применение наплавочных головок А-384, А-590.

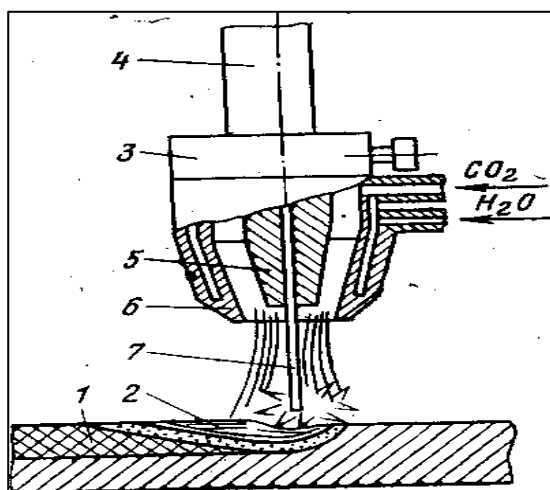


Рисунок 6 - Схема наплавки в среде углекислого газа:

1 — наплавляемый металл; 2 — жидкий металл; 3 — горелка; 4 — мундштук; 5 — наконечник; 6 — сопло горелки; 7 — электродная проволока

Наплавку цилиндрических деталей производят на токарных станках, где на суппорте устанавливают наплавочную головку, оборудованную сменным на-



конечником и газовым соплом. Процесс ведется на постоянном токе обратной полярности.

Углекислый газ для наплавки получают из сжиженной пищевой или осушенной углекислоты.

Восстановление деталей в среде углекислого газа используют для

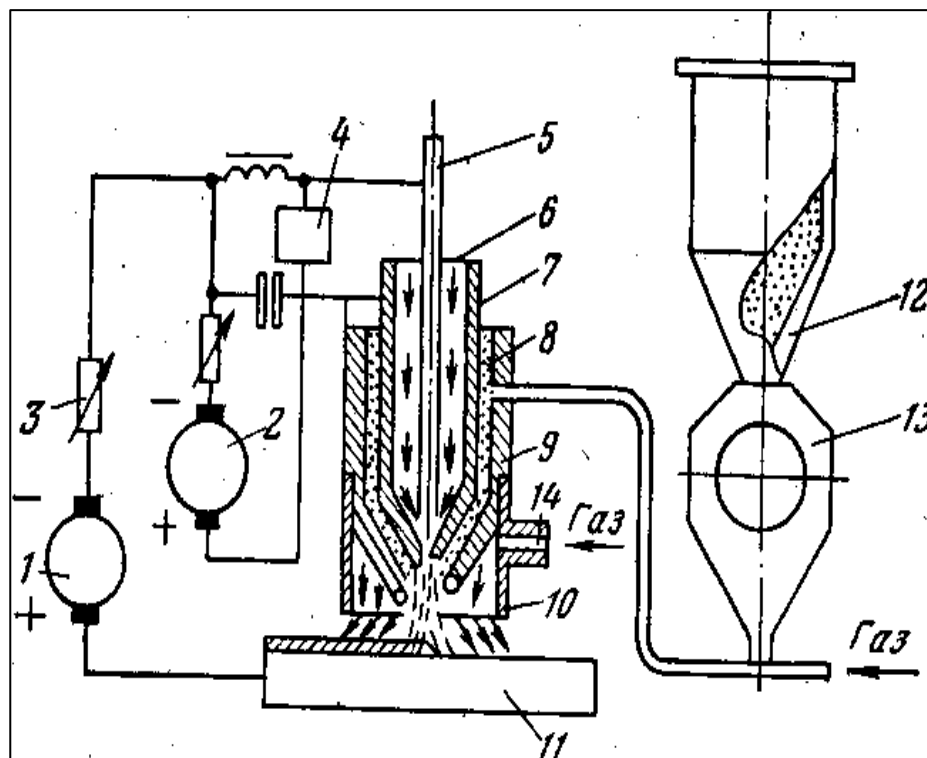


Рисунок 7 - Схема установки для плазменной наплавки:

1 — источник питания открытой дуги; 2 — источник питания закрытой дуги; 3 — балластный реостат; 4 — осциллятор; 5 — электрод; 6 — канал для плазмообразующего газа; 7 — внутреннее сопло; 8 — порошок; 9 — наружное сопло; 10 — защитное сопло; 11 — восстанавливаемая деталь; 12 — емкость для порошка; 13 — питатель; 14 — канал для защитного газа

наплавки цилиндрических и плоских поверхностей деталей, сварки тонких листов. Наплавленный слой может иметь толщину 0,8—1,5 мм. На качество наплавленного шва значительное влияние оказывает вылет электрода, зависящий от удельного электрического сопротивления проволоки, ее диаметра и величины тока. Для электродной проволоки диаметром 0,5—1,2 мм вылет электрода принимается 8—15 мм.

Величина сварочного тока зависит от скорости подачи электродной проволоки.

К недостаткам наплавки деталей в среде углекислого газа следует отнести невысокие механические свойства наплавленного слоя и большие потери металла в результате разбрызгивания (5-20%).

При плазменной наплавке источником тепла служит струя плазмы — ионизированное газообразное вещество, получаемое вдуванием в электрическую дугу газов аргона или гелия. Температура плазменной струи достигает 18000°С. Схема установки для плазменной наплавки деталей с вдуванием порошка в дугу приведена на рисунок 7. От источника питания 2 зажигается закрытая дуга между вольфрамовым электродом 5 и внутренним соплом 7. Открытая дуга между электродом и восстанавливаемой деталью зажигается от источника питания 1. Порошок 8 для наплавки поступает из емкости 12 через питатель 13 в конический зазор между соплами 7 и 9 с помощью транспортирующего газа. Плазмообразующий газ подается в канал 6, Попадая в плазменную струю, порошок нагревается, плавится и наносится на поверхность детали. Транспортирующий газ, кроме подачи порошка, концентрирует дугу, создает условия для увеличения температуры плазменной струи и охлаждения наружного сопла. Защитный газ, поступающий по каналу 14, изолирует место наплавки от влияния окружающего воздуха. Автоматический запуск горелки облегчается с помощью осциллятора 4. В закрытой и открытой дугах сила тока изменяется под действием балластных реостатов 3. В качестве источников тока для открытой дуги используются два последовательно включенных преобразователя ПСО-500 или выпрямитель НПН-160/600, а для закрытой дуги — сварочные преобразователи С-300. Кроме аргона и гелия, в качестве плазмообразующих газов могут быть использованы азот, водород и др. В таблица 3 приведен химический состав порошка для плазменной наплавки.

Таблица 3

Марка порошка	Содержание элементов, %					
	С	Cr	Si	В	Fe	
ФБХ-6-2	3,5 - 5,5	32 - 37	1,0 - 2,5	1,5 - 2,2		Остальное
ПГ-ХН80СР2	0,3 - 0,6	12 - 15	1,5 - 3,0	1,5 - 2,5	5	
ПГ-ХН80СР3	0,4 - 0,8	12 - 16	2,5 - 4,5	2,0 - 3,0	5	»
ПГ-ХН80СР4	0,6 - 1,0	13 - 17	3,0 - 5,0	2,5 - 4,0	5	

Содержание в порошках бора и кремния позволяет получать тонкослойную в 0,4 мм, твердую и износостойкую наплавку. Вместо порошка может быть

использована сварочная проволока. Легкоплавкие металлы при плазменной наплавке могут наноситься на более тугоплавкие (медь на сталь и др.).

### Восстановление деталей металлизацией

Металлизацию применяют для нанесения покрытий на детали различной конфигурации при восстановлении изношенных поверхностей и исправлении литейных дефектов, для повышения жаростойкости, теплопроводности и электропроводности, при нанесении защитно-декоративных покрытий.

Сущность процесса заключается в том, что расплавленный металл под действием струи инертного газа или воздуха распыляется на частицы размером от 3 до 300 мкм и со скоростью 100—300 м/с наносится на подготовленную поверхность. Соединение наносимого металла с основным происходит за счет механических и частично молекулярных связей, а также вследствие усадки покрытий при охлаждении. Покрытие представляет собой пористый, хрупкий слой металла сравнительно высокой твердости и низкой механической прочности.

Слой хорошо пропитывается смазкой и при небольших удельных нагрузках имеет довольно высокую износостойкость, а при больших удельных нагрузках он разрушается. В процессе металлизации деталь нагревается до температуры 130—220 °С, что не вызывает структурных изменений в металле. Это является главным достоинством этого способа.

Толщина покрытия в зависимости от назначения может быть от 0,3 до 10 мм. Цилиндрические детали подвергают металлизации на токарных станках, а плоские на специальных установках.

Для напыления используют стальную, медную, латунную, алюминиевую проволоку диаметром от 1 до 5 мм.

В зависимости от способа расплавления металла металлизация может быть газовой, электрической, высокочастотной и плазменной.

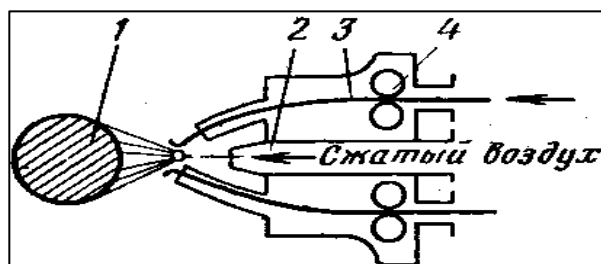


Рисунок 8 - Схема работы электрометаллизационного пистолета

В ремонтном производстве наиболее широкое применение получила электрическая металлизация. Восстанавливаемый вал 1 (рисунок 8) устанавливается в патроне токарного станка, а устройство для напыления на суппорте. В зону расплавления проволока 3 поступает с помощью роликов 4. Сжатый воздух, выходя из сопла 2, распыляет расплавленный металл и наносит его на деталь. К сварочной проволоке подается ток от трансформатора.

При нанесении покрытия на вал  $\varnothing$  100 мм стальной проволокой 1,2 мм для металлизатора ЭМ-6 рекомендуется следующий режим: ток 70—80 А, напряжение 22 – 30 В, давление воздуха 0,5 – 0,6 МПа, скорость подачи проволоки 2,2 м/мин, расстояние от сопла до поверхности детали 120 мм, частота вращения вала 60 об/мин, скорость продольной подачи металлизатора 1,5 мм/об.

Потери электродного материала при наращивании цилиндрических деталей электрической металлизацией достигают 40—60 %.

Для повышения прочности сцепления напыленного слоя с основным металлом поверхность детали подвергают пескоструйной обработке или обдувке стальной крошкой.

### **Восстановление деталей электролитическими и химическими покрытиями**

Электролитические покрытия применяют для восстановления деталей с незначительным износом. По сравнению с наплавкой процесс протекает практически без нагрева детали и не вызывает структурных изменений металла. В основу процесса положен электролиз металлов.

В ремонтном производстве получили широкое применение электролитическое хромирование и осталивание, реже никелирование, меднение, цинкование.

Хромирование применяют для получения покрытий небольшой толщины, обладающих высокой твердостью, износостойкостью. Детали, покрытые хромом, не чувствительны к нагреву до 400 °С, срок их службы повышается в несколько раз.

В качестве электролита применяют хромовую кислоту.

Процесс хромирования ведут при плотности тока 15—10 кА/м<sup>2</sup>, напряжении 6-9 В и температуре 35—70 °С. С изменением этих параметров изменяется цвет осадка.

Для нанесения хромовых покрытий поверхности деталей очищают от грязи и масла и обезжиривают электролитическим или химическим способом.

Электролитическое обезжиривание ведут в течение 1—2 мин в растворе состава, г/л: едкого натра NaOH 30—50, соды кальцинированной Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 50—75, растворимого стекла Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 2—3 при плотности тока 6—10 кА/м<sup>2</sup>, температуре 60—70 °С

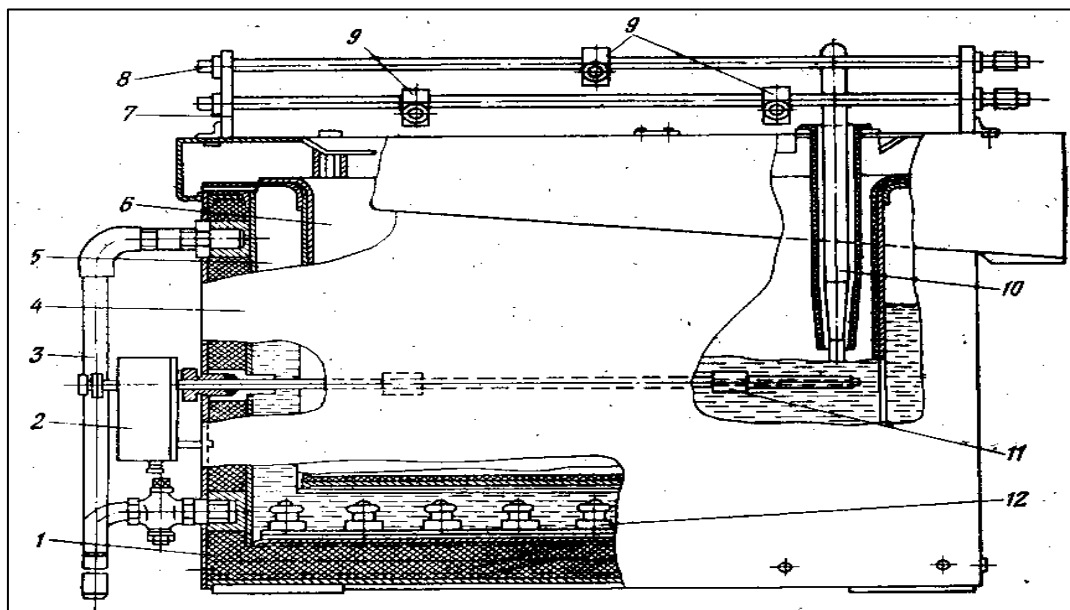


Рисунок 9 - Ванна для хромирования деталей:

1 - теплоизоляция; 2 - терморегулятор; 3 - трубка уровня масла; 4 - кожух; 5 - емкость для масла; 6 - емкость для электролита; 7 - изолирующие прокладки; 8 - стойки; 9 - поперечина; 10 - термометр; 11 - термопара; 12 - нагревательный элемент

При химическом обезжиривании детали промывают в бензине или в водном щелочном растворе. Раствор нагревают до температуры 60—70 °С и выдерживают в нем детали 3—5 мин.

Хромирование деталей в горячих электролитах ( $57 \pm 1^\circ \text{C}$ ) ведут в ванне (рисунок 9) состава, г/л; хромового ангидрида 150—200; серной кислоты при плотности тока 6 кА/м<sup>2</sup> (для деталей, работающих на истирание) и 2,5—4,0 кА/м<sup>2</sup> (для деталей, подвергаемых ударной нагрузке) — 1,5—2. Примерная скорость отложения хрома составляет 0,04 мм/ч. После хромирования детали промывают и подвергают тепловой обработке в масляной ванне в течение 1,6—3,0 ч при температуре 160—180 °С

Холодное хромирование ведут в тетрахроматных электролитах состава, г/л: хромового ангидрида 300—400; едкого натра 40—50; серной кислоты 2—2,5; сахара при плотности тока 5—10 кА/м<sup>2</sup> и температуре 17—23 °С.

Толщину слоя металла  $h$  (мм), осаждаемого на поверхности детали, определяют по формуле

$$h = \frac{C D_k t a}{10^5 \rho}$$

(2)

где  $C$  — электрохимический эквивалент выделяющегося на катоде вещества, г/А·ч (для хрома  $C=0,323$ , железа  $C = 1,043$ );

$$D_k = \frac{I}{S} - \text{плотность тока, А/м}^2;$$

$S$  — площадь катода, м<sup>2</sup>;

$I$  — сила тока, А;

$t$  — продолжительность электролиза, ч;

$a$  — выход по току (отношение действительного осажденного количества металла к теоретическому, для хрома  $a = 13,5-15$ ), % ;

$\rho$  — плотность осаждаемого металла, г/см<sup>3</sup>.

Детали, покрытые хромом, имеют плохую смачиваемость, что снижает их износостойкость. Для удержания смазки на трущихся поверхностях применяют пористое хромирование, заключающееся в том, что на этих поверхностях создают различными способами (механическим, химическим, электрохимическим) углубления в виде пор или каналов для сбора смазки.

Основным недостатком процесса хромирования является длительность процесса, нецелесообразность восстановления деталей, имеющих износ более 0,5 мм, так как при этом понижается износостойкость покрытия, низок (12—13 %), к.п. д. хромовых ванн.

Осталиванием получают прочные износостойкие покрытия толщиной от 1 мм и более, по своим свойствам приближающиеся к свойствам незакаленной углеродистой стали. Большая скорость электролитического осаждения (0,013—0,26 мм/ч), высокий выход по току (75—95%), а также меньшая стоимость компонентов, входящих в состав электролитов, выгодно отличают осталивание от хромирования.

Наибольшее применение получил хлористый электролит. Введением в него различных присадок (хлористого марганца, хлористого натрия и др.) улучшают качество покрытий. При осталивании используют растворимые аноды из малоуглеродистой стали.

Микротвердость осталенных поверхностей изменяется в пределах НВ 150—600. С повышением плотности тока и понижением температуры электролита твердость покрытий увеличивается.

В общем случае технологический процесс осталивания состоит из очистки и обезжиривания поверхности детали, анодного травления, непосредственного осталивания, промывки и контроля качества поверхности.

Обезжиривание ведут в ванне следующего состава, г/л: едкого натра NaOH — 20; кальцинированной соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> — 25; тринатрийфосфата Ka<sub>3</sub>P0<sub>4</sub>12H<sub>2</sub>0 — 25 и растворимого стекла Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> — 5 при плотности тока 2—3 кА/м<sup>2</sup> и температуре 70—80° С в течение 5—6 мин. Затем детали промывают в горячей воде.

Электролитическое анодное травление производится в ванне состава, г/л: серной кислоты H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 360—400; сернокислого железа FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>0 10—20 при температуре 15—20 °С и плотности тока 2,5—3,0 кА/м<sup>2</sup> в течение 1—2 мин.

Осталивание выполняют в ванне состава, г/л: хлористого железа FeCl<sub>2</sub> 250—300; соляной кислоты HCl 1,0—1,5; хлористого марганца MnCl<sub>2</sub>—10. Плотность тока, начиная с 0,5 кА/м<sup>2</sup>, постепенно повышают до 4,0 кА/м<sup>2</sup>. Температура электролита изменяется от 60 до 90 °С.

