

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»





 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 22 » 06 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

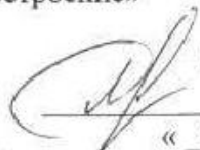
15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДРОБЯЩЕГО
КОНУСА

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата	_____	Д.С. Михайлова инициалы, фамилия
Выпускник	20.06.2016г.  подпись, дата	_____	К.М. Гончаров инициалы, фамилия
Консультант: Организационно- экономический раздел	 подпись, дата	к.т.н., доцент должность, ученая степень	А.И. Демченко инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	с.т. преподаватель должность, ученая степень	С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 22 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту К.М. Гончарову.

Группа МТ 12-03Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии восстановления дробящего конуса»

Утверждена приказом по университету № 4565/с от 02.05.2016

Руководитель ВКР: Д.С. Михайлова, ПИ СФУ, Старший преподаватель
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска;

3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1. Состояние вопроса
2. Технологическая часть
3. Конструкторская часть
4. Организационно-экономическая часть





Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Чертеж изделия;
2. Оснастка – 3 листа;
3. Технология изготовления;
4. Техничко-экономические показатели;

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	А.И. Демченко

БР – 15.03.01 – 071202418 ПЗ

Разраб.	Гончаров				Разработка технологии восстановления дробящего конуса	Лист	Листов	
Пров.	Михайлова					2	79	
Н. контр.	Бусьгин		2016			ПИ СФУ		
Утв.	Демченко		22.06			Каф. «Машиностроение»		

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ТЧП - 40 %	лист № 1
	по 15.05.2016		
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	КЧП – 60 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		ТЧП – 20 %	лист № 6
Всего	на 25.06.2016	100% по разделам	100%
ТЧП – технологическая часть			
КЧП – конструкторская часть			
ОЭЧ – организационно-экономическая часть			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ Д.С. Михайлова
(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ К.М. Гончаров
(подпись, дата)

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

РЕФЕРАТ

В данной бакалаврской работе усовершенствована технология восстановления дробящего конуса путем наплавки, разработано и выбрано сварочное оборудование и приспособления. Выбраны режимы сварки. В конструкторской части произведены необходимые прочностные расчеты. Описан контроль качества. Спроектирован участок восстановления машиностроительных деталей для АКК с помощью наплавки с учетом технологического процесса, рассчитан экономический эффект и единовременные затраты.

Выпускная квалификационная работа включает пояснительную записку объемом 61 страницу, которая содержит 10 таблиц и 7 рисунков, графическую часть из 6 листов.

При разработке было использовано 15 библиографических источников, которые приведены в списке литературы.

Перв. примен.	4.4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ..... 57				
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ 59				
Справ. №	ЛИТЕРАТУРА 60				
Име. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Име. № дубл.				
Подпись и дата	Взам. инв. №				6
	Име. № инв. №				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ

Перв. примен.	Введение				
	<p>Одной из проблем, выдвинутых развитием техники в последние годы, является повышение надежности и долговечности машин, их деталей, а также различного инструмента для их ремонта или производства.</p> <p>В последнее время было создано множество методов решения такой проблемы, но наибольшее распространение и предпочтительное использование получила наплавка специальных сплавов при изготовлении новых деталей или при ремонте старых. Такой метод является одним из наиболее эффективных для предупреждения износа деталей, работающих в сложных условиях. При этом очень важным фактором, влияющим на долговечность работы наплавленной детали, является обеспечение заданных свойств наплавленному слою.</p> <p>Для быстроты и улучшения качества наплавки выбрана автоматическая наплавка под слоем флюса.</p> <p>Автоматическая наплавка эффективна в тех случаях, когда нужно наплавить слой толщиной более 3 мм. При выполнении наплавки на деталях ходовой части тракторов и сельскохозяйственных машин (катках, цапфах, роликах, осях и т.д.), глубокое проплавление нежелательно, так как оно увеличивает деформацию детали. Главным фактором, влияющим на глубину проплавления, является сила тока.</p> <p>Качество наплавленного металла и его износостойкость зависит от марки электродной проволоки, флюса и режима наплавки.</p> <p>Целью данной работы является разработка технологической планировки участка восстановления машиностроительных деталей для АГК на основе действующего на базовом предприятии сварочного цеха и разработка новой технологии повышения износостойкости дробящего конуса.</p>				
Справ. №					
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. име. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					7
БР-150301- 071202418 -ПЗ					

Справа. №	Перв. примен.					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист
						8