После осталивания и промывки детали подвергают обезжириванию для нейтрализации кислоты в электролите состава, г/л: едкого натра NaOH 20—30; растворимого стекла Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 10—20; кальцинированной соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 25—30 при температуре 60—70°С в течение 3—4 мин.

Затем для удаления водорода, находящегося в слое покрытия, детали нагревают в течение 10—15 мин в масляной ванне при температуре 100—150 °С.

Недостатками процесса осталивания являются: необходимость систематического корректирования электролита, а также использование для повышения твердости покрытий цементации и хромирования.

Промышленное применение получило также восстановление деталей методом холодного осталивания на асимметричном переменном токе.

Восстановление крупных деталей можно производить методом струйного осталивания и хромирования. Для этого деталь помещают над ванной, а к месту восстановления подводят электрический ток и подают электролит.

Восстановление деталей химической обработкой позволяет повышать их износостойкость и защищать от коррозии. Наибольшее применение получило химическое никелирование, которое протекает без применения электрического тока, не требует специального оборудования, образует равномерное покрытие по толщине.

Химическое никелирование рекомендуется для восстановления ответственных, малоизнашиваемых деталей, таких как плунжерные пары, валы топливных насосов, поршневые пальцы и др.

Для химического никелирования стальных деталей применяют растворы составов, г/л: сернокислого никеля  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 30; гипофосфита натрия  $\text{NaH}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — 22; уксуснокислого натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  — 10; хлористого никеля  $\text{NiCl}_2$  — 22.

Недостатками химического никелирования являются: низкая производительность процесса (15—30 мкм/ч), сложные, дефицитные и дорогостоящие реактивы.

### Восстановление деталей полимерными материалами и клеями

Полимерные материалы используются для нанесения покрытий на изношенные или поврежденные поверхности, склеивания деталей, заделки трещин. Восстановленные поверхности отличаются прочностью, водобензостойкостью, кислотощелочестойкостью, коррозионной стойкостью. К их недостаткам можно отнести низкие теплопроводность, теплостойкость, твердость, наличие остаточных внутренних напряжений, а также изменение физико-механических свойств с изменением температуры, времени и т. д. Вместе с тем небольшая трудоемкость и себестоимость восстановления деталей позволяют широко использовать в ремонтном производстве пластмассы на основе эпоксидных смол, полиамидные смолы, различные клеи.

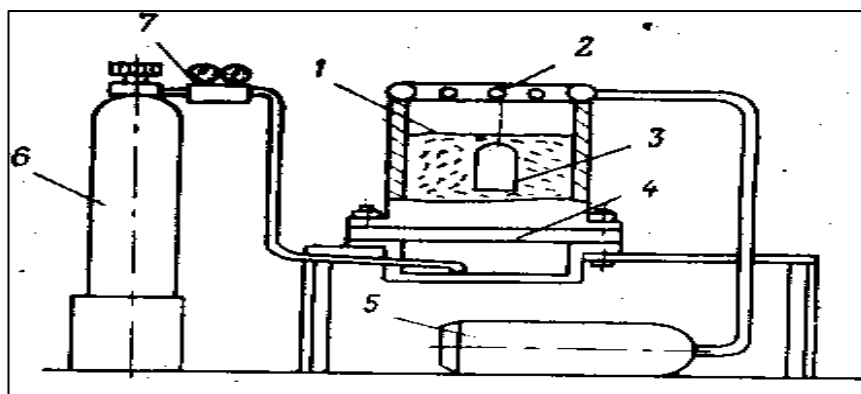


Рисунок 10 - Схема установки для нанесения полимерных покрытий в псевдооживленном слое:

- 1 — покрываемая деталь; 2 — вытяжное устройство; 3 — камера;  
4 — пористое дно; 5 — пылесос; 6 — баллон; 7 — редуктор



Составы на основе эпоксидных смол ЭД-5, ЭД-6 применяют для заделки внутренних и наружных трещин в корпусных деталях, закрепления втулок и т. д.

Полиамидные смолы (капрон, поликапронлактан, смолы П-6, П-54) термопластичные материалы, имеющие высокую износостойкость и прочность. Их применяют для изготовления зубчатых колес, втулок, нанесения износостойких покрытий.

Нанесение покрытий можно производить газопламенным напылением, напылением в псевдосжиженном слое.

Газопламенное напыление заключается в том, что на поверхность нагретой детали с помощью сжатого воздуха наносят расплавленный порошок капрона, полиэтилена и т. д.

Для нанесения покрытия в псевдосжиженном слое (рисунок 10) нагретую до определенной температуры деталь помещают на некоторое время в вихревую камеру установки. В камере порошок полимерного материала частицами размером 0,1—0,25 мм за счет воздуха или инертного газа находится во взвешенном состоянии. При оседании частиц на поверхность детали они плавятся и образуют ровное покрытие толщиной до 1,5 мм.

### **Проектирование технологического маршрута восстановления деталей**

В условиях ремонтных предприятий технологические процессы разрабатывают в основном при ремонте изношенных деталей или изготовлении новых. Если при изготовлении новых деталей объектом обработки является металл, из которого делают заготовки, то при ремонте объектом обработки становятся детали с измененными размерами, формой и свойствами поверхности, что связано с известными трудностями:

Цель технологического процесса восстановления детали заключается в возвращении ей утраченной работоспособности наиболее рациональным способом, т.е. обеспечивающим необходимую долговечность детали при наименьшей стоимости ее восстановления.

Процесс восстановления деталей целесообразно организовывать партиями, которые комплектуют по следующим признакам: наименованию деталей, имеющих как общие, так и различные дефекты; наличию на одинаковых деталях определенных сочетаний разных дефектов; общности (однотипности) дефектов различных деталей. В соответствии с этим каждому способу комплектации соответствует и определенный технологический процесс.

При подефектной технологии восстановления партии деталей комплектуют только по наименованию, без учета их однотипности и

имеющихся дефектов. Для устранения каждого вида дефекта разрабатывают свою технологию. Это делает нецелесообразным запуск в производство больших партий деталей, использование специализированного оборудования и инструмента. Движение деталей по участкам усложняется, возрастают продолжительность цикла восстановления и стоимость работ. По этим причинам подефектную технологию применяют только в единичном и мелко-серийном производствах.

При маршрутной технологии технологический процесс разрабатывают на устранение определенного сочетания дефектов. При этом устанавливают наиболее выгодную последовательность выполнения технологических операций и кратчайший маршрут движения деталей по цехам. Поскольку детали горных машин имеют различные дефекты и возможны различные способы их устранения, сочетание таких дефектов, как правило, не может быть охвачено одним маршрутом с одним технологическим процессом. В этой связи для определенного сочетания дефектов и, следовательно, каждого маршрута разрабатывают свой технологический процесс на участке контроля деталей. Для определения сочетания дефектов составляют карту дефектации, где указаны все возможные их дефекты (износ, излом, трещины, изгиб и др.).

Общее количество маршрутов для деталей данного наименования должно быть минимальным (не более пяти), в противном случае затрудняются планирование и учет производства, требуется увеличение складских помещений и т. д. Использование маршрутной технологии восстановления деталей целесообразно на крупных специализированных предприятиях, где есть возможность создания условий крупносерийного или массового производства.

Групповая технология, основанная на принципах типизации технологических процессов, заключается в том, что детали машин классифицируют по общим конструктивным и технологическим признакам, важным для выполнения восстановительных операций. При этом все детали разбивают на классы и группы. В каждой группе технологический процесс разрабатывают только для детали-представителя, характеристики и дефекты которого наиболее полно отражают эту совокупность у других деталей этой группы. Пример такой классификации деталей приведен ниже (таблица 4). Здесь каждой детали в группе соответствует определенное сочетание дефектов.

Таблица 4

Класс деталей	Группа деталей	Наименование (номер) дефекта	Возможное сочетание дефектов деталей в группе
Валы	Гладкие	Прогиб (1)	1, 2, 4
	Ступенчатые	Износ шеек под сопряженные детали — подшипники, шкивы и т. д. (2)	1, 2, 4, 5
	Шлицевые	Износ шлицев (3) Износ шпоночных канавок (4) Износ и срыв резьбы (5)	1, 2, 3, 5
Втулки	Гладкие	Износ внутренних поверхностей (1)	1, 2
	С наружным бортом	Износ наружных поверхностей (2)	1, 2, 3
	Гильзы	Износ борта (3)	1, 2.
Зубчатые колеса	Цилиндрические	Износ и повреждение зубьев (1)	1, 2, 3, 4
	Конические	Износ посадочных мест под сопряженные детали (2)	1, 2, 3, 4
	Венцы червячные	Износ торцов (3)	2, 3
	Шестерни с валом	Изломы, трещины (4)	1
Барабаны	Шкивы	Износ посадочных отверстий (1)	1, 3, 4
	Барабаны	Износ зубьев звездочек и кулачков в муфтах (2)	1, 3, 4
	Звездочки		1, 2, 4
	Ролики	Износ или повреждение наружных поверхностей (3)	1, 3, 4
	Муфты кулачковые	Трещины, изломы (4)	1, 2, 4

Групповая технология создает широкие возможности для использования групповых приспособлений и оборудования для восстановления групп деталей, что сокращает номенклатуру и количество оснастки и снижает трудовые затраты. Групповые технологические процессы применяют для организации поточного метода восстановления деталей.

Для разработки технологического процесса восстановления детали необходимо иметь следующие исходные данные: годовую программу ремонтируемых деталей, рабочий чертеж детали, чертеж сборочной единицы, в которую входит восстанавливаемая деталь, классификацию деталей с указанием сочетания встречающихся дефектов и способов их устранения, характеристику способов восстановления, каталоги оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструмента, справочные данные по материалам, режимам восстановления, нормам времени и т. д.

Проектируют технологические процессы восстановления в следующей последовательности: знакомятся с геометрической формой, размерами и

материалом детали, характером и величиной дефектов, условиями эксплуатации;

выбирают и оценивают способ восстановления;

устанавливают последовательность выполнения всех видов работ, выбирают необходимое оборудование, приспособления, инструмент;

выбирают материалы и соответствующие режимы восстановления;

контролируют соответствие качества поверхности детали рабочим чертежам;

определяют квалификацию рабочих и нормы времени на выполнение ремонтных работ.

Наиболее ответственным этапом разработки технологического процесса является выбор и оценка способов восстановления детали, которые производятся с помощью ряда критериев.

При выборе рационального способа восстановления деталей горных машин используют следующие критерии: технологический, долговечностный и технико-экономический.

Технологический критерий характеризует возможность применения одного или нескольких технологических способов восстановления, позволяет определить перечень деталей, подлежащих восстановлению тем или иным способом. Этот критерий не выражается числом и считается предварительным.

Критерий долговечности позволяет оценивать способы восстановления с точки зрения обеспечиваемой ими работоспособности деталей.

Наиболее рациональным нужно считать тот способ, который обеспечивает, наибольшую долговечность восстанавливаемой детали. Вместе с тем каждому способу восстановления присущи свои характерные свойства, определяющие долговечность деталей. Так, для способа ремонтных размеров таким свойством будет износостойкость, для способов металлопокрытий — прочность сцепления, покрытий с основным металлом, износостойкость и усталостная прочность. Критерий долговечности выражается через коэффициент долговечности  $K_d$ , т. е. отношением срока службы отремонтированной детали к сроку службы новой детали.

Технико-экономический критерий позволяет окончательно решить вопрос о выборе способа восстановления детали. Так, если на деталях, входящих в группу неподвижных соединений, при восстановлении должен наращиваться слой толщиной 0,02—0,08 мм, то целесообразно применять электроискровое наращивание и осталивание; при восстановлении деталей, входящих в группу подвижных соединений и работающих в условиях трения скольжения при толщине наращиваемого слоя до 1 мм, рационально хромирование и твердое

остаивание; при толщине наращивания до 2 мм лучше всего вибродуговая наплавка и металлизация; при восстановлении деталей, входящих в группу подвижных соединений и работающих в условиях трения качения, при толщине наращиваемого слоя 2,5—3 мм рекомендуется применять вибродуговую наплавку, свыше 3 мм — автоматическую электродуговую сварку под слоем флюса или вибродуговую наплавку.

### Ремонт металлических конструкций

Металлоконструкции горных машин (стрелы, рамы, балки рукоятей, ковши, платформы и др.) в процессе работы подвержены значительным статистическим и динамическим нагрузкам.

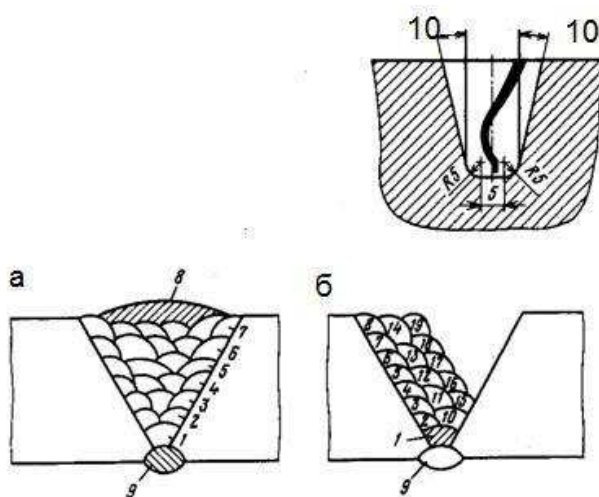


Рисунок 11 Схема разделки несквозных трещин, а также последовательность (показана цифрами) сварка стыка *a* и заварка трещин *б* при многослойной сварке.

Их отказы в большинстве случаев являются тяжелыми, устранение которых связано с длительным простоем машин.

При эксплуатации в металлоконструкциях могут возникать следующие повреждения и дефекты: трещины в элементах конструкции и в сварных швах, изгибы элементов, вмятины и разрывы в листовых элементах, срез и ослабление заклепок и болтов. Наиболее часто трещины появляются в местах концентрации напряжений, т. е. в местах подрезов, резких переходов и др.

В настоящее время применяют следующие методы ремонта металлоконструкций: вырубивание дефектных сварных швов и укладка новых, разделка трещин в элементах и их заварка с установкой при необходимости накладок, правка изогнутых элементов в холодном состоянии и с подогревом,

замена заклепок и подтягивание болтов. Если в элементе металлоконструкции находится несколько различных дефектов, то его заменяют на новый.

В процессе капитального ремонта металлоконструкции разгружаются от тяжелых механизмов и противовесов. Оси металлоконструкции (стрел) выравниваются в вертикальной и горизонтальной плоскостях. После этого приступают к осмотру и ремонту.

Технологический процесс ремонта металлоконструкций с трещинами включает операции разделки и заварки трещин, контроль наплавленного металла. Несквозные трещины разделявают (вырубает) на глубину большую, чем сама трещина (рисунок 11) неглубокие трещины разделявают при помощи пневматических зубил, а глубокие вырезают ацетилено - кислородным пламенем. Сквозные трещины разделяют на всю толщину металла и по их концам сверлят отверстия для снижения концентрации напряжения и предупреждения дальнейшего распространения. При толщине металла 16—20 мм профиль заделки должен иметь V - образную форму, а при большой толщине — X - образную. Шов должен быть чистым, ровным с плавными переходами наплавленного металла в основной металл.

Сварку металлоконструкции на ремонтной площадке производят ручным или полуавтоматическим способами, а на ремонтном заводе — преимущественно автоматическим. Сварку выполняют аттестованные сварщики. В многослойных швах каждый последующий шов накладывают после очистки от шлака и осмотра предыдущего. Сварочные работы при отрицательных температурах выполняют в исключительных случаях. При температуре окружающей среды ниже —15°С сварка запрещается.

Заварку трещин в средней части элемента металлоконструкции можно производить от середины трещины к ее концам или от концов к середине. Для уменьшения внутренних напряжений целесообразен предварительный нагрев концов трещин до температуры 250—260 °С. Последовательность сварки стыка и заварки трещины при многослойной сварке ясна из рисунок 11, где цифрами обозначена последовательность наложения сварочных валиков. Сварка ведется качественными электродами, тип и марку которых выбирают в зависимости от марки свариваемой стали и условий работы металлоконструкции. Так, для сварки несущих конструкций из углеродистых сталей, работающих при температуре до - 40° С, применяют марки электродов УОНИ 13/45, СМ-11, МР-3, ОЗС-3, ОЗС-4, УП-1/45, АНО-2, АНО-3 для сварки несущих конструкций из углеродистых горячекатаных нормализованных и термоупрочненных сталей, работающих при обычных температурах, — УОНИ 13/45, УОНИ 13/65, ДСК-50, УП-1/55, УП-2/55. Сварка и наплавка ведется постоянным током электродами диаметром 3, 4, 5 и 6 мм.

Ремонт ковшей включает в себя восстановление корпусов, зубьев, кронштейнов и т. д. Трещины в передней стенке ковша заваривают аустенитовыми электродами, а изношенные места наплавляют электродами ОГМ, ОМГН и др. При ремонте ковшей сварочно-литой конструкции заменяют усиливающий пояс, верхнюю отливку и другие детали. В проушинах часто заменяют изношенные втулки. Ремонт днища ковша заключается в замене стального листа на днище, поломанной петли. При поломке двух петель днище не ремонтируют. Небольшие вмятины в листах выправляют. Большие вмятины и места скопления трещин в листах вырезают и устанавливают заплаты. Отдельные трещины заваривают. При значительном износе режущей кромки ковша (150—200 мм) к козырьку приваривают накладки, которые затем наплавляют электродами Т-590, Т-620 (цифровые индексы в обозначении — средняя твердость наплавленного слоя по Бринеллю). У ковшей многоковшовых экскаваторов с цепным днищем кроме корпуса ремонтируют или заменяют само днище и, часто, проушины крепления зубьев цепи к корпусу.

Иногда при ремонте стрел и рам возникает необходимость установки вставок в листы металлоконструкции. Вставку вырезают в соответствии с конфигурацией контура, разделяют стенки листа и прихватывают сваркой в нескольких местах, а затем обваривают по контуру. Места сварки некоторых стыковых швов и заварных трещин усиливают накладками, толщина которых должна быть не более 0,7 толщины основного металла. Размеры наплавки выбирают из условия обязательного перекрытия трещины и возможностей приварки к другим элементам конструкции. Швы крепления накладок не должны пересекать швы конструкции и трещины. Усиливающие накладки приваривают фланговыми швами, расположенными под углом  $\alpha = 30\text{—}90^\circ$  к ее нормальному сечению. При таком расположении шва в любое нормальное сечение попадают только небольшие участки с зоной термического влияния, подверженные действию силы  $P$ .

Стальные втулки поворотных платформ, балок гусениц, лыж, консолей противовесов, роторов, вваренные в металлоконструкции, при износе вырезают и заменяют новыми. Отверстия растачивают по месту с помощью переносных приспособлений.

При ремонте металлоконструкции приходится заменять отдельные элементы (пояса, раскосы и др.) или части (балки рукоятей, секции стрел и др.) металлоконструкции. Для их изготовления должны использовать стали, предусмотренные чертежами завода изготовителя.

Контроль сварных соединений наружным осмотром и промером швов позволяет выявить наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, подрезы,

наружные трещины, отступления от размеров шва и т. д. Внутренние дефекты в сварных швах (трещины, непровары, шлаковые включения и др.) проверяют ультразвуковыми дефектоскопами УЗД-НИИМ-5, ДУК-13ИМ и др.

Погнутые элементы металлоконструкций разрешается править с подогревом или в холодном состоянии, если в месте правки не возникает трещин и вмятин.

Ремонт заклепочных и болтовых соединений заключается в замене ослабленных заклепок (при простукивании молотком они издадут дребезжащий звук), подтягивании ослабленных болтов (если позволяет резьба) или подкладывании под них шайб, а также разделке и заварке трещин между соседними отверстиями под заклепки и болты. Потерявшие первоначальную плотность посадки болты заменяют на новые большего диаметра, отверстия при этом развертывают.

### **Ремонт корпусных деталей**

Корпусные детали (редукторы, корпуса машин, блоки цилиндров, корпуса коробок передач, станины и др.) отливают из серого и ковкого чугуна, стали или сваривают.

К характерным дефектам многих корпусных деталей относится износ посадочных мест под подшипники, искажение формы отверстий из-за деформации, задиры этих поверхностей из-за активного проворачивания наружного кольца подшипника, различные трещины, коробление привалочных поверхностей, износ и повреждение резьбы в отверстиях, пробойны и другие повреждения. Трещины появляются вследствие неправильной эксплуатации (удары, перегрузки, несвоевременное устранение люфта) или конструктивных недостатков.

В корпусных деталях часто оказываются нарушенными соосность отверстий под подшипники валов, параллельность этих отверстий между собой и межосевые расстояния.

Технологический процесс ремонта корпусных деталей в общем случае включает восстановление размеров отверстий под подшипники, резьбы, заварку трещин.

Ремонтируют изношенные посадочные отверстия под подшипники двумя способами: предварительной расточкой, наплавкой и окончательной расточкой отверстия; расточкой под запрессовку ремонтной втулки или втулки ремонтного размера, запрессовкой втулки и ее расточкой.



В качестве примера рассмотрим технологический процесс ремонта отверстий редуктора поворотного механизма экскаватора ЭШ-10/70А (рисунок 12). Для ремонта собирают корпус редуктора с крышкой по контрольным штифтам и закрепляют с помощью болтов. Затем устанавливают собранный редуктор в приспособление расточного станка так, чтобы ось отверстия  $\varnothing 320$  Н7 совпадала с осью шпинделя (перенос не должен превышать 0,03 мм на длине 1000 мм). Расточку изношенных отверстий диаметром  $320^{+0,080}_{+0,086}$ ,  $420^{+0,090}_{+0,030}$ ,  $600^{+0,105}_{+0,035}$  производят соответственно до  $\varnothing 340$ Н9, 458Н9 и  $604^{+0,5}$ . После снятия корпуса редуктора с крышкой со станка в первые два отверстия запрессовывают втулки из стали марки 40 (НВ 230—260), а поверхность третьего отверстия наплавляют вручную электродами СМ-11 и УОНИ-13/45 в один слой толщиной 4—5 мм. Установив повторно собранный корпус на станок, производят окончательную расточку отверстий до  $\varnothing 320^{+0,080}_{+0,026}$ ,  $420^{+0,090}_{+0,030}$  и  $600^{+0,105}_{+0,035}$ , обеспечивая непараллельность осей не более 0,1 мм на длине 1000 мм и отклонение от цилиндричности отверстий не более 0,5 мм. В тех случаях, когда ремонтируют не все отверстия, при расточке базирование осуществляется по отверстиям, не требующим ремонта. В некоторых случаях целесообразно растачивание отверстий в корпусных деталях производить на самой машине с помощью переносного расточного приспособления (рисунок 13)

При небольшом износе отверстий эффективно электроимпульсное наращивание вращающимся электродом из красной меди, полимерные композиции, а при износе отверстий более чем 0,3 мм — железнение и др.

При железнении покрытие получают осаждением холодных высококонцентрированных хлористых или сульфатных электролитов. Режим электролитического осаждения выбирают таким, чтобы покрытие получалось ненапряженным, с твердостью до НВ 300—400 и хорошо подвергалось механической обработке на расточных станках.

Посадочные гнезда под вкладыши подшипников в корпусных деталях ремонтируют наплавкой постелей чугунами прутками или латунью с последующей расточкой. Коробление привалочных поверхностей, забоины и царапины устраняют фрезерованием, шлифованием или шабрением.

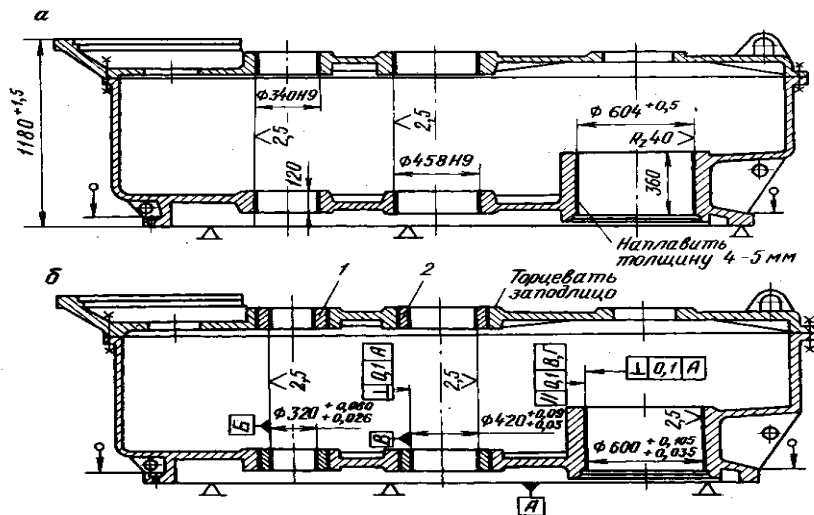


Рисунок 12 - Ремонтные чертежи редуктора поворотного механизма экскаватора ЭШ-10/70 А

а – после предварительной расточки отверстий; б – после запрессовки втулок 1, 2 и чистовой расточки отверстий

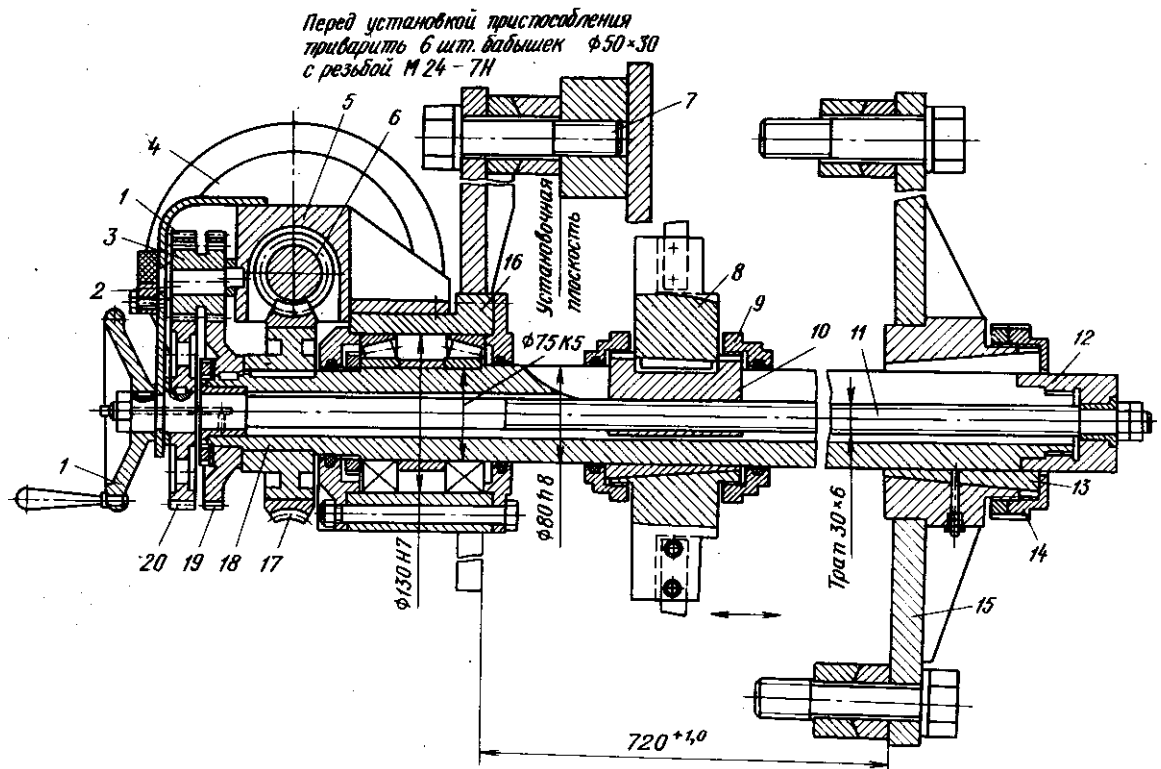


Рисунок 13 - Переносное расточное приспособление

1 – маховик; 2 – эксцентриковая ось; 3 – блок шестерен; 4 – электродвигатель; 5 – корпус; 6 – червяк; 7 – болт; 8 – резцедержатель; 9,14 – крышки; 10 – гайка; 11 – винт подачи; 12 – стакан; 13 – цанга; 15,16 – траверсы; 17 – червячное колесо; 18 – шпиндель; 19,20 – зубчатые колеса.

Трещины в чугунных деталях устраняют заваркой ацетиленокислородным пламенем с предварительным нагревом детали до 650 °С. Присадочным

материалом служат чугунные прутки марки А или НЧ-1, а флюсом — бура. После заварки трещин детали подвергают медленному охлаждению для снятия внутренних напряжений.

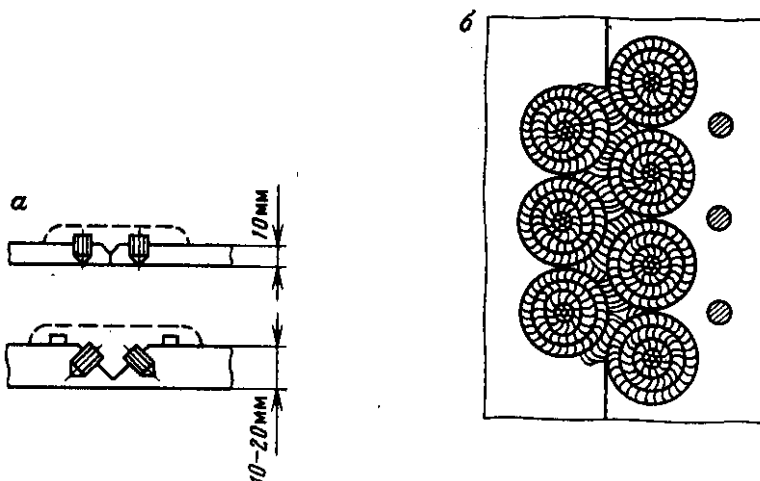


Рисунок 14 - Сварка чугунных деталей с установкой стальных шпилек а – с V – образной подготовкой кромок; б – с обваркой шпилек.

В нагруженных деталях надежность заварки трещин повышают установкой на разделанных скосах в шахматном порядке упрочняющих стальных шпилек на резьбе (рисунок 14). Затем шпильки обваривают.

Ремонт литых стальных корпусных деталей производят главным образом с помощью электросварки

### Ремонт валов и осей

В горных машинах нашли применение различные конструктивные разновидности валов и осей. Основными их дефектами являются износ шеек и цапф, посадочных мест, шпоночных пазов и шлицевых участков, а также изгиб и скручивание. Валы, имеющие остаточную деформацию скручивания и трещины, ремонту не подлежат.

Валы и оси, имеющие изношенные шейки, цапфы и посадочные места, могут быть восстановлены путем их обработки под ремонтный размер, установкой дополнительной детали, наплавкой, гальваническими покрытиями, металлизацией.

При ремонте посадочных поверхностей валов восстанавливают первоначальный диаметр, устраняют конусность и эллипсность, а также задиры и царапины. Шейки валов, сопрягаемые с подшипниками скольжения, часто восстанавливают под ремонтный размер. Подшипники для таких валов изготавливают с соответствующими ремонтными размерами. Предельный

размер вала при обработке зависит от характера передаваемых моментов, конструкции шейки, ее материала и вида термической обработки. Запас прочности валов экскаваторов допускает проточку шеек до размера  $d_{\text{рем}} = 0,95 d_{\text{нач}}$  и осей  $d_{\text{рем}} = 0,93 d_{\text{нач}}$ .

Ручную наплавку шеек валов и цапф осей производят стальными электродами УМ-7, ОММ-5, УН-250, рассредоточенными валиками, направленными параллельно оси вала, а также по спирали, и по образующей наложением швов через  $90—180^\circ$ , что предотвращает коробление детали. Наплавку ведут при напряжении  $20—22$  В, силе тока  $120—125$  А. Твердость наплавленного металла должна быть выше твердости основного металла детали. Применяется также восстановление валов автоматической наплавкой под слоем флюса и вибродуговой наплавкой.

При большом износе шейки валов подвергают металлизации напылением с последующей механической обработкой. Для напыления посадочных поверхностей применяют проволоку У7, У10, У11 диаметром  $1,5—1,8$  мм. Напыление производят металлизационным пистолетом, закрепленным в суппорте токарного станка. Режим металлизации следующий: скорость вращения вала  $10—15$  м/мин, подача пистолета  $2—2,5$  мм/об, сила тока  $90$  А, напряжение  $35—40$  В, толщина наносимого за один проход слоя металла  $0,7—1$  мм. Припуск на механическую обработку: под обточку —  $0,4—0,8$  мм, под шлифовку —  $0,2—0,3$  мм.

При износе шеек валов до  $0,2$  мм на сторону их восстанавливают хромированием. Валы сложной конфигурации восстанавливают нанесением хромового покрытия безваннным способом.

Задиры и царапины на шейках, составляющие менее  $30\%$  всей посадочной поверхности, устраняют местной зачисткой. Если задиры расположены на большей площади, то производят переточку посадочной поверхности.

Предельная величина овальности или конусности вала допускается до  $0,06$  мм при частоте вращения вала  $500 \text{ мин}^{-1}$  и более и  $0,08$  мм—при меньшей.

В тех случаях, когда наплавку, гальванические покрытия и другие способы восстановления реализовать технологически нельзя или экономически нецелесообразно, валы ремонтируют напрессовкой втулок, колец, бандажей, запрессовкой и приваркой специально изготовленной части вала (хвостовика) и т. д. Если втулки воспринимают большие осевые нагрузки, то их после напрессовки закрепляют штифтами или приваривают, а затем подвергают механической обработке под необходимый размер.

Изношенные шлицы вала могут быть восстановлены: наплавкой изношенных поверхностей, сплошной заправкой шлицевых впадин и наплавкой поверхностей; заменой шлицевой части вала раздачей.

Восстановление изношенных поверхностей производится наплавкой металлом каждого шлица по боковой поверхности со стороны износа с последующим фрезерованием шлицев под номинальный размер (рисунок 15)

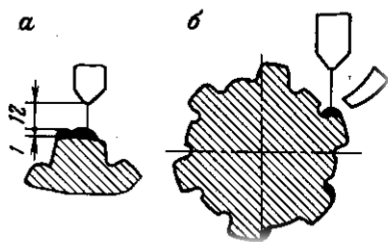


Рисунок 15 - Схема наплавки шлицев

а – по наружной поверхности

б – по боковой поверхности

Более широко распространено восстановление шлицев сплошной заправкой впадин. Предварительно поверхность со шлицами часто нагревают до температуры 300—350 °С. На впадине, затем — повернув деталь на 180 °С, то же делают на диаметрально противоположной стороне. После очистки от шлака и контроля мест наплавки их нагревают до 480—580°С в течение 30 мин газовыми горелками и заворачивают в асбестовое полотно для медленного естественного охлаждения.

Затем наплавленную поверхность протачивают по наружному диаметру.

Для восстановления шлицевых участков валов вибродуговой наплавкой используют наплавочную головку ОКС—6569. Режим наплавки проволокой диаметром 1 мм следующий: напряжение дуги 30—32 В, сила тока 80—85 А, скорость подачи проволоки 138 м/ч. Твердость наплавленного металла проволокой Св-0,8 составляет НВ 380—400.

Восстановление шлицев раздачей производят с помощью специального ролика, вращающегося в оправке. Вдавливая сверху ролик в среднюю часть шлица, увеличивают его ширину на величину износа с учетом припуска на обработку. После раздачи одного шлица до требуемого размера вал проворачивают в приспособлении и раздают следующий шлиц. Раздачу производят на поперечно-строгальном и долбежном станках. После раздачи вал подвергают термообработке, если производился предварительный отжиг, и шлифуют боковые поверхности шлицев до номинального размера.

Иногда целесообразно не восстанавливать, а заменять изношенную шлицевую часть вала. Для этого к валу вместо отрезанной изношенной шлицевой части приваривают новую, заранее изготовленную со шлицами.

Восстановление шпоночных пазов возможно уширением изношенного паза с постановкой новой шпонки ремонтного размера, изготовлением шпоночного паза на НОВОМ месте или наплавкой стенок изношенного паза с последующей обработкой. Под увеличенный размер шпоночные пазы обычно обрабатывают при износе, не превышающем 0,5 мм, в соединениях, где недопустимо угловое смещение вала по отношению к сопряженной детали. В соединениях, где смещение сопряженных деталей не ограничено, целесообразно шпоночный паз профрезеровать на другом месте под углом 90 или 120° к существующему. Обычно шпоночные пазы наплавляют электросваркой под слоем флюса.