1. Состояние вопроса

Перв. примен.	1.1 Основные требования к способу наплавки				
	<p>Основные требования можно сформулировать следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможность механизации процесса наплавки; - высокая производительность; - универсальность способа наплавки, то есть применяемость его как при наплавке тел вращения, так и плоских поверхностей; <p>возможность использования для наплавки сплавов с различными служебными характеристиками;</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможность наплавки сравнительно тонких слоев, вполне достаточных по условиям работы для повышения срока службы деталей; - возможность получения наплавленного слоя с ровной поверхностью для снижения трудоемкости обработки деталей после наплавки; - отсутствие, либо малые, деформации деталей после наплавки. <p>Большинству указанных требований отвечает автоматическая наплавка под слоем флюса, присадочным материалом является сварочная проволока, а для защиты от окружающей среды используется флюс.</p>				
Справ. №	1.2. Сущность метода наплавки под флюсом.				
	<p>Наиболее широко распространен процесс при использовании одного электрода - однодуговая сварка. Сварочная дуга горит между голой электродной проволокой и изделием, находящимся под слоем флюса. В расплавленном флюсе газами и парами флюса и расплавленного металла образуется полость - газовый пузырь, в котором существует сварочная дуга. Давление газов в газовом пузыре составляет 9 г/см^2, но в сочетании с механическим давлением, создаваемым дугой, его достаточно для теснения жидкого металла из под дуги, что улучшает теплопередачу от неё к основному металлу. Повышение силы сварочного тока увеличивает механическое давление дуги и глубину проплавления основного металла.</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
					БР-150301- 071202418 -ПЗ
					Лист 9
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.	<p>Кристаллизация расплавленного металла сварочной ванны приводит к образованию сварочного шва. Затвердевший флюс образует шлаковую корку на поверхности шва. Расплавленный флюс, образуя пузырь и покрывая поверхность сварочной ванны, эффективно защищает расплавленный металл от взаимодействия с воздухом. Metallургические взаимодействия между расплавленным металлом и шлаком способствует получению металла шва с требуемым химическим составом.</p> <p>В отличие от ручной дуговой сварки металлическим электродом при сварке под флюсом, так же как и при сварке в защитных газах, токоподвод к электродной проволоке, осуществляется на небольшом расстоянии (вылет электрода) от дуги до 70 мм. Это позволяет использовать повышенные сварочные токи до 2000 А без прогрева электрода. Плотность сварочного тока достигает 200-250 А/мм², в то время как при ручной дуговой сварке не превышает 15 А/мм². В результате увеличивается глубина проплавления основного металла и скорость расплавления электродной проволоки, то есть достигается высокая производительность процесса.</p> <p>При автоматической наплавке под слоем флюса в зону горения дуги подают сыпучий флюс, состоящий из отдельных мелких крупиц (зёрен). Под действием высокой температуры часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку, которая защищает расплавленный металл от действия кислорода и азота.</p> <p>После того, как дуга переместилась, жидкий металл твердеет вместе с флюсом, образуя на наплавленной поверхности ломкую шлаковую корку. Флюс, который не расплавился, может быть снова использован.</p>					
					Справ. №	
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p align="center">Схема автоматической наплавки</p>	<p align="right">Лист 10</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

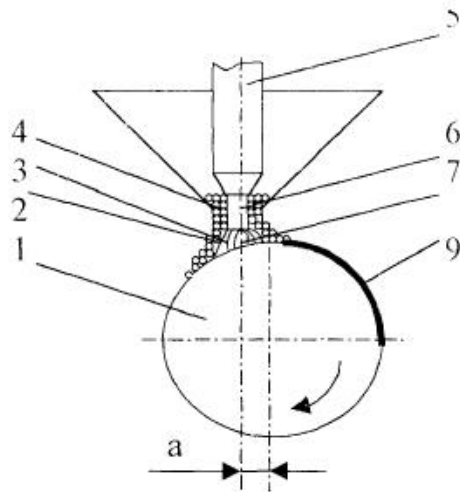


Рисунок 1- схема автоматической наплавки /3/

На рисунке 1:

- 1- наплавляемая деталь;
- 2- оболочка жидкого флюса;
- 3- эластичная оболочка;
- 4- бункер с флюсом;
- 5- мундштук;
- 6- электрод;
- 7- электрическая дуга;
- 8- шлаковая корка;
- 9- наплавленный металл;
- а- смещение с зенита.