Валы диаметром до 80—100 мм со стрелой прогиба до 0,008 длины вала правят в холодном состоянии, а при большем прогибе и больших диаметрах — с нагревом. Правку осуществляют при помощи прессов, домкратов, винтовых скоб. Проверку валов на изгиб производят на призмах, в центрах с помощью индикатора. Предельные допустимые значения прогиба вала составляют 0,15 мм на 1 м длины, но не более 0,3 мм на всю длину при частоте вращения менее 500 мин<sup>-1</sup> и 0,1 мм на 1 м длины и 0,2 мм на всей длине при частоте вращения более 500 мин<sup>-1</sup>

При холодной правке вала обеспечивается точность до 0,02—0,03 мм. После правки для снятия внутренних напряжений требуется отпуск с температурой нагрева 400—500 °С в течение 0,5—1 ч, в зависимости от диаметра вала.

Правку вала в горячем состоянии производят при нагреве деформированных участков с помощью газовой горелки до температуры 600—800 °С. После правки валы подвергают отпуску для устранения внутренних напряжений, появившихся в процессе правки.

### **Ремонт зубчатых колес**

Зубчатые колеса горных машин работают в тяжелых условиях, со значительными перегрузками, содержанием в смазке абразивных частиц, перекосом в зацеплении и т. п. Характерные дефекты зубчатых колес и валов-шестерен следующие: износ зубьев по толщине; усталостное разрушение рабочей поверхности зубьев; изломы, трещины и сколы зубьев; износ посадочных поверхностей; износ шпоночных пазов и шлицев; трещины на ободе колеса, ступицы и т. д.

Зубчатые колеса при износе или поломке зубьев ремонтируют наплавкой, насадкой венцов, заменой отдельных зубьев или зубчатых секций.

Изношенные зубья наплавляют газовой или электродуговой наплавкой по шаблону тем же металлом, из которого сделано колесо, а сверху наплавляют твердым сплавом (сормайт или сталинит) толщиной 0,5—1,5 мм. При наплавке

цементированных зубчатых колес применяют присадочный материал с более высоким содержанием углерода. При использовании в качестве присадочного материала малоуглеродистой стали зубчатые колеса цементируют, а затем закаливают. Изношенные зубья ремонтируют автоматической наплавкой порошковой проволокой под слоем флюса. После наплавки зубья обрабатывают шлифованием карборундовыми кругами с зернистостью 36—46. Зубчатые колеса небольшого диаметра и малых модулей (до 5—6 мм) ремонтируют сплошной круговой наплавкой металла на изношенные зубья с последующей их токарной обработкой и нарезанием зубьев. У зубчатых колес с модулем более 10 наплавляют каждый зуб в отдельности. Затем их закаливают и подвергают обработке шлифованием. Наплавку крупномодульных зубчатых колес ведут электродами ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400, Т-590 и др.

Если износ зубьев зубчатых колес составляет не более 10—12 % толщины зуба по делительной окружности, то такие зубья не ремонтируют.

При значительном износе зубья могут быть нарезаны в тело обода с отрицательной коррекцией. Работавшую в паре с этим колесом шестерню в этом случае заменяют новой с увеличенным диаметром.

Если износ зуба не превышает половины его длины, то ремонтируют зуб наплавкой.

Замена сломанных зубьев новыми допускается главным образом в тихоходных передачах с достаточной толщиной обода. Изношенные или отколовшиеся зубья удаляют на строгальном или фрезерном станках. Крепление нового зуба может производиться на болтах (рисунок 16, б) заделкой в паз типа «ласточкин хвост» одного или нескольких зубьев (рисунок 16 в, г), а также установкой ряда стальных шпилек, ввернутых в обод на длине зуба и сваренных между собой. Форму зуба в последнем случае получают опиливанием поверхности по шаблону.

Отремонтированные зубчатые колеса часто прирабатывают в месте установки зубчатой секции с парным или эталонным колесом.

При ремонте блоков шестерен с двумя-тремя венцами один из них может быть сильно изношен, а остальные — в хорошем состоянии. В этом случае изношенному венцу делают отжиг, а затем его срезают, а посадочное место протачивают до размера  $D_x$ , обеспечивающего посадку с натягом нового венца (рисунок 16, а). Изношенный венец может быть также удален с помощью электроискрового способа.

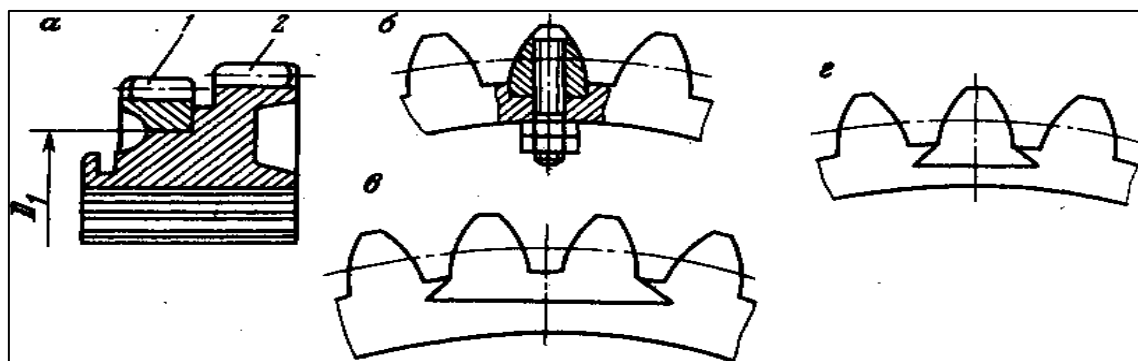


Рисунок 16 - Схемы восстановления зубчатых колес

а – установка венца (1 – венец, 2 - блок); б – крепление зуба болтами; в, г – крепление зуба в канавке «ласточкин хвост».

Новый зубчатый венец изготавливают из стали той же марки, что и основную деталь. После напрессовки венец стопорят винтами или прихватывают электродуговой сваркой.

У блоков шестерен со сменными венцами изношенные венцы при ремонте заменяют новыми.

Зубчатые колеса с односторонним износом зубьев иногда переворачивают и используют для дальнейшей работы другой стороной.

Трещины в ступицах обычно заваривают. Иногда на ступицу с трещиной насаживают в горячем состоянии бандаж. Трещины на ободе колеса также обычно заваривают или на трещину с помощью болтов устанавливают накладку. Смятые или изношенные шпоночные пазы зашлифовывают или прорезают новые в другом месте. Ремонт шпоночных пазов и шлицев производят также наплавкой их боковых поверхностей.

### **Ремонт гидроцилиндров и штоков**

Особенность ремонта гидрооборудования состоит в обеспечении достаточной герметичности каждой сборочной единицы в условиях длительной эксплуатации. Это достигается путем выполнения технических требований ремонтной документации и обязательно стендового испытания отремонтированных сборочных единиц на герметичность и функциональную работоспособность. Особенно высокие требования при ремонте гидравлических устройств (гидромеханизированных крепей, индивидуальных гидравлических стоек и др.) предъявляют к гидроцилиндрам, штокам, плунжерам.



Основными дефектами цилиндров гидравлических стоек являются коррозия, вмятины на зеркале цилиндра, повреждения наружной поверхности, «раздутие».

Коррозия и мелкие риски на зеркале цилиндра выводятся расточкой. Так, например, индивидуальные гидравлические стойки типа ГОСТ растачивают в размер  $\Phi 92H12$  мм (рисунок 17). В том случае, если глубина рисков, коррозии, а также увеличение внутреннего диаметра цилиндра превышает допустимый размер  $\Phi 92H12$ , отверстие цилиндра восстанавливают осталиванием с последующей обработкой или обжатием наружного диаметра цилиндра до 2 мм с последующей расточкой отверстия цилиндра в размер  $\Phi 92H11$  мм. Поверхность  $\Phi 107H9$  при этом восстанавливают вибродуговой наплавкой или осталиванием и механической обработкой.

Качество ремонта гидрооборудования во многом зависит от правильной его организации. Так, ремонт гидроузлов должен производиться в обособленном помещении, с хорошим освещением и постоянной температурой. Разборку гидроблоков и промывку деталей на участке следует производить в специально отведенном месте для ремонта гидроаппаратуры. Оно должно быть оборудовано необходимым инструментом, приспособлениями для разборки и сборки, притирки и доводки деталей, испытательными стендами, а также соответствующими металлообрабатывающими станками, стеллажами и специальными конвейерами.

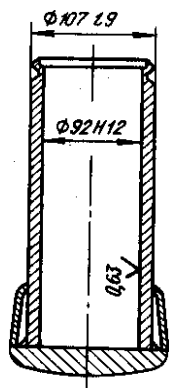


Рисунок 17 - Цилиндр с индивидуальной гидростойкой

### Особенности сборки машин после ремонта

Сборка является заключительным этапом в технологическом процессе ремонта горных машин. Она может производиться на ремонтном заводе или непосредственно на горном предприятии. Сборку производят по заранее разработанному технологическому процессу, в котором детали сначала собирают в сборочные единицы, потом из этих сборочных единиц собирают блоки (агрегаты) и из них машины. Часть технологического процесса, относя-

щуюся к сборке агрегатов, блоков и сборочных единиц, называют промежуточной сборкой, а к сборке машин из агрегатов — общей сборкой.

Методы сборки зависят от производственной программы ремонтного предприятия.

Сборка машин при ремонте в единичном или мелкосерийном производстве осуществляется на одном рабочем месте (стационарная сборка) из деталей или предварительно собранных сборочных единиц.

В крупносерийном и массовом производствах применяют поточный метод сборки. Ремонт и сборка машин, перемещение которых затруднительно, производится на неподвижном стенде, площадке.

Сборка сборочных единиц в условиях ремонтного предприятия осуществляется на специальных стендах или участках, оснащенных соответствующими подъемными средствами, приспособлениями и инструментами. Это позволяет повысить качество сборки и снизить трудоемкость сборочных операций. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы наибольшее число сборочных единиц ремонтировалось на ремонтных предприятиях. Особенно это важно при ремонте машин на ремонтных площадках, так как сборка машин укрупненными отремонтированными сборочными единицами или блоками значительно сокращает объем ремонтных работ. Такими сборочными единицами при ремонте экскаваторов могут быть стрелы механических лопат в сборе с блоками и механизмом напора, гусеничные рамы в сборе с гусеницами, ковши прямых лопат в сборе с днищем и коромыслом и т. д.

Неподвижные разъемные прессовые соединения деталей с цилиндрическими поверхностями собирают часто с их подогревом до температуры, при которой расширение отверстия  $D$  должно быть больше натяга:

$$H \leq D\alpha t \quad (3)$$

где  $\alpha$  — коэффициент линейного расширения отверстия,  $1^\circ\text{C}$ . При принятой в горной промышленности прессовой посадке

$$H = 0,03 + 0,0005D \leq D\alpha t \quad (4)$$

температура  $t$  ( $^\circ\text{C}$ ) разогрева детали должна быть

$$t = \frac{0,03 + 0,0005D}{D\alpha} \quad (5)$$

Вместо разогрева отверстия при сборке могут производить охлаждение вала в жидком кислороде ( $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), жидком азоте ( $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), твердой углекислоте ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Усилие  $P$ , которое необходимо для запрессовки соединения с натягом,

$$P = f\pi D l_p$$

(6)

где  $P$  — напряжение сжатия на контактной поверхности, МПа;

$f = 0,06 \div 0,22$  — коэффициент трения при запрессовке;

$D$  и  $l_p$  — диаметр и длина отверстия втулки соответственно, мм.

Подшипники скольжения в виде бронзовых, латунных или капроновых втулок, а также вкладыши, залитые баббитом, перед сборкой подгоняют к корпусу и валу. Для проверки плотности прилегания к корпусу наружной поверхности вкладыша его покрывают тонким слоем краски, разведенной в машинном масле, и несколько раз проворачивают в гнезде в обе стороны. По следам краски на вкладыше определяют характер его контакта с гнездом. Чем лучше подогнан вкладыш, тем большей поверхностью он касается гнезда. Если частота вращения вала не превышает  $300\text{ мин}^{-1}$ , то на поверхности вкладыша площадью  $2,5 \times 2,5\text{ см}$  должно быть не менее шести точек контактов и до восьми — у валов с частотой вращения более  $300\text{ мин}^{-1}$ .

При сборке подшипника между валом и верхним вкладышем устанавливают зазор, определяемый в зависимости от диаметра вала и вида смазки. Так, при циркуляционной смазке зазор должен составлять  $0,006\text{—}0,012$  диаметра шейки или цапфы вала.

Сборка подшипников скольжения со втулками заключается в запрессовке последних в корпус подшипника или в корпусную деталь и подгонке их по диаметру вала шабровкой.

Сборка подшипников качения заключается в закреплении последних на валу или в корпусе. Характер посадки каждого кольца определяется тем, что вращается в сборочной единице — вал или корпус.

Если при работе корпус неподвижен, а вал вращается, то внутреннее кольцо подшипника насажено на вал с натягом, а наружное — по посадке скольжения. Во вращающихся корпусах наружное кольцо подшипника сажают с натягом. При сборке подшипники часто подвергают предварительному подогреву в масле до температуры  $90\text{—}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Правильно собранный подшипник должен вращаться равномерно, без заеданий.

Сборка сборочных единиц с коническими подшипниками является более сложной, так как требует регулировки взаимного положения колец и роликов.

Осовой зазор для подшипников диаметром от 30 до 120 мм не должен быть больше 0,1—0,18 мм.

Особое внимание при сборке подшипников уделяют установке уплотнений.

Сборка передач с цилиндрическими зубчатыми колесами заключается в установке и закреплении их на валах, установке валов в корпусе и регулировке зацепления. Соединение валов с зубчатыми колесами производят с помощью шпонок, шлицев или посадок с натягом.

Собранное на валу зубчатое колесо проверяют на призмах или в центрах на биение по диаметру начальной окружности и торцу. Правильное зацепление зубчатых колес возможно только в том случае, если оси валов лежат в одной плоскости и взаимно параллельны.

При сборке цилиндрических зубчатых колес необходимо выдерживать боковой и радиальный зазоры между зубьями. Боковой зазор  $\Delta_b$  необходим для создания нормальных условий смазки зубьев, компенсации погрешностей восстановления и монтажа, а также учета температурных деформаций передачи. Он может быть изменен щупом. Радиальный зазор  $\Delta_p$  измеряют с помощью свинцовой проволоки, прокатанной между зубьями парных колес. Величины зазоров (в мм) соответствуют толщине сдавленной проволоки, измеренной микрометром;

$$\Delta_b = bm; \quad \Delta_p = (0,15 \div 0,3)m$$

(7)

где  $b = 0,02 \div 0,1$  — коэффициент, зависящий от окружной скорости и типа передачи;

$m$  — модуль колеса, мм.

При сборке зубчатых передач необходимо учитывать изменение зазоров вследствие нагрева детали в процессе работы. Расстояния  $L$  (мм) между осями валов в холодном состоянии и при работе  $L_K$  (мм) соответственно

$$L = \frac{1}{2}m(z_1 + z_2);$$

(8)

$$L_K = (1 + \alpha_K t_K),$$

(9)

где  $z_1$  и  $z_2$  — число зубьев на ведущем и ведомом колесах соответственно;

$\alpha_K$  — коэффициент линейного расширения материала детали,  $1^\circ\text{C}$ ;

$t_K$  — превышение температуры детали над окружающей средой.

Правильность касания рабочих поверхностей зубьев проверяют по пятну касания. Для этого на рабочие поверхности меньшего колеса наносят тонкий

слой краски и проворачивают его несколько раз. По размерам и расположению отпечатков краски на втором колесе судят о качестве зацепления.

Качество сборки передачи с коническими зубчатыми колесами определяется правильностью пересечения осей валов передачи, точностью углов между осями колес, величиной качания зубьев, а также боковым и радиальным зазорами. Отклонение  $\sigma$  (мм) для осей конических зубчатых колес с модулем 2—8 мм  $\sigma = (0,015 \div 0,06) m$ .

Радиальный и боковой зазоры в конических передачах определяют так же, как и для передач с цилиндрическими колесами.

Регулируют зацепление конических колес путем осевого перемещения одного из колес или валов с установленными на них колесами. Практически коническое зацепление регулируют путем подбора толщины прокладок под плоскости между торцом корпуса и фланцем стакана, в котором установлен подшипник.

Доводку прилегания зубьев производят приработкой и обкаткой, шабровкой.

При сборке червячных передач особое внимание обращают на правильность расстояния между центрами валов червяка и червячного колеса, углов между ними, совпадение средней плоскости колеса с осью червяка, наличие зазора между нитками червяка и червячного колеса, постоянство момента вращения червяка.

Величина бокового зазора  $\Delta_6$  (мм) между нитками червяка и зубьями определяет мертвый ход червяка, т. е. угловое перемещение при неподвижном колесе  $\Delta_6 = (0,015 \div 0,03) m$ , где  $m$  — торцовый модуль передачи, мм.

Проверяют модуль прилегания профилей червяка и червячного колеса по отпечаткам краски. При правильном положении червяка краска должна покрывать не менее 50—60 % поверхности зуба червячного колеса по длине и высоте.

## **Испытания машин**

После ремонта все горные машины проходят соответствующие испытания с целью проверки взаимодействия деталей и сборочных единиц, качества монтажа, регулировки, определяющей способность машин работать под нагрузкой в длительном режиме.

Испытания машин в зависимости от места проведения ремонта можно производить в условиях ремонтных предприятий или на месте их работы.

Машины крупных стационарных установок — вентиляторы главного проветривания, мощные компрессоры и подъемные машины — испытывают

после капитального ремонта на месте их постоянной работы. Во время испытания без нагрузки проверяют правильность балансировки вращающихся деталей, тщательность сборки и пригонки подшипников, наличие и величину вибрации, температуру подшипников, характер шума, производимого вращающимися деталями, и т. д. После окончания испытаний проверяют состояние подшипников, наличие зазоров между вращающимися и неподвижными деталями, следов трения и устраняют обнаруженные дефекты. Затем следует полное испытание машины под нагрузкой.

После сборки центробежные насосы подвергают на стенде гидравлическим испытаниям на полуторное рабочее давление, при этом не должны наблюдаться утечки. Затем насосы в течение 2 ч обкатывают согласно инструкции.

Электрические машины после сборки подвергают проверке и испытаниям в соответствии с ГОСТ 183—74.

Испытание горных машин на стенде начинают с холостой обкатки в течение 1—2 ч, во время которой наблюдают за состоянием сборочных единиц, температурой нагрева масла, потребляемой мощностью. Обычно, если к концу холостой обкатки температура нагрева масла и мощность двигателя нормальные, то начинают испытание машины под нагрузкой. Для создания нагрузки используют различные конструкции тормозов.

В зависимости от типа нагружающих устройств применяют два способа испытаний редукторов: разомкнутый и замкнутый. При разомкнутом способе испытываемый редуктор соединяется с электродвигателем непосредственно или через ускоритель. При этом нагрузка на редуктор создается тормозным устройством, соединенным с ведомым валом его последней ступени.

Испытание редукторов горных машин на ремонтных предприятиях ведется преимущественно разомкнутым способом на стендах после их предварительной обкатки.

При разомкнутом способе испытывают одновременно не менее двух одинаковых редукторов, ведомые валы которых соединены между собой жестким промежуточным валом. Между ведущими валами включают специальный нагружатель (предварительно закрученный валик). Стремление валика раскрутиться создает давление на зубья, т. е. нагружает редукторы.

Испытание очистных комбайнов после ремонта проводят в два этапа. Первый этап — испытание основных частей и систем, второй — испытание машины в сборе.

На первом этапе испытывают редукторы режущей части, гидродомкраты, механизмы подачи, электрооборудование, орошение, гидросистему.

Испытание редукторов режущей части комбайнов производится на испытательном стенде.

Гидродомкраты испытывают, путем поочередного подвода рабочей жидкости под давлением 12 МПа в рабочие полости с выдержкой под давлением в течение 5 мин. После этого снижают давление в цилиндре до 0,1 МПа и проверяют ход штоков, делая по пять двойных ходов. Штоки гидродомкратов должны перемещаться плавно, без задержек.

Испытывают механизм подачи на специальном нагрузочном стенде. Режимы нагружения по ступеням следующие:

Ступень нагружения.....	1	2	3	4
Тяговое усилие, кН, не менее .....	Без нагрузки	56	122	240
Продолжительность нагружения, мин . . .	60	20	60	0,1

При испытании электрооборудования определяют сопротивление изоляции силового электродвигателя с помощью мегомметра М110М на 1000 В с классом точности 0,1. При снятой розетке штепсельного разъема и включенном выключателе ВРК присоединяют один щуп к корпусу изделия, а другой к силовому контактному пальцу штепсельного разъема. Вращая рукоятку, снимают показания прибора. Сопротивление изоляции должно быть не менее 6 МОм. Аналогичные операции продельывают на втором и третьем контактном пальцах.

Экскаватор под нагрузкой испытывают в забое или в условиях, приближенных к эксплуатационным. При этом проверяют: прочность крепления рабочих канатов; состояние зубчатых передач механизмов (шум, вибрации); безотказность работы тормозов, герметичность уплотнений редукторов и гидросистемы; работу компрессорной установки; состояние сборочных единиц, подшипников качения и скольжения; контакт роликов с рельсовым кругом; состояние сборочных единиц надстройки и стрелы, работоспособность восстановленных заклепочных соединений поворотной платформы, электрических машин.

Продолжительность испытания под нагрузкой экскаватора с вместимостью ковша до 15 м<sup>3</sup> — 72 ч.

После окончания испытаний и устранения обнаруженных неисправностей экскаватор принимает комиссия по акту.

### **1.3 Вывод**

Совершенствование системы обоснования мощности РМО предприятий угольной промышленности должно проводиться в следующих направлениях:

1. Централизация всех видов ТО и Р;
2. Разработка и внедрение АСУ проектирование ремонтных баз;
3. Создание инновационных методов расчета ремонтных баз;
4. Внедрение рекомендаций по планированию площадей ремонтных баз.

В качестве вывода можно сказать о том, что на современном этапе развития систем и методов проектирования ремонтных баз является востребованным разработка и применение программного обеспечения для рационального сопоставления и систематизированного расчета мощности и площади РМО.



## 2 Программное обеспечение обоснования норм мощности ремонтно – механической базы угольных предприятий.

### 2.1 Программное обеспечение расчета численности штатов и станочного оборудования РМБ.

На сегодняшний момент на предприятиях угольной отрасли при проектировании ремонтно-механической базы наиболее широко распространен метод нормативной трудоемкости расчета численности ремонтного персонала предприятия.

В связи с тем, что ценностный метод не является более точным, а весовой не имеет достаточной информационной базы по весу деталей и станков, метод нормативной трудоемкости является наиболее точным, что выгодно отличает его от прочих методов.

Поэтому в предлагаемой программе будет использован именно этот метод расчета численности ремонтного персонала.

Первым этапом в программе будет произведен расчет годовых суммарных трудозатрат:

$$T_n = \sum[(t_{T0}^1 + t_{T1}^1 + t_{T2}^1 + t_K^1) \cdot N^1 + (t_{T0}^2 + t_{T1}^2 + t_{T2}^2 + t_K^2) \cdot N^2 + (t_{T0}^3 + t_{T1}^3 + t_{T2}^3 + t_K^3) \cdot N^3 + (t_{T0}^4 + t_{T1}^4 + t_{T2}^4 + t_K^4) \cdot N^4], \text{ чел.} \cdot \text{ часов} \quad (10)$$

где  $t_{T0}^1, t_{T0}^2, t_{T0}^3, t_{T0}^4$  – нормативная среднегодовая трудоёмкость технических обслуживаний отдельных видов оборудования, чел. часов;

$t_{T1}^1, t_{T1}^2, t_{T1}^3, t_{T1}^4$  - нормативная среднегодовая трудоёмкость первых текущих ремонтов отдельных видов оборудования, чел. часов;

$t_{T2}^3, t_{T2}^4$  - нормативная среднегодовая трудоёмкость вторых текущих ремонтов отдельных видов оборудования, чел. часов;

$t_K^4$  - нормативная среднегодовая трудоёмкость капитальных ремонтов отдельных видов оборудования, чел. часов;

$N^1, N^2, N^3, N^4$  - число единиц отдельных видов оборудования, принятых к эксплуатации.

Далее произвел расчет плановой численности производственных рабочих, необходимых для выполнения годового объёма ремонтных работ:

$$M = \alpha \cdot T_n / D_p \cdot k_{п.в}, \text{ человек} \quad (11)$$

где  $\alpha = 1,4 \div 1,7$  – коэффициент, учитывающий выполнение внеплановых работ;

$D_p$  - номинальный годовой фонд времени рабочего, часов.;

$k_{п.в} = 1,1 \div 1,15$  - коэффициент выполнения норм выработки рабочими.

$$D_p = (365 - B - П - O) \cdot k_{п}$$

(12)

где  $B$  - количество выходных дней в планируемом году;

$П$  - количество праздничных дней;

$O$  - средняя продолжительность отпуска производственного рабочего;

$k_{п} = 0,95 \div 0,98$  – коэффициент, учитывающий потери времени рабочего по уважительным причинам(болезни и т.д.).

Дальнейшим этапом программы является определение ориентировочного штата ремонтных рабочих по профессиям от плановой численности составит, %:

Слесари и электрослесари	(60%)
Токари-станочники	(20%)
Кузнецы, прессовщики, бурозаправщики	(10%)
Электрогазосварщики	(5%)
Прочие (разметчики, контроллеры и т.д.)	(5%)

Далее этапом программы является определение численности вспомогательных и подсобных рабочих(транспортного отдела, инструментального, ОТК, заточники, кладовщики и т.д.):

$$M_B = M \cdot (0,1 \div 0,12)$$

(13)

Численность инженерно-технических работников:

$$M_{и} = (M + M_B) \cdot (0,07 \div 0,09)$$

(14)

Численность счетно-нормировочного состава:

$$M_{и} = (M + M_B + M_{и}) \cdot (0,04 \div 0,05)$$

(15)

Численность младшего обслуживающего персонала:

$$M_M = (M + M_B + M_{И} + M_{И}) \cdot (0,02 \div 0,03)$$

(16)

Заключительным этапом программы на этапе расчета численности является создание таблицы, в которой приведена структура ремонтного персонала, расчет которой представлен выше.

В качестве примера ниже представлена структура ремонтного персонала ООО «ЧУК» таблица 5.

Таблица 5

№ п/п	Категория работающего персонала	Численность, человек
1	Производственные рабочие	97
2	Вспомогательные и подсобные рабочие	10
3	Инженерно-технические работники	9
4	Счетно-нормировочный персонал	6
5	Младший обслуживающий персонал	4
6	Итого	126

Следующим этапом в программе будет расчет станочного оборудования.

Количество станков будет определено по формуле:

$$N_{ст} = \frac{\delta \cdot \alpha \cdot T_H}{m \cdot D \cdot k_{и}}$$

(17)

где  $\delta = 0,3 \div 0,35$  - коэффициент станочных работ;

$m$  - число смен работы станков в сутки, обычно  $m = 2$ ;

$D = 1704$  часов – годовой фонд рабочего времени одного станка;

$k_{и} = 0,6 \div 0,65$  – коэффициент использования станка в течение смены.

На этом этапе в программе планируется распределение станков по их типам, пользуясь следующими приближёнными соотношениями, % :

Токарно-винторезные (30%)

Сверлильные	(15%)
Фрезерные	(15%)
Строгальные	(5%)
Зубонарезные	(15%)
Заточные	(10%)
Электрогазосварочные посты	(5%)
Прочие	(5%)

Заключительным этапом программы на этапе расчета станочного оборудования является создание таблицы, в которой приведены типы, марки и габаритные размеры станков, расчет числа которых представлен выше.

Рассчитанное оборудование заносим в таблицу с указанием количества, типов и марок станков, которые принимаем по справочной литературе [1].

Применимые на сегодняшний день оборудование представлены ниже в таблице 6

Таблица 6

Наименование оборудование	Габаритные размеры
Токарно-винторезные станки	
1К62	2505*1190*1500
16К20	2505*1190*1500
Сверлильные станки	
2Н125	1130*805*2390
2М55	2665*1020*3430
Фрезерные станки	
6Т85Ш-1	2680*2140*2040
6Р13Ф3-1	4980*3200*2450
Зубофрезерные станки	
52А20	3150*1815*2300
Заточные станки	

3E659	1000*750*520
Электрогазосварочный аппарат	
-	1500*1000*750
Шлифовальные станки	
3У142	6310*2585*1982

Инновационное оборудование является перспективным применением на предприятиях представлены ниже в таблице 7, в программе рассмотрены оба типа оборудования.

Таблица 7

Наименование оборудования	Габаритные размеры, 9мм
Горизонтальные фрезерные станки:	
MDH 65	-
MDH 80	-
MDH 1000S	-
Горизонтальный обрабатывающий центр HDR-50	4085×3140×2880
Вертикальный обрабатываемый центр	
VDL-1200 P	-
VDL-500	2450×1590×2200
VDL-600A	2310×2040×2337
VDL-800	2310×2040×2337
VDL-1000	2530×2820×2500
VDF-850	3116×2260×2460
VDF-1000	2820×2820×2477
Токарные станки с наклонной станиной:	
CL-20	2760×1495×1710
DL-20	4140-4840×1794×1795
DL-20M	4140-4840×1794×1795
DL-25	4834-4934×1830×1930

DL-25M	4834-4934×1830×1977
DL-30M	5084×2082×2050
Токарные станки с ЧПУ :	
СКЕ 6130Z	1865×1430×1450
СКЕ 6136Z	2300×1430×1450/2550×1480×1520
СКЕ 6140Z	2300×1430×1450/2550×1480×1520
СКЕ 6150Z	2580×1750×1620/2830×1750×1620/3300×1750×1620/3830×1750×1620
СКЕ 6166Z	2580×1750×1700/2830×1750×1700/3330×1750×1700/3830×1750×1700
СКЕ 6163Z	3210×1980×1800/3455×1980×1800/4010×1980×8700/4510×1980×1800 5410×1980×1800/6510×1980×1800
СКЕ 6180Z	3210×1980×1800/3455×1980×1800/4010×1980×8700/4510×1980×1800 5410×1980×1800/6510×1980×1800
Токарно-винторезные станки:	
CW6361C	3840×1100×1920
CW6263C	3840×1100×1921
CW6180C	4480×1100×1922
CW6280C	4480×1100×1922
CW61100C	5830×1100×1924
CW62100C	5830×1100×1924
Станок сверлильный	
ME 7500	618×290×330/526×240×320
ME 5000/2	611×290×310/508×245×300
ME 3500	468×260×300/383×220×285
Гидравлические гильотинные ножницы с ЧПУ	
SB-K-4/2000	3000×1970×1250
SB-K-6/2500	3150×1500×1600
SB-K-8/3200	3880×1830×1720
SB-K-12/4000	4800×2270×2000
SB-K-16/6000	7020×3100×2700
SB-K-20/2500	3370×2545×2250
SB-K-25/3200	4130×3100×2500
SB-K-32/2500	3500×3300×2800

## 2.2 Программное обеспечение определения структуры, площади и расположения оборудования РМБ.

Расчёт производственных площадей в зависимости от типа ремонтного предприятия, объёма ремонтных работ проводят следующими способами: по рассчитанному станочному оборудованию, по количеству производственных рабочих и по площади пола, занятой оборудованием.

Существует несколько схем движения грузопотока: ремонтные базы с прямолинейной зоной движения грузопотоков применяют при относительно небольшом годовом объеме ремонтных работ; ремонтные базы с криволинейной зоной движения грузопотоков применяют для специализированных предприятий, с большим объемом ремонтных работ и широкой номенклатурой ремонтируемых машин.

Рекомендуется принимать схему производственного потока прямолинейную, так эта схема менее затратная.

В качестве примера ниже представлена технологическая схема ремонтной базы предприятия

Зона разборки	Зона горячей обработки	Зона вспомогательных помещений
->		Зона движения грузопотока
	->	
Зона сварки	Зона холодной обработки	Зона сборки
Зона бытовых помещений		Зона административных помещений

По рассчитанному станочному оборудованию производственные площади механического отделения (цеха) производим расчет зависимости от удельных площадей:

$$F = \sum N_{cti} \cdot f_o, \text{ м}^2$$

(18)

где  $N_{\text{сти}}$  - количество оборудования определенного типа;

$f_0$  - удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования,  $\text{м}^2$ .

Таким образом, общая площадь механического отделения:

$$F_1 = F + \sum F_{\text{ц}}, \text{ м}^2 \quad (19)$$

где  $F_{\text{ц}}$  - площадь каждого отдельно принятого отделения (участок сборки, участок разборки и т. д.).

Далее в программе принимаются следующие производственные цеха и отделения: участок разборки, мойки и сортировки, комплектовки и испытания, ремонта электрооборудования, ремонта корпусных деталей и цех сборки машин и агрегатов, кузнечнопрессовое, электрогазосварочное, компрессорное и трансформаторная подстанция.

Следующим шагом в программе выявление общей площади ремонтной базы:

$$F_{\text{общ}} = F_1 + F_{\text{в}} + F_{\text{а}} + F_{\text{б}}, \text{ м}^2 \quad (20)$$

где  $F_{\text{в}}$  - площадь вспомогательных помещений: инструментальное и заточное отделения, кладовые инструмента и запчастей, складские помещения и т.д.,  $\text{м}^2$ ;

$$F_{\text{в}} = (0,2 \div 0,25) \cdot F, \quad (21)$$

$F_{\text{а}}$  – площадь административных помещений,  $\text{м}^2$ ;

$$F_{\text{в}} = 0,06 \cdot F, \quad (22)$$

$F_{\text{б}}$  - площадь бытовых помещений,  $\text{м}^2$ .

$$F_{\text{б}} = 0,15 \cdot F, \quad (23)$$

Далее в программе выбирается схема ремонтной базы, конструкции, и размеры производственных машиностроительных зданий унифицированы и регламентируются нормами Госстроя СН-118-68. Эти нормы применяют и для проектирования ремонтных предприятий.



Унифицированные здания предусматривают блочное размещение цехов и отделений предприятия, как правило, в одном многопролетном здании. Такое размещение цехов и отделений значительно снижает стоимость строительства и эксплуатации зданий, улучшает условия маневрирования при перепланировке производства.

Здания в плане должны быть близкими к квадрату или короткому прямоугольнику. В этом случае при одной и той же площади периметр здания остается неизменным.

Дальнейшим шагом становится определение параметров здания ремонтной базы

Определяется высота до подкрановых путей:

$$H_1 = A_1 + B + D, \text{ м} \quad (24)$$

Определяется высота пролёта:

$$H = H_1 + h, \quad (25)$$

Находится строительная высота:

$$H_c = H + a, \quad (26)$$

Вычисляется длина пролёта:

$$S = t \cdot n, \quad (27)$$

По рассчитанным параметрам выбираем унифицированные размеры пролётов одноэтажных, промышленных, однопролётных и многопролётных зданий.

Все цехи и отделения ремонтного предприятия делятся на зоны: Зона разборки, зона сборки, зона холодной обработки, зона горячей обработки, зона сварки, зона вспомогательных цехов и служб, зона движения грузопотоков, зона административных помещений, зона бытовых помещений.

Примерная схема работы программы представлена ниже.