1.3 Особенности наплавки под флюсом

Наплавку под слоем флюса производят голой электродной проволокой, которую подают в зону горения дуги специальным механизмом, называемым головкой автомата. Токосвод к проволоке осуществляется через

Перв. примен.	скользящий контакт при прохождении проволоки через мундштук, изготовляемый из меди.			
	<p>Малый вылет электрода, отсутствие покрытия, большая скорость подачи электродной проволоки позволяют значительно увеличить силу сварочного тока по сравнению с ручной сваркой электродами тех же диаметров, что приводит к ускорению процесса плавления сварочной проволоки, увеличению глубины проплавления основного металла и, как следствие, значительному повышению производительности. Коэффициент наплавки достигает 14-16, а в некоторых случаях даже 25-30 г/(Ач). Достаточно толстый слой флюса (до 60 мм), засыпаемого в зону сварки, расплавляется только на 30%, делает дугу невидимой (закрытой) и обеспечивает хорошую защиту расплавленного металла от окружающей среды, стабильность процесса, небольшие потери на угар и разбрызгивание.</p> <p>Вследствие увеличения эффективной тепловой дуги может быть расширен диапазон толщин.</p> <p>На качество и работоспособность наплавленного металла, влияют не только известные нам конструктивные элементы шва, но и отношение ширины шва к глубине провара. Коэффициент формы провара может изменяться в пределах от 0.5 до 4.0. Оптимальное его значение равно 1.3-2.0. Отношение ширины шва к его выпуклости - коэффициент формы валика, при хорошо сформированных швах не должен выходить за пределы 7-10.</p> <p>Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической наплавки под слоем флюса являются сварочный ток, диаметр электродной проволоки, напряжение на дуге и скорость перемещения дуги. В зависимости от режима и технологических факторов изменяются глубина провара, ширина шва, высота выпуклости и доля основного металла в металле шва.</p> <p>Рассмотрим влияние каждого параметра режима и некоторых технологических факторов на указанные величины.</p>			
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. име. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301- 071202418 -ПЗ				Лист 12

Перв. примен.	<p>Влияние силы сварочного тока проявляется в том, что с увеличением сварочного тока усиливается давление столба дуги на поверхность жидкого металла, дуга больше погружается в основной металл, возрастает погонная энергия и масса расплавленного в единицу времени электродного металла. В результате этого глубина провара и доля участия основного металла в металле шва увеличивается, ширина шва почти не меняется, а высота выпуклости шва возрастает. Коэффициент формы провари и количество расплавленного флюса уменьшаются.</p> <p>Увеличение диаметра проволоки при неизменном сварочном токе приводит к усилению блуждания активного пятна по сечению конца электрода и поверхности сварочной ванны, вследствие чего глубина провара и выпуклость шва уменьшаются, а ширина шва возрастает. Если же при том же токе наплавку производить электродной проволокой меньшего диаметра, то в результате увеличивается глубина провара, уменьшаются ширина шва и коэффициент формы провара.</p> <p>Влияние напряжения дуги зависит в основном от длины дуги и состава газов, заполняющих дуговой промежуток. Чем больше длина дуги, тем больше и напряжение. Увеличение напряжения дуги приводит к увеличению её подвижности, в результате чего значительно возрастает ширина шва, заметно снижается выпуклость шва, а глубина проплавления в практически встречающихся пределах изменения напряжения дуги остаётся почти постоянной. При увеличении толщины наплавки увеличение силы тока должно сопровождаться соответствующим повышением напряжения.</p> <p>Увеличение скорости перемещения дуги приводит к сильному отклонению столба дуги в сторону, противоположную направлению перемещения, вследствие чего увеличивается горизонтальная составляющая давления дуги на расплавленный металл сварочной ванны. Из-под дуги вытесняется больше жидкого металла, толщина слоя жидкого металла под дугой уменьшается и глубина проплавления при возрастании скорости</p>					
					Справ. №	
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>	Лист 13

перемещения до 25 м/ч возрастает, несмотря на уменьшение погонной энергии. Это приводит к сокращению площади сечения шва, уменьшению ширины шва, незначительному росту выпуклости шва, увеличению доли участия основного металла в металле шва и уменьшению коэффициента формы провара.