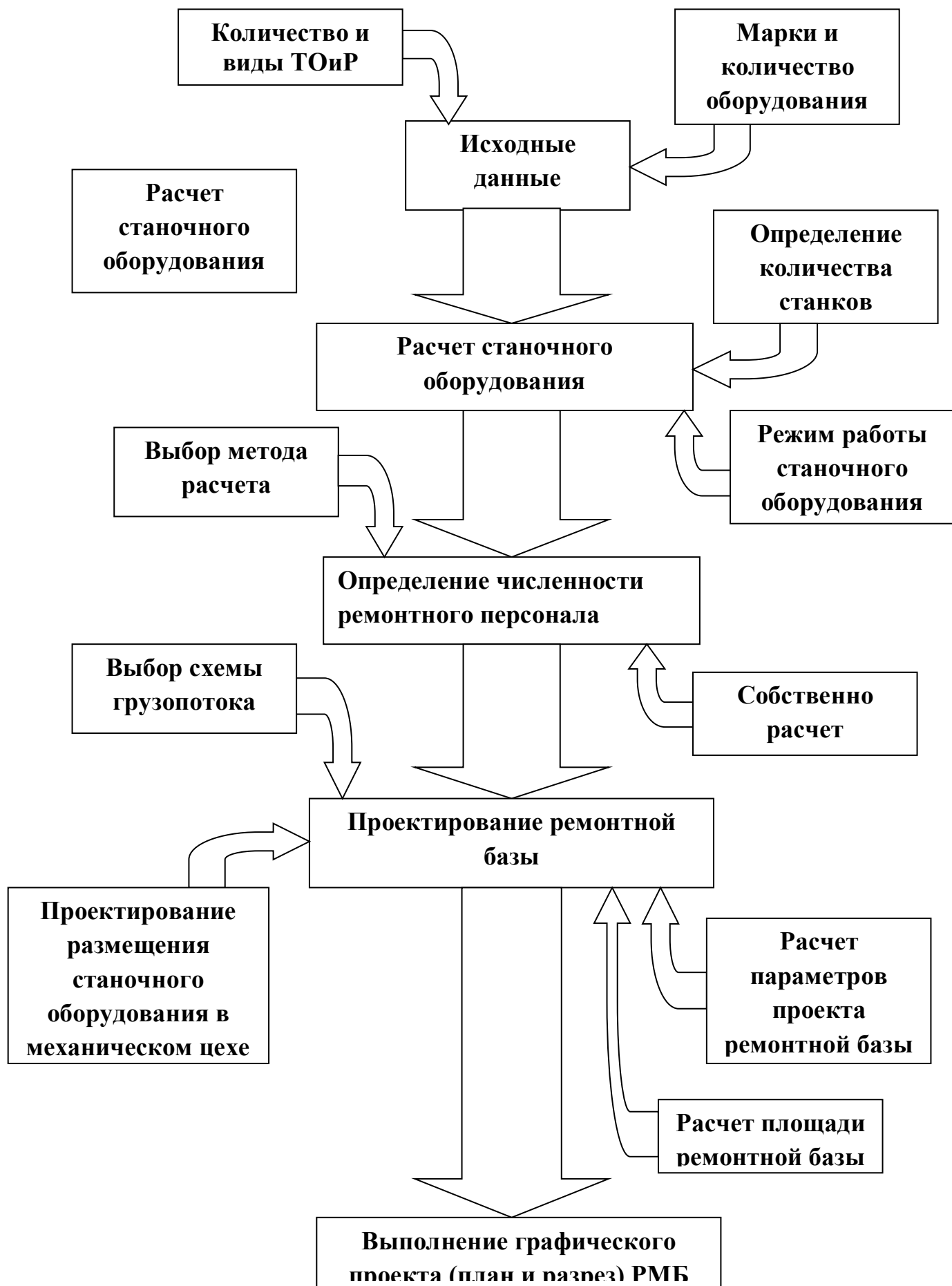


Рисунок 18 Схема работы программы

### **2.3 Выводы**

В качестве выводов можно сказать в том, что создан программный продукт который позволяет осуществить

- расчет численности ремонтного персонала;
- выбор и расчет численности оборудования;
- расчет площади ремонтной базы;
- позволяет выбрать схему грузопотока;
- конечным результатом становится графический проект ремонтной механической базы.

### 3 Экономическая часть

В данной дипломной работе осуществляем расчет основных технико-экономических показателей. Для удобства размещения информации и лучшего понимания осуществляем расчет по экономически выгодному варианту (предложенный программой вариант для условий ООО «ЧУК»). Собственно расчет можно разделить на несколько этапов:

- Капитальные затраты и амортизационные отчисления;
- Баланс рабочего времени, численность персонала и з/п;
- Себестоимость продукции;
- Эффективность проекта и ТЭП.

#### 3.1 Определение капитальных затрат и амортизационных отчислений на производство

Общую стоимость затрат на горно-капитальные работы определим по формуле:

$$C_{\text{общ}} = V \cdot C_{\text{ед}}, \text{ тыс. руб.} \quad (28)$$

где,  $V$  - объем произведенных работ, тыс. м<sup>3</sup> (исходные данные);

$C_{\text{ед}}$  - стоимость единицы произведенных работ, руб. (исходные данные).

$$C_{\text{общ}} = 25298 \cdot 25 = 632450 \text{ тыс. руб.}$$

Вычисление величины амортизации будем производить линейным методом, исходя из срока службы предприятия:

$$T_{\text{сл}} = V_{\text{бал.}} / A_{\text{год}}, \text{ лет} \quad (29)$$

где,  $V_{\text{бал.}}$  - балансовые запасы предприятия, м<sup>3</sup>;

$A_{\text{год}}$  – годовая производительность карьера, м<sup>3</sup>/год.

$$T_{\text{сл}} = 56085 / 5000 = 11,12$$

Принимаем срок службы карьера равным 11 лет. Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$n_a = 100 / T_{\text{сл}}, \% \quad (30)$$
$$n_a = 100 / 11 = 8,92\%$$

Определяем годовые суммарные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{от.год.}} = C_{\text{общ}} \cdot n_a / 100, \text{ тыс. руб.} \quad (31)$$

$$A_{\text{год.сумм.}} = 632450 \cdot 8,92 / 100 = 56383,2 \text{ тыс. руб.}$$

Вычислим годовые амортизационные затраты на единицу работы:

$$A_{\text{год.ед.}} = A_{\text{год.сумм.}} / A_{\text{год}}, \text{ тыс. руб.} \quad (32)$$

$$A_{\text{год.ед.}} = 56383,2 / 5000 = 11,3 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет капитальных затрат при проведении горно-капитальных работ, а также затрат на здания приведем в таблицах и представленных ниже.

Таблица 8 – Затраты при проведении горно-капитальных выработок

Наименование	Объём, тыс.м3.	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, тыс.руб.	Амортизационные отчисления	
				На единицу в год, руб./год	Всего тыс.руб. в год
1. Капитальные траншеи	25298	25	632450	11,2766	56383,16841
2. Котлованы	3750	26	97500	1,7394	8697
3. Разнос бортов	6083	25,6	155724,8	2,7781	13890,65
4. Дренажные горные выработки	150	25	3750	0,0669	334,50
Итого	-	-	889424,8	-	79305,32

Здесь общая стоимость затрат:

- на горно-капитальные работы составляет 889424,4 тыс. руб. ;
- суммарные годовые амортизационные отчисления – 79305,32 тыс.руб.

Таблица 9 – Затраты на сооружение зданий

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, тыс.руб.	Общая сумма затрат, тыс.руб.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, тыс.руб.
Автомобили в карьере	27	9,5	256,5	8,92	22,867
АБК	186100	1,6	297760	8,92	26545,42213
Склады	300	1,4	420	8,92	37,44316662
Завод по производству ВВ	20000	2	40000	8,92	3566,015869
Раскомандировка	100	0,6	60	8,92	5,349023803
Итого	-	-	338496,5	-	30177,097

Общая стоимость затрат:

- зданий и сооружений составляет 338496,5 тыс. руб.;
- годовая сумма амортизационных отчислений – 30177,1 тыс. руб.

Расчет затрат на приобретение, доставку и монтаж оборудования приведем в таблице 10. Стоимость транспортно-заготовительных расходов принимаем в размере 25% от рыночной цены. Балансовая стоимость оборудования определяется с учетом этих затрат. Общая сумма капитальных затрат на машины и оборудование определяется как произведение балансовой стоимости с учетом транспортно-заготовительных расходов на количество оборудования с учетом резерва. Сумму амортизационных отчислений определим на основе балансовой стоимости и нормы амортизации.

Таблица 10 – Затраты на основное технологическое оборудование

Наименование	Кол-во единиц с учетом резерва	Балансовая стоимость, тыс.руб.			Общая сумма капитальных затрат, тыс.руб.	Норма амортизации, %	Годовой фонд амортизационных отчислений, тыс.руб.
		Рыночная цена, тыс.руб.	Стоимость транспортных расходов и монтажа, тыс.руб.	Итого			
<b>Вскрыша</b>							
<b>1. Бурение</b>							
Станок СБШ-250-МН32	3	25000	6250	31250	93750	14,3	13406,25
Итого по бурению	-	-	-	-	93750	-	13406,25
<b>2. Взрывание</b>							
Итого по взрыванию	-	-	-	-	0	-	0
<b>3. Эскавация</b>							
ЭКГ-15	5	57000	14250	71250	356250	14	49875
Итого по эскавации	-	-	-	-	356250	-	49875
<b>3. Транспортировка</b>							
Тепловоз ТЭМ-7	7	70000	17500	87500	612500	15	91875
Думпкары 2ВС-105	52	3200	800	4000	208000	15	31200
Итого по транспортировке	-	-	-	-	820500	-	123075
<b>4. Отвалообразование</b>							
ДЭТ-250	5	14456,5	3614,125	18070,6	90353,125	15	13552,97
Итого по отвалообразованию	-	-	-	-	144565	-	21684,75
Всего по вскрыше	-	-	-	-	1415065,00	-	208041,00

Продолжение таблицы 10

Добыча							
1. Бурение							
Станок СБР-160	2	16000	4000	20000	40000	15,3	6120
Итого по бурению	-	-	-	-	40000	-	6120
2. Взрывание							
Итого по взрыванию	-	-	-	-	0	-	0
3. Экскавация							
ЭКГ-10	3	57000	14250	71250	213750	14	29925
Итого по экскавации	-	-	-	-	213750	-	29925
3. Транспортировка							
автосамосвал грузоподъемностью 120 т	10	15950	3987,5	19937,5	199375	15	29906,25
Итого по транспортировке	-	-	-	-	199375	-	29906,25
4. Отвалообразование							
ДЭТ-250	4	14456,5	3614,125	18070,6	72282,5	15	10842,38
Итого по отвалообразованию	-	-	-	-	54211,875	-	8131,78
Вспомогательные машины							
К-700	3	2700	675	3375	10125	8,3	840,375
Автогрейдер	4	6000	1500	7500	30000	4	1200
Урал	2	1300	325	1625	3250	2	65
Станок	4	340	85	425	1700	4	68
Итого по вспом.маш.	-	-	-	-	45075	-	2173,375
Итого по добыче	-	-	-	-	507336,88	-	74083,03
Всего по производству	-	-	-	-	1967476,88	-	284297,41

По итогам таблицы 10 можно сделать вывод о том, что общая стоимость машин и оборудования составила 1967476,88 тыс. руб.; стоимость основного оборудования 1922401,88 тыс. руб.; вспомогательного оборудования 45075 тыс. руб.; сумма амортизационных отчислений составляет 284297,41 тыс. руб.



### 3.2 Баланс рабочего времени, численность и заработная плата работающих

В качестве основы принимаем режим работы, который применяется на ООО «ЧУК». Для основных рабочих принимаем непрерывный режим работы, для вспомогательных – прерывный. Расчет баланса рабочего времени приводим в таблице 11, представленной ниже.

Коэффициент списочного состава определится по выражению:

$$K_c = \frac{T_{\text{реж}}}{(T_{\text{реж}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{отп}})} \cdot 0,96 \quad (33)$$

где  $T_{\text{реж}}$  - режимный фонд времени предприятия, дней;

$T_{\text{вых}}$  - количество выходных дней;

$T_{\text{отп}}$  - продолжительность отпуска, дней.

$$K_c = 365 / (365 - 140 - 59) \cdot 0,96 = 2,11$$

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели	Режим работы	
	Непрерывный	Прерывный
Календарный фонд времени, дней	365	365
Количество выходных, дней	140	115
Номинальный фонд времени, дней	225	250
Невыходы по причинам, в т.ч. :		
Отпуск	56	56
Болезнь	3	3
Эффективный фонд времени, дней	166	191
Эффективный фонд времени, часов	1992	1528
Коэффициент списочного состава	2,11	1,26

Расчет численности рабочих произведем на основе количества оборудования, норматива численности, числа смен и коэффициента списочного состава и оформляем в таблицу 12, представленную ниже. Явочная численность работающих определяется как произведение количества машин, обслуживаемых рабочими, на норму численности и число смен работы в сутки. Списочная численность определится произведением явочной на коэффициент списочного состава.

По итогам таблицы 12 можно сделать вывод о том, что:

- общая явочная численность рабочих – 156 человек;
- списочная численность основных рабочих – 270 человек;
- списочная численность вспомогательных рабочих – 38 человек;
- общая списочная численность рабочих – 308 человек.

Расчет планового фонда заработной платы производственных рабочих сводим в таблицу 13, представленную ниже. Тарифный фонд определяем как произведение списочной численности на дневную тарифную ставку и годовой фонд рабочего времени. Размер премиальных выплат устанавливаем в размере 20% от тарифного фонда. Размер доплаты за работу в вечернее время определится по формуле:

$$D_{\text{вечер}} = (0,2 \cdot t_{\text{вечер}}/24) \cdot \text{ТФ} \quad (33)$$

где,  $t_{\text{вечер}}$  - количество часов, приходящихся на вечернее время (4ч.).

$$D_{\text{вечер}} = (0,2 \cdot 4/24) \cdot 946,08 = 31,54 \text{ руб.}$$

Размер доплаты за работу в ночное время вычислим по формуле:

$$D_{\text{ночн}} = (0,4 \cdot t_{\text{ночн}}/24) \cdot \text{ТФ} \quad (34)$$

где,  $t_{\text{ночн}}$  - количество часов, приходящихся на ночное время (8ч.).

$$D_{\text{ночн}} = (0,4 \cdot 8/24) \cdot 946,08 = 126,14 \text{ руб.}$$

Размер доплаты за работу в праздничные дни определяем по формуле:

$$D_{\text{празд}} = (v/365) \cdot \text{ТФ} \quad (35)$$

где,  $v$  - количество праздничных дней.

$$D_{\text{празд}} = (11/365) \cdot 946,08 = 28,38 \text{ руб.}$$

Размер дополнительного фонда заработной платы определим по формуле:

$$\Phi_{\text{з.п.доп.}} = (\Phi_{\text{з.п.осн}}/T_{\text{год}}) \cdot n_{\text{отп}} \quad (36)$$

$$\Phi_{\text{з.п.доп.}} = (2246,31/166) \cdot 56 = 757,79 \text{ руб.}$$

В качестве вывода по таблице 13 можно сказать: Годовой фонд заработной платы рабочих на вскрыше составил 34098,76 руб.; рабочих на добыче – 25225,95 руб.; вспомогательных рабочих – 6224,4 руб. Суммарный фонд заработной платы составил 63874,2 руб.

Расчет заработной платы ИТР оформим в таблицу 14. Премия в этом случае составит 20% от оклада. Полный оклад определится, как сумма месячного и полученной премии.



Таблица 14 – Фонд заработной платы специалистов

Наименование должности	Количество человек	Месячный оклад, тыс.руб.	Премия, тыс. руб.	Полный оклад, тыс. руб.	Сумма годового заработка с учетом районного коэффициента, тыс. руб.
Технический директор	1	74	14,8	88,8	959,04
Главный инженер	1	68	13,6	81,6	881,28
Главный энергетик	1	69	13,8	82,8	894,24
Главный механик	1	64	12,8	76,8	829,44
Мастер по ремонту основного оборудования	3	35	7	42	1360,8
Мастер по ремонту вспомогательного оборудования	2	21	4,2	25,2	544,32
Мастер по ремонту буровых станков	1	22	4,4	26,4	285,12
Начальник участка	4	23	4,6	27,6	1192,32
Горный мастер	6	25	5	30	1944
Начальник БВР	1	32	6,4	38,4	414,72
Мастер БВР	2	21	4,2	25,2	544,32
Маркшейдер	2	42	8,4	50,4	1088,64
Геолог	3	40	8	48	1555,2
Зав.складом ВМ	1	15	3	18	194,4
Итого	26			661,2	12687,84

### 3.3 Себестоимость продукции

Себестоимость продукции представляет собой сумму затрат на производство и реализацию этой продукции.

Все затраты в составе себестоимости группируют по экономическим элементам и статьям расходов.

Экономические элементы:

- материальные затраты;
- расходы на оплату труда;
- отчисления на государственное социальное страхование;
- амортизацию основных фондов;
- прочие расходы.

Весь расчет себестоимости сведем в таблицу 15, представленную ниже. Значение каждого структурного элемента определится, как отношение суммы затрат по отдельно взятой статье расходов, к объему производства (пустой породы или полезного ископаемого).

вскрыша						
Статьи расходов	Процессы работ					Итого
	бурение	взрывание	экскавация	транспортир овка	отвалообраз ование	
Вспомогательные материалы на технологические цели	0,085	2,6006	0,145	0,11	0,1	3,004
Основная з/п производственных рабочих	0,244	0,07	0,47	0,534	0,1811	1,500
Дополнительная з/п производственных рабочих	0,082	0,02	0,16	0,180	0,0611	0,506
ЕСН	0,08	0,02	0,16	0,19	0,06	0,52
Амортизация	0,79	0	2,934	7,2397	1,276	12,24
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	-	-	-	-	-	3,472
Цеховые расходы	-	-	-	-	-	11,603
Себестоимость	-	-	-	-	-	32,844
добыча						
Вспомогательные материалы на технологические цели	0,085	2,601	0,145	0,111	0,069	3,010
Основная з/п производственных рабочих	0,552	0,24	1,01	1,225	0,4925	3,522
Дополнительная з/п производственных рабочих	0,186	0,08	0,34	0,413	0,1662	1,188
ЕСН	0,19	0,08	0,35	0,43	0,17	1,22
Амортизация	1,22	0	5,985	5,9813	1,626	14,82
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	-	-	-	-	-	11,805
Цеховые расходы	-	-	-	-	-	39,449
Погашение вскрыши	-	-	-	-	-	9,660
Себестоимость	-	-	-	-	-	84,675

### 3.4 Эффективность проекта и основные технико-экономические показатели

При осуществлении проекта выделяют три вида деятельности: инвестиционную, операционную и финансовую. В рамках каждого вида деятельности происходит приток и отток денежных средств.

Основные составляющие потока реальных денег приводим в таблицах 16-20. Чистую ликвидационную стоимость объекта (чистый поток реальных денег на стадии ликвидации) приведем в таблицу 16. Порядок оценки ликвидационной стоимости объекта при ликвидации его на 10-м шаге (первый год за пределом, установленного для объекта срока службы) следующий: Рыночную стоимость принимаем в размере 120% от балансовой стоимости. Балансовая стоимость объекта для шага 10 определится, как разность между первоначальными затратами и начисленной амортизацией за период 10 лет:

$$\text{строка (4)} = 1,2 * \text{строка(2)} - \text{строка(3)} \quad (36)$$

Затраты по ликвидации объекта принимаем равными 4% от рыночной стоимости. Налог от выручки ликвидируемого объекта составляет 24% от операционного дохода. Прирост стоимости капитала относят только к земле и определяют, как разность между рыночной (строка1) и балансовой (строка4) стоимостью имущества. Операционный доход равен разности затрат по ликвидации (строка5) и доходом от прироста стоимости капитала (строка6). Чистая ликвидационная стоимость каждого элемента представляет собой разность между рыночной стоимостью (строка1) и налогами, начисленными за прирост стоимости капитала и доходы от реализации имущества (строка8).

По окончании всех расчетов обозначим все основные технико-экономические показатели в таблице 18. В столбце «При условиях ООО «ЧУК»» указаны показатели действующего предприятия, а в столбце «Расчетное значение» - тоже предприятие, но с оборудованием, выбранным с помощью разрабатываемой программы.



Таблица 16 – Ликвидационная стоимость

Наименование	Здания и сооружения (без учета горных выработок)	Машины, оборудование	Всего
Рыночная стоимость	369983,2833	0	369983,28
Затраты (первоначальная стоимость)	338496,5	1967476,875	2305973,4
Начислено амортизации за период 1	30177,1	1967476,875	1997654,0
Балансовая остаточная стоимость на 1-ом шаге	308319,4	0,0	308319,4
Затраты по ликвидации	12332,78	0	12332,78
Доход от прироста стоимости капитала	61663,9	0,0	61663,9
Операционный доход (убытки)	49331,10	0,00	49331,10
Налоги	11839,47	0,00	11839,47
Чистая ликвидационная стоимость	358143,82	0,00	358143,82









Таблица 21 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	При условиях ООО "ЧУК"	Расчетное значение
Промышленные запасы месторождения, тыс.т.	275449	275449
Годовая производительность, тыс.т.	5000	5000
Годовой объем реализованной продукции, тыс.руб.	7500000	7725000
Себестоимость добычи, руб./т.	101,43	84,68
Себестоимость 1 м <sup>3</sup> вскрыши, руб./м <sup>3</sup>	40,92	32,84
Производительность труда рабочего т/год	10,58	16,24
Удельные капитальные затраты, руб.ед.	643,33	643,33
Списочный состав ППП, чел.	499	334
в том числе ИТР	26	26
в том числе рабочие	473	308
Вспомогательных рабочих, чел.	38	38
ФЗП, тыс.руб./год	112353,12	76562,04
Средняя заработная плата работающего за месяц, тыс. руб.	18,78	19,11
Средняя заработная плата рабочего за месяц, тыс. руб.	17,58	17,89
Амортизация всего, тыс.руб.:	503744,09	393779,82
Прибыль, тыс.руб.	6389683,81	6403641,83
Прибыль, оставшаяся в распоряжении предприятия, тыс.руб.	4781159,70	4791767,79
Рентабельность производства, %	135,13	136,33
Рентабельность продукции, %	710,81	710,81
Фондоотдача, руб./руб.	0,00155	0,00156
Фондоемкость, руб./руб.	643,33	639,08
Срок окупаемости заемных средств, лет	1	1
Срок окупаемости капитальных затрат, лет	1	1
Чистый доход, тыс.руб.	10200781,61	10155248,95
Чистый дисконтированный доход, тыс.руб.	30026212,03	30667916,42
Индекс доходности	5,78	7,09

По итогам расчетов видно, что вариант с применением программы, эффективнее. За счет более эффективного и производительного ремонтного оборудования, а также уменьшения простоя технологического оборудования уменьшился штат сотрудников: с 473 до 308. Это влечет за собой снижение фонда заработной платы, и, как следствие, снижение себестоимости продукции, а также повышение средней з/п работающего, увеличение прибыли и повышение остальных показателей.

## **4 Безопасность жизнедеятельности**

### **4.1 Общие положения**

Безопасность работ на предприятиях угольной отрасли может соответствовать предъявленным требованиям только при активном действии человека в направлении повышения уровня безопасности. Такое воздействие называется управлением безопасностью. Управление может быть эффективным лишь при соответствующей его организации. Таким образом, организация и управление безопасностью тесно связаны друг с другом. Мероприятия по организации и управлению безопасностью имеют одну цель: достижение максимальной эффективности безопасности. Хорошая организация безопасности и грамотное управление — одно из главных условий обеспечения высокого уровня безопасности горных работ. И наоборот, пренебрежение организацией безопасности, управление ею по старинке, без использования последних достижений науки и техники неизбежно приведет к противоречию между требованиями безопасности постоянно развивающегося производства и отстающими от них способами и средствами обеспечения безопасности. В результате — снижение уровня безопасности, повышение травматизма, аварийности, профзаболеваемости.

Развитие горной промышленности, применение новых машин, механизмов требует постоянного совершенствования организации и управления безопасностью горных работ. Такое совершенствование осуществляется в горной промышленности непрерывно. Так, повышение интенсивности горных работ, таящее в себе объективное снижение безопасности, вызвало появление на шахтах таких новых форм организации работ, как дни безопасности, постоянно действующие совещания по безопасности и др. Управление безопасностью было оформлено в виде системы мероприятий, использующей, в частности, методы количественной оценки уровня безопасности. Между развитием горного производства и развитием организации и управления его безопасностью идет постоянное соревнование. Важно, чтобы в этом соревновании развитие организации и управления безопасностью не отставало от развития горного производства. Весьма желательно, чтобы оно даже опережало развитие производства.

К сожалению, в этом соревновании пальма первенства зачастую принадлежит развитию производства. А это означает, что вначале рождается техническое новшество, а затем с тем или иным опозданием появляются способы и средства обеспечения безопасности работ при этом новшестве. Такие опоздания чреваты серьезными последствиями. Задача горного инженера — руководителя производства, ученого устранить такие опоздания, а еще лучше

предвидеть развитие производства и заблаговременно обеспечить ему базис безопасности.

Организацию и управление безопасностью подчас трудно четко разграничить. Но в целом можно сказать, что организация безопасности работ включает в себя структуру службы безопасности и формы ее работы, а управление безопасностью труда - методы воздействия на производство в целях повышения безопасности и разработку методологических основ работы в области безопасности, реализуемых в определенных организационных формах.

#### **4.2 Структура органов управления и контроля безопасности**

Органы управления безопасностью делят на государственные (федеральные и местные) и ведомственные. К государственным органам управления относят высшие законодательные и исполнительные органы государственной власти, которые принимают законы, издают указы и постановления в части безопасности, местные органы государственной власти, принимающие аналогичные решения в пределах своей компетенции, а также Министерство труда РФ.

Генеральным руководителем в области безопасности работ в отрасли является ее первое лицо (министр, председатель комитета, президент компании или аналогичные им должностные лица). Непосредственное руководство безопасностью работ в отрасли осуществляет один из его заместителей через управление безопасности и военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ).

Управлению безопасности методически подчинены соответствующие отделы в производственных объединениях (ПО), научно-исследовательские институты по безопасности работ и аналогичные лаборатории в других отраслевых НИИ. Отдел безопасности производственных объединений административно подчинен руководителю и курируется техническим директором объединения.

Органы контроля безопасности подразделяют на государственные, ведомственные и общественные.

Высший государственный надзор за точным исполнением законов о труде всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, организациями и их должностными лицами возлагается на Генерального прокурора Российской Федерации.

Общий контроль за соблюдением требований охраны труда на всех предприятиях и во всех организациях Российской Федерации осуществляет Министерство труда РФ через находящуюся в его структуре Федеральную инспекцию труда.



К числу государственных органов, уполномоченных осуществлять надзор и контроль за техникой безопасности, прежде всего, следует отнести Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России), Главгосэнергонадзор России.

Государственный контроль безопасности работ в горной промышленности в пределах своей компетенции осуществляют также органы Госатомнадзора Российской Федерации, а также Государственного пожарного надзора Российской Федерации.

Кроме указанных ранее, специально уполномоченными органами, осуществляющими государственный надзор в соответствующих сферах безопасности, являются Госстандарт РФ, Госкомитет РФ по вопросам архитектуры и строительства, Госсаннадзор, Госавтоинспекция, Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерство природных ресурсов.

Государственный надзор за состоянием техники безопасности в наиболее сложных отраслях промышленности возлагается на Госгортехнадзор России, который является центральным органом федеральной исполнительной власти, осуществляющим государственное нормативное регулирование вопросов обеспечения промышленной безопасности на территории Российской Федерации, а также выполняющим специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции.

Госгортехнадзор России осуществляет надзор за состоянием безопасности работ в угольной, горнорудной и нерудной, металлургической, нефте- и газодобывающей, нефте- и газоперерабатывающей, оборонной (производства вредных химических, взрывопожароопасных веществ и материалов) промышленности, на химических и нефтехимических производствах повышенной опасности, на предприятиях по хранению и переработке зерна, при ведении подземного транспортного и гидротехнического строительства, геологоразведочных и других горных работ.

Госгортехнадзор России состоит из центрального аппарата, областных управлений и районных инспекций. Работу по непосредственному контролю состояния безопасности осуществляют государственные инспекторы Госгортехнадзора.

Ведомственный контроль проводится силами служб безопасности предприятий. Формами ведомственного контроля являются плановые проверки состояния охраны труда (комплексные, целевые, маршрутные, а также взаимопроверки) и анализ условий труда (оценка уровней запыленности, шума, вибрации, анализ микроклимата). Проверки проводят комиссии, специально назначаемые руководителем предприятия и местными органами

Госгортехнадзора. По результатам контроля разрабатывают мероприятия по устранению выявленных недостатков. Кроме плановых мероприятий в рамках ведомственного контроля отдельные должностные лица предприятия и вышестоящих организаций осуществляют проверки состояния охраны труда.

Общественный контроль за безопасностью труда осуществляют профсоюзы. Они контролируют выполнение законодательных и нормативных актов по охране труда, а также состояние техники безопасности и промсанитарии на конкретных предприятиях и в организациях. Для выполнения этой работы в профсоюзных органах существуют технические и правовые инспекции труда.

Проведение аналитических мероприятий. Аналитическая работа — основа принятия всех решений по повышению безопасности труда. К аналитическим мероприятиям относят все действия, связанные с анализом условий безопасности, ее состояния и разработкой мер повышения безопасности. Формы аналитических мероприятий разнообразны. Это прежде всего текущая работа управлений, отделов безопасности, участков ВТБ, а также научно-исследовательских организаций, занимающихся безопасностью работ. Сюда относят научные, научно-технические и технические форумы, совещания и конференции различных уровней, на которых анализируют и обобщают состояние безопасности и разрабатывают методы, способы и средства ее повышения. К этому элементу системы организации работ принадлежит и работа различных комиссий, изучающих отдельные несчастные случаи, аварии и разрабатывающих мероприятия по их предупреждению. Сюда же относят составление различных планов проведения мероприятий по повышению безопасности труда.

Как видно, многие аналитические мероприятия являются формами коллективного решения вопросов безопасности. Залогом успешной деятельности является активность участников таких мероприятий и их соответствующая квалификация.

Организационная работа. К формам организационной работы с определенной условностью можно отнести ведение документации по безопасности, установление должностных обязанностей лиц, работающих в системе безопасности, и задач служб безопасности, ведение оперативной работы должностных лиц этой системы, проведение производственных совещаний, вовлечение представителей трудового коллектива в профилактическую работу, осуществление дисциплинарных мероприятий.

К документации по безопасности в широком смысле относят государственные законы и подзаконные акты, касающиеся безопасности, нормативную документацию, правила безопасности, инструкции по

безопасному ведению работ, проекты и расчеты (по вентиляции, дегазации и др.), журналы с записью информации по безопасности, наряды на работы, графический материал (схемы вентиляции, дегазации, паспорта работ и т.п.).

Обучение. Оно является важным элементом системы организации безопасности труда, определяя квалификацию работника в области безопасности. Квалификация должна быть адекватна должностным обязанностям работника, поэтому в области безопасности существуют разные формы и уровни обучения.

Весьма важно, чтобы знания, определяющие квалификацию работника, были твердо усвоены. Для обеспечения этого требования существует система периодических проверок (экзаменов) знаний в области безопасности.

### **4.3 Техника безопасности при ремонте горных машин**

Соблюдение правил техники безопасности при производстве ремонтных работ позволяет предупредить несчастные случаи, создать полную безопасность труда работающих и способствует повышению их производительности. Для этого ремонтный персонал должен знать правила и инструкции по технике безопасности, уметь пользоваться защитными и противопожарными средствами, оказывать первую медицинскую помощь, иметь соответствующие группы допуска для работ в электроустановках, крановщики — права для работы на кране, стропальщики — удостоверение стропальщика и т. д.

Ремонт машин допускается после полной их остановки, блокировки пусковых аппаратов, приводящих в действие механизмы, или отключения питающего кабеля с соблюдением организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. Запрещается производить ремонтно-монтажные работы в непосредственной близости от открытых движущихся механических установок, а также вблизи электрических проводов и оборудования, находящихся под напряжением, без ограждения.

Для ведения монтажных работ на высоте допускаются люди не моложе 18 лет с хорошим здоровьем.

Монтажные работы на высоте на открытом воздухе при скорости ветра более 10—12 м/с, грозе, температуре воздуха ниже —30 °С, а также гололеде, сильном снегопаде и тумане запрещаются.

Применяемые при ремонте устройства, установки, краны, грузозахватные приспособления, стропы должны отвечать требованиям Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных средств. Они должны подвергаться испытанию не реже 1 раза в год под нагрузкой, превышающей

рабочую на 25 %. Тали и домкраты должны быть самотормозящимися и удерживать поднятый груз на высоте. Гидравлические и пневматические домкраты должны иметь устройства, не допускающие опускания груза при прекращении работ насоса или при повреждении труб, соединяющих насос с домкратом.

Место ремонта машин в условиях действующего цеха должно быть ограждено и иметь предупредительные надписи. Рабочие, занятые на этих работах, должны иметь предохранительные шлемы и быть специально проинструктированы о возможных опасностях.

Напряжение электроинструмента должно быть не выше 220 В в помещениях без повышенной опасности и вне помещения. Корпус электроинструмента на напряжение выше 36 В должен иметь специальный зажим для заземления. Питание электроинструмента и переносных светильников от автотрансформатора запрещается.

Перед мойкой деталей керосином кожа рук должна быть смазана вазелином. При промывании деталей в щелочных растворах необходимо пользоваться резиновыми перчатками.

Размещение сварочного оборудования должно обеспечивать безопасный и свободный доступ к нему.

Не допускается производить электросварку сосудов, находящихся под давлением. При сварке конструкции после дождя и снегопада сварщик обязан кроме спецодежды пользоваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками. Запрещается работать внутри закрытых емкостей одновременно электросварщику и газосварщику.

При работе на металлорежущих станках следует пользоваться очками или устанавливать на станках экраны и щитки из небьющегося стекла или целлулоида.

При кузнечных работах необходимо следить за исправностью инструмента. Кузнечные клещи изготовляют из мягкой стали. Помещение кузнечного отделения должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию.

Покрасочные работы производят с подмостков или лестниц-стремянков.

Весь ремонтно-монтажный персонал должен периодически (не реже 1 раза в год) проходить инструктаж по оказанию первой помощи, знать способы искусственного дыхания, уметь пользоваться медицинскими приспособлениями по оказанию первой помощи, знать назначение медикаментов. Контроль за выполнением требований Инструкции по безопасным методам ведения ремонтно-монтажных работ осуществляется должностными лицами предприятий.

#### **4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Для осуществления ремонтных работ ремонтно-механические заводы и мастерские предприятий горнодобывающей промышленности имеют механические цехи и отделения по обработке металла резанием. В этих цехах установлено различное станочное оборудование: токарное, фрезерное, сверлильное, долбежное, строгальное, шлифовальное и др.

Работа в цехах может сопровождаться наличием ряда вредных и опасных производственных факторов, к числу которых относятся:

- электрический ток;
- абразивная пыль и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости;
- высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента;
- повышенный уровень вибрации;
- движущиеся машины и механизмы, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости, повышенная пульсация светового потока.
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- высокий уровень шума и вибрации;
- повышенный уровень ультразвука и различных излучений (тепловых, ионизирующих, электромагнитных, инфракрасных и т.д.).

Анализ опасных и вредных факторов представим в виде таблицы 22



#### **4.5 Технические и организационные мероприятия по охране труда**

Все снятые части, узлы и детали укладывают на специальные стеллажи и места хранения. Разбрасывать детали, загромождать ими проходы не разрешается. При разборке и сборке машин пользуются комплектами инструментов и приспособлений (съемники, прессы и т. д.), которые должны находиться в исправном состоянии.

Во избежание несчастных случаев при подъеме и перемещении частей машин все грузоподъемные машины и детали, грузозахватные устройства должны отвечать требованиям Правил Госгортехнадзора.

Для использования обтирочных материалов устанавливаются металлические ящики с плотно закрывающимися крышками. После окончания работы ящики следует очищать от обтирочных материалов.

В механических цехах и участках мероприятия по технике безопасности сводятся в основном к следующему: закреплению станочного оборудования на фундаментах и рациональному их размещению на данной производственной площадке с точки зрения удобного и безопасного подхода при работе, обслуживании и ремонте; расположению привода и элементов трансмиссий вне транспортных путей; устройству и сохранности ограждающих и других приспособлений, обеспечивающих безопасность труда на рабочем месте.

Спецодежду работающих в цехах и на участках следует периодически сдавать в стирку (химчистку) и хранить отдельно от верхней одежды. Химчистка и стирка спецодежды должна быть централизованной, проводится по мере загрязнения, но не реже двух раз в месяц.

На участке механической обработки металлов применяются следующие средства индивидуальной защиты:

специальные рукавицы ГОСТ 12.4.010-75 тип М - для защиты от механических воздействий;

женские костюмы ГОСТ 12.4.108-82 и мужские костюмы ГОСТ 12.4.109-82 для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;

защитные очки ГОСТ 12.4.003-80 тип О - открытые защитные (бесцветные стекла с повышенной стойкостью к ударам);

спецобувь должна быть стойкой к материалам рабочей среды, а подошва должна обеспечивать устойчивость работающего.

Для защиты от поражения электрическим током применяют:

- защитное заземление;
- защитное отключение;
- изоляция;
- малое напряжение.

#### **4.6 Мероприятия по производственной санитарии**

Состояние внутренних поверхностей участка. В планировке цеха необходимо выделять зоны основного и вспомогательного оборудования, складирования, транспортные пути, проходы, опасные зоны, места отдыха и т. д. Выделение таких зон может осуществляться объемно-планировочными приемами, а также цветом и различными условными обозначениями (знаки опасности, надписи, символические рисунки и т. д.). Технологические зоны могут быть выделены белыми полосами, наносимыми на покрытие пола (по контуру зоны), окраской в иной цвет проходов, ограничивающих зону, и др. Опасные зоны следует выделять более заметно, применением предупреждающих цветов и сигналов.

Системы отопления, освещения и вентиляции. Отопление зданий имеет значение не только для создания нужной температуры в помещениях, но и для сохранения здания.

Система отопления обеспечивает заданную равномерную температуру в рабочей зоне. Систему отопления, вид и параметры теплоносителя, тип нагревательных приборов принимают в соответствии с назначением помещений по СНиП 11-Г.7-82.

Система отопления и теплоносители не должны создавать производственных вредностей.