Влияние рода тока и полярности на форму шва объясняется различным количеством теплоты, выделяющейся на катоде и аноде. При сварке под флюсом на аноде выделяется меньше теплоты, а на постоянном токе прямой полярности глубина провара получается примерно на 40-50% меньше, чем при сварке на обратной полярности и на 15-20% меньше, чем при сварке на переменном токе. В связи с этим при сварке на прямой полярности коэффициент наплавки и высота выпуклости шва больше, чем при сварке на обратной полярности.

1.4 Изучение производственного опыта

Валы конусных дробилок подлежат наплавке по посадочным поверхностям, расположенным на концах вала (см. рис.2) /5/

Вал конусной дробилки с насаженным дробящим конусом

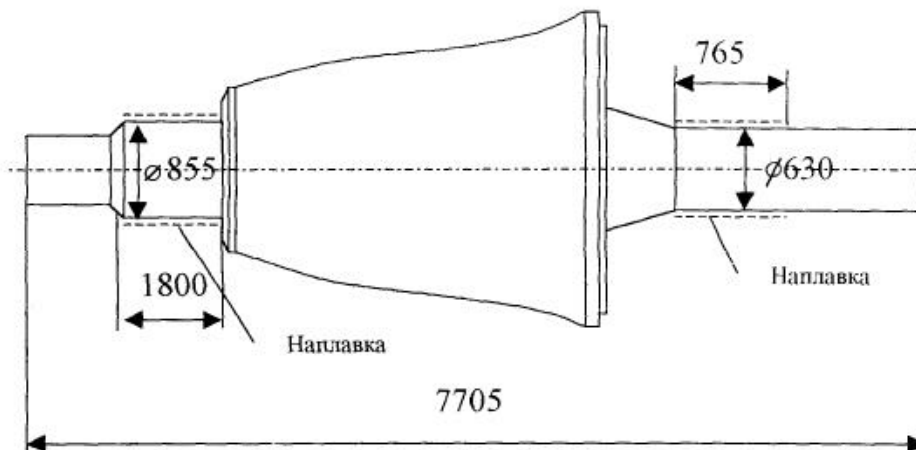


Рисунок 2 – вал конусной дробилки с насаженным дробящим конусом

Перв. примен.				
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301- 071202418 -ПЗ				Лист 15

Во время работы конуса посадочные поверхности перекатываются по сопрягаемым деталям, что позволяет рассматривать такой процесс изнашивания как трение качения. Расчеты показали, что скорость перемещения линии контакта, по которой прилагается рабочая нагрузка, составляет 198 м/мин. Контактные (номинальные) нагрузки согласно проектным данным - до 100 МПа. Изношенные поверхности часто имеют питтинги, свидетельствующие об электрохимической коррозии. Валы не только изнашиваются, но также имеют место их поломки, характер которых бывает как вязкий, так и хрупкий.

Приведенный краткий обзор условной эксплуатации и изнашивания (поломок) показал, что наплавочный материал должен успешно сопротивляться изнашиванию трением качения и противостоять или по меньшей мере не провоцировать поломки валов по наплавленным концам при эксплуатации. Этим условиям в большей мере удовлетворяют нестабильно-аустенитные стали. Их отличительная особенность состоит в том, что они способны к структурному мартенситному превращению при пластической деформации или наклепе. В результате этого структурного превращения повышение твердости составляет 50% и более. Для сравнения: при наклепе конструкционных углеродистых сталей увеличение твердости за счет уплотнения металла всего 5-15%. Благодаря структурному превращению при деформировании нестабильно-аустенитные стали являются энергоемкими и, как следствие, износостойкими при контактных нагрузках. Энергия внешнего воздействия, прежде чем участвовать в разрушении нестабильно-аустенитной поверхности, расходуется на ее структурное превращение, то есть на упрочнение. Разрушение же упрочненной поверхности с заметно возросшей твердостью более затруднительно (энергоемко), чем не упрочненной. Впервые нестабильно-аустенитная сталь (110Г13) была предложена англичанином Гадфильдом в конце XIX века для