Температуру поверхности нагревательных приборов выбирают такой, чтобы не происходило воспламенение или пригорание оседающей пыли. Нагревательные элементы должны быть удобны для очистки.

При местном освещении светильники располагают непосредственно у рабочих мест (станков, машин, механизмов, верстаков, столов для контроля деталей). Такие светильники освещают лишь рабочие поверхности, а проходы, проезды и вспомогательные площади цехов остаются недостаточно освещенными, поэтому одно местное освещение при отсутствии общего не допускается.

В станочных цехах, где выделяется пыль, устанавливают пыленепроницаемые светильники; в отделочных цехах и на складах растворителей, разбавителей, лаков, красок — взрывозащищенные светильники; в варочно-пропарочных цехах (отделениях) — влагонепроницаемые светильники; в лесопильных, сушильных, машинных, сборочных и клееварочных цехах и отделениях, как и в пожароопасных, рекомендуется применять влагопыленепроницаемые светильники типа ПУ (промышленный уплотненный) или ПВЛ. Потребная освещенность зависит от размера объекта, фона, контраста и т.д.



Для естественного вентилирования производственных помещений производственных помещений предусматривают фрамуги и форточки. Система вентиляции в цехах горячей обработки металлов должна обеспечивать снижение вредных выделений до допустимых величин в соответствии с действующими Санитарными нормами (С 245-71). При рассмотрении вопросов проектирования и выбора способа вентиляции сначала определяют характеристику производственных помещений (санитарную, пожарную и взрывную). Для этой цели необходимо установить степень опасности сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции. При этом также требуется определить характеристику выделяемых загрязнений (влаги, паров, газов и пыли), скорость распространения паров и газов в воздухе производственного помещения, витания перемещаемой пыли, плотность удаляемых загрязнений, паров, газов и пыли и допустимую концентрацию этих загрязнений по санитарным нормам СН 245, ССБТ ГОСТ 12.1.005 и по пожарным нормам ССБТ ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.4.009.

Далее выбирают способ устранения и предупреждения образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных выделений. При этом устанавливают расчетные скорости всасывания, выбирают или специально проектируют тип укрытия, разрабатывают схему расположения укрытий, воздухопроводов, вентиляторов, вентиляционных камер и очистных устройств. В зависимости от пожаро- и взрывоопасности удаляемых паров, газов и пыли проектируют огнезадерживающие и сигнализирующие устройства.

Согласно выбранному способу и схеме вентиляции рассчитывают необходимое число оконных фрамуг, дефлекторов, фонарей, производительность вентиляторов, размеры воздухопроводов, а затем выбирают тип вентиляторов, тип и мощность электродвигателей, пусковых устройств и проводки, сигнализации и других устройств с учетом пожарной и взрывной опасности. В особо опасных помещениях предусматривают устройства, автоматически регулирующие работу вентиляции и сигнализирующие о прекращении ее работы или об опасной концентрации загрязнений, включающие аварийную вентиляцию.

При вентиляции помещений промышленных зданий могут быть следующие виды расхода воздуха: необходимый для горения топлива в производственных печах, горнах и пр.; удаляемый (отсасываемый) в дымовытяжные устройства, зонты над печами, горнами, прессами древесностружечных и древесноволокнистых плит; удаляемый местными отсосами от шлифовальных станков, гальванических и других ванн, клееварок, прессов для склейки деталей, других укрытий технологического оборудования (у участков подачи сырья в дозировочные баки, у загрузочных отверстий, у мест для отбора проб в реакторах, в отделениях производства смол и лаков); удаляемый через отк-

рывающиеся фрамуги, шахты; удаляемый дефлекторами; удаляемый пневмотранспортом; удаляемый общеобменной механической вытяжкой; необходимый для дыхания работающего — не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на человека.

Удаляемый воздух возмещается приточным (подогретым в зимнее время) воздухом, подаваемым следующими вентиляционными устройствами: 1) равномерной раздачей при помощи приточных воздухопроводов и насадок общеобменной и местной вентиляции, душирующими патрубками, воздушными завесами и т. п.; 2) естественным путем через приточные фрамуги окон в летний период.

Для создания некоторого подпора, препятствующего проникновению холодного воздуха в нижнюю часть помещений, желательно, чтобы по всему помещению приток воздуха превышал вытяжку.

#### **4.7 Мероприятия по пожарной безопасности**

Территория базы, склада, цехов должна постоянно содержаться в чистоте, а после окончания работы тщательно очищаться от упаковочного материала, отходов и горючего мусора. Отходы, упаковочные материалы необходимо систематически удалять на специально отведенные огражденные участки и своевременно вывозить.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ. Проезды и подъезды к пожарным водоемосточникам, а также подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными. Противопожарные разрывы между зданиями не разрешается использовать под складирование материалов, оборудования, упаковочной тары, стоянку транспортных средств.

В зимний период дороги, проезды, подъезды и крышки люков пожарных гидрантов и водоемов систематически очищают от льда и снега. территория предприятия в ночное время должна освещаться Курение на территории ремонтного предприятия запрещается. Курить разрешается только в специально отведенных местах, обеспеченных средствами пожаротушения, урнами (ящиками с песком). Эти места должны иметь

указательные знаки по ГОСТ 12.4.026-76.

Наружные пожарные лестницы, а также ограждения безопасности на крышах зданий необходимо содержать в исправном состоянии.

Запроектированная вентиляция должна полностью удалять загрязнения или разбавлять их до предельно допустимой по токсичности и пожаровзрывоопасности концентрации. Удаляемый загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу должен быть очищен, а поэтому необходимо указать

принятый или разработанный способ очистки воздуха и тип очистного сооружения.

#### **4.8 Охрана окружающей среды**

К комплексу работ, выполняемых по охране окружающей среды при выполнении системы ППР можно отнести:

сбор отработанных масел, смазок и жидкостей гидравлических систем; сдача материала на переработку для повторного использования или утилизации;

обтирочный материал также собирается и складировается, как бытовой отход;

отходы ремонтного производства (излишки металла, стружка, окалина, изношенные детали и брак) сортируются и утилизируются или отправляются на переплавку.

Анализ загрязнений. Проектируемое производство не характеризуется образованием загрязняющих веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации. В связи с этим разработка и внедрение специальных природоохранных мероприятий не требуется.

Организация природоохранной деятельности. На проектируемых производствах природоохранную деятельность осуществляют отделы экологии. В их основные функции входит:

взаимодействие с государственными природоохранными структурами; разработка и внедрение мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду (снижение потребления воды, выбросов масел, и т.д.);

контроль за соблюдением норм выбросов и стоков.

#### **4.9 Возможные чрезвычайные ситуации и мероприятия по снижению риска их возникновения**

В качестве возможных ЧС можно привести несколько примеров: пожары в результате нарушений правил и условий эксплуатации, должностных инструкций;

аварии и выходы из строя ремонтного и вспомогательного оборудования; выброс загрязняющих веществ (масла, жидкости для гидравлических систем, пластичные смазки и т.д.);

несчастные случаи.

В мероприятия по предупреждению можно включить:

периодический контроль технического состояния ремонтного, грузоподъемного и вспомогательного оборудования;

проведение плановых противопожарных тренировок с персоналом предприятия;

создание противопожарных комиссий и добровольных противопожарных формирований;

разработка и внедрение современных должностных инструкций для ремонтного персонала.

## **Заключение**

В качестве заключения можно отметить следующие:

- Создано программное обеспечение, которое может применяться на предприятиях угольной отрасли или быть учебным пособием.
- Данный продукт программного обеспечения обеспечит освобождение ручного труда.

## **Список использованных источников**

1 Ремонт машин и оборудования: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 17.01 и 17.03 / А.В. Гилёв, Х.М. Мишхожев; КИЦМ, Красноярск, 1993, 40 с.

2 Технология производства и ремонта горных машин., П.М. Шилов. М., «Недра», 1971, 384с.

3 Эксплуатация и ремонт механического оборудования карьеров., В.И. Русихин. М., «Недра», 1982, 214с.

4 Технология машиностроения и ремонт горных машин., Г.И. Солод, В.И. Морозов, В.И. Русихин. М., «Недра», 1988, 421с.

5 Справочник. Открытые горные работы., К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Веницкий, Н.Н. Мельников и др. М., «Горное бюро», 1994, 590с.

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛУЖИВАНИЙ И РЕМОНТОВ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

С.П. Гилев

*Сибирский федеральный университет,  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий,  
г. Красноярск, Российская Федерация*

## *Аннотация*

Открытый способ разработки месторождений твердых полезных ископаемых является превалирующим во всех горнодобывающих отраслях в мире. Всестороннее совершенствование открытых разработок стало основным направлением научно-технического прогресса в горном деле. Его развитию благоприятствуют обширные запасы полезных ископаемых, накопленный в мире богатый опыт горного производства и развивающееся машиностроение.

Открытый способ разработки применяется в разнообразных горно-геологических и горнотехнических условиях. В результате велики типоразмерные ряды оборудования отечественного и зарубежного производства, используемого в основных и вспомогательных технологических процессах, многообразны технологические схемы горного производства, различны методы расчета параметров и показателей оборудования, в широком диапазоне изменяются показатели использования горного и транспортного оборудования.

Вместе с тем опыт эксплуатации механического оборудования карьеров показывает, что используется оно недостаточно эффективно. Значительные простои машин приносят огромные убытки предприятиям, и отрасли в целом, и объясняются недостатками в организации горных работ, нарушением действующей системы технического обслуживания и ремонта, ее несовершенством. [5]

Длительная и надежная работа горных машин возможна только при условии систематического и качественного проведения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

Под техническим обслуживанием понимают комплекс работ для поддержания исправности или только работоспособности машин при

подготовке и использовании по назначению, при хранении и транспортировании.

Ремонт - комплекс работ для поддержания и восстановления исправности или работоспособности машин.

В угольной отрасли ремонтные нормативы на проведение ремонтов и технических обслуживаний (далее по тексту ТО и Р) регламентируются инструкциями по проведению планово-предупредительных ремонтов машин соответствующего предприятия. Такие инструкции, в свою очередь основываются на «Положении о ППР», либо на предприятии разрабатывается собственное положение с учетом конкретных условий эксплуатации горной техники. [1,2]

На сегодняшний день можно сказать, что состояние организации и планирования ТО и Р не самое передовое. Ведутся разработки и активно внедряются на производстве программные средства по автоматизированному учету и нормированию запасных частей горной техники. В качестве примера можно выделить такие программы, как: TRIM – Санкт-Петербург, АСУ КИС «Парус» – Москва.

Как правило, функции по организации и планированию ремонтов горных машин, а также проектированию ремонтно-механического цеха возложены на инженерно-технических работников и специалистов предприятия. С этим связаны значительные затраты умственных ресурсов персонала и рабочего времени (разработка нормативов и графиков ППР занимает значительное время). На современном этапе развития горнодобывающей отрасли накоплен огромный опыт ведения учетной документации, а также планирования ремонтов и эксплуатации горных машин. [3]

В связи с бурным развитием компьютерных технологий такая нормативная база с легкостью может послужить источником исходных данных и рекомендаций при создании программного обеспечения для организации и планирования технических обслуживаний и ремонтов основного технологического оборудования в угольной отрасли.

Разработка такой программы является темой нашей комплексной дипломной работы. Также можно сказать, что ранее подобных проектов еще не создавалось. Ожидается, что такая программа позволит более точно, рационально и систематизировано осуществлять организацию и планирование ТО и Р горной техники. Также это высвободит значительное количество людских и временных ресурсов.

В общем случае принцип работы программы можно разбить на два больших пункта: Обоснование нормативов на ТО и Р и организация ремонтных работ; Проектирование ремонтно-механической базы предприятия. Оба пункта удобнее будет разобрать в виде структурных блок-схем, (рис. 1,2).





Рисунок 18 – Обобщенная схема работы обоснования нормативов на ТО и Р

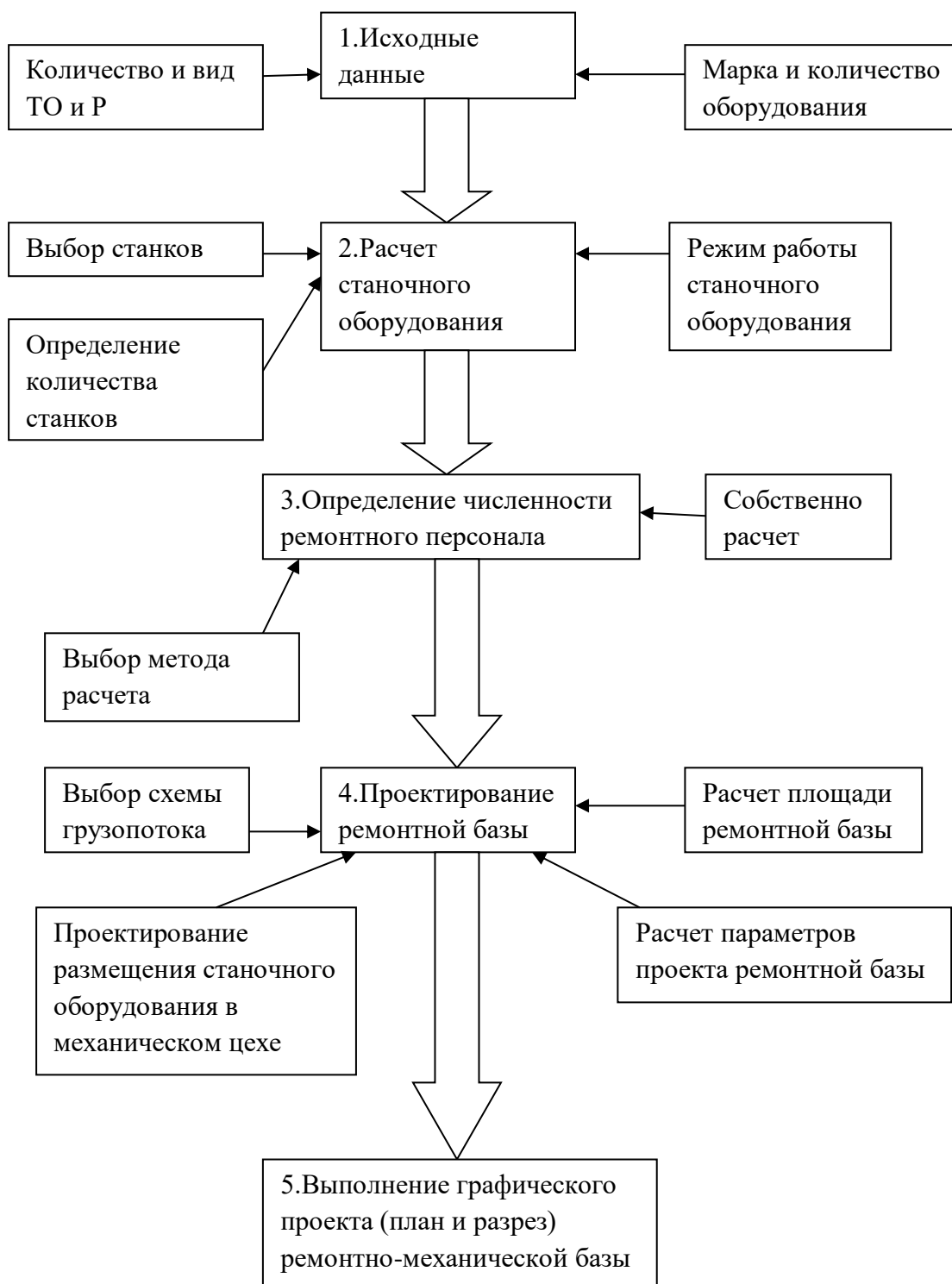


Рисунок 19 – Обобщенная схема работы проектирования мощности РМБ

Выбор оборудования производится в соответствии с физико-механическими свойствами горных пород, заданной производительностью по ПИ и режимом работы предприятия. После выбора осуществляется обоснование и определение нормативов продолжительности, периодичности и трудоемкости ремонтов основного технологического оборудования.

Далее производится расчет необходимого количества ТО и Р аналитическим методом, как наиболее точным, простым и обобщенным.

Следующим этапом программы предполагается организация ТО и Р. В него входит составление графиков ППР, как основного пункта планирования рациональной эксплуатации горных машин и оборудования. Графики составляются на месяц, на год или в перспективе использования оборудования.

Проектирование и расчет мощности ремонтно-механической базы предприятия является логическим продолжением программы и основывается на определенных в первой части нормативах ТО и Р.

На основе этих данных, в частности, трудоемкостей ТО и Р на горную технику, определяется необходимое количество станочного оборудования и его номенклатура.

Далее следует расчет численности ремонтного персонала методом нормативной трудоемкости, который считается наиболее точным.

Заключительным этапом программы является проектирование и расчет параметров здания ремонтно-механической базы и выполнение ее графического проекта.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

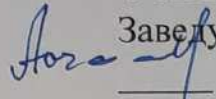
1. Русихин В.И. Эксплуатация и ремонт механического оборудования карьеров. Учебник для вузов. М., Недра, 1982. 214с.
2. Гилёв А.В. Ремонт машин и оборудования: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1701 и 1703. Красноярск, 1993. 40с.
3. Солод Г.И. – Технология машиностроения и ремонт горных машин: учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 421с.
4. Положение о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств. – М.: Недра, 1984. – 180с.
5. Трубецкой К.Н. Справочник. Открытые горные работы. М.: Горное бюро, 1994. 590с.

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»  
код и наименование специальности

УТВЕРЖДАЮ

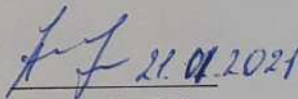
  
Заведующий кафедрой  
А.С. Морин  
подпись инициалы, фамилия  
« 02 » 02 2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**в форме дипломной работы**  
Разработка программного обеспечения расчета  
ремонтно-механической базы

Тема

Пояснительная записка

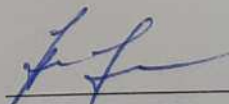
Руководитель

  
подпись, дата

А.О. Шигин  
инициалы, фамилия

Консультанты по  
разделам:

Экономическая часть  
наименование раздела

  
подпись, дата

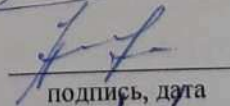
Р.Р. Бурменко  
инициалы, фамилия

Безопасность  
жизнедеятельности  
наименование раздела

  
подпись, дата

А.В. Галайко  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

А.О. Шигин  
инициалы, фамилия

Студент ГГ 14 - 06  
код (номер) группы

  
подпись, дата

С.П. Гилев  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021