Перв. примен.	<p>изготовления щек дробилок, железнодорожных крестовин и других деталей. Прогресс в разработке нестабильно-аустенитных сталей приходится на 50-60-е годы XX века. Тогда под руководством профессора И.Н.Богачева для условий кавитационного и контактного изнашивания была разработана серия Сг-Мп и Сг-№-Мп сталей, в том числе сталь 30Х10Г10Т, нашедшая широкое применение при наплавке. Новые стали отличались от стали Гадфильда большей коррозионной стойкостью и более высоким эффектом упрочнения при наклепе.</p> <p>В пользу применения нестабильно-аустенитной наплавки для восстановления валов конусных дробилок говорит еще то, что в ней затруднено образование и распространение трещин. Работа разрушения нестабильно-аустенитной стали с увеличением остроты трещины (остроты надреза) увеличивается, тогда как у структурно-стабильных сталей (в том числе конструкционных) - скачком уменьшается.</p> <p>Для наплавки валов конусных дробилок предпочтительнее использовать низкоуглеродистую нестабильно-аустенитную сталь, так как при этом меньше вероятность появления в наплавленном слое «горячих» трещин. Среди стандартных материалов такому требованию удовлетворяет проволока Св-08Х20Н9Г7Т, выпускающаяся по ГОСТ 2246-70. Помимо «горячих» трещин при наплавке валов конусных дробилок возможно образование «холодных» (закалочных) трещин. Поэтому в плане предварительных исследований было предусмотрено оценить их появление по твердости зоны термического влияния. Изучалось также влияние поверхностного пластического деформирования (обкатки роликом) на величину остаточных деформаций. Важность этих исследований связана с тем, что на увеличение циклической долговечности деталей основное влияние оказывает появление сжимающих остаточных напряжений.</p> <p>Для изучения возможного появления «горячих» и «холодных» трещин при наплавке изготавливали образцы из стали 34ХН1М в виде пластин</p>					
	Справ. №					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Изм. Лист № докум. Подпись Дат БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист 16

Перв. примен.	<p>размером 30x150x300 мм. Пластины сначала проковывали, затем подвергали термообработке (НК.С 25-30), после чего их поверхность (фрезеровали на глубину до 3 мм. для удаления обезуглероженного слоя и на неё наносили V-образную канавку глубиной 3 мм. наплавку осуществляли как в разделку, так и на гладкую поверхность проволокой Св- 08Х20Н9Г7Т диаметром 2 и 4 мм., как в среде CO₂, так и под флюсом АН-20, который предварительно прокаливали при T= 450°С. Наплавку выполняли при скорости 25-45 м/ч, т.е. в диапазоне, получившем наибольшее распространение на практике. Погонная энергия варьировалась в пределах 0,4-3,5 МДж/м. Температура подогрева составляла 150 и 300 С. Наплавку в разделку выполняли в связи с тем, что на изношенных поверхностях вала встречаются трещины. Для их удаления эти места перед наплавкой протачивают так, что последующая наплавка осуществляется в разделку.</p> <p>Установлено, что большинство наплавленных образцов имеет «горячие» трещины. Причём наличие трещин не зависит от температуры подогрева. Более протяжённые, а также скрытые внутренние трещины имеются в валиках, наплавленных в разделку. Образцы без «горячих» трещин были получены лишь в узкой области режимов с низкой погонной энергией. Этот результат тем неожиданнее, что исследовали диапазон режимов, наиболее часто употребляемый в практике.</p> <p>На тех же образцах, на которых выявились «горячие» трещины, исследовали зону термического влияния основного металла. "Холодных" трещин не было установлено, однако величина средней микротвёрдости зоны термического влияния несколько снизилась (см. таблицу 1).</p> <p>Для исследования остаточных напряжений на цилиндр диаметром 70 мм. в средней части наплавливали проволокой Св08Х20Н9Г7Т диаметром 2 мм. в среде углекислого газа участок длиной 170 мм. Всю наплавку протачивали до удаления «черноты», а затем половину наплавленной длины обкатывали роликом с уменьшением диаметра на 0,08 мм. После обкатки чистота</p>					
					Справ. №	
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>	Лист 17

Перв. примен.	поверхности улучшалась. Обычно изучение остаточных напряжений связано с той или иной степенью разрушения исследуемых образцов. В данном случае этого удалось избежать. Методикой предусматривалось определение напряжений по нормальным перемещениям поверхности объекта в зоне локального возмущения при вдавливании сферического индентора. Распределение перемещений в окрестности отпечатка устанавливали методом голографической интерферометрии. Техника метода предусматривала двухэкспозиционную голографическую запись состояния поверхности до и после деформирования. В результате было установлено, что и окружные, и продольные остаточные напряжения на обточенном и затем обкатанном участке являются сжимающими, а на участке только обточенном - растягивающими. Величина изменения напряжений примерно одинаковая - 0,6 σ_T . Если окружные напряжения при переходе от обточенного участка к обточенному и обкатанному уменьшаются с «плюс» 0,4 σ_T , до «минус» 0,2 σ_T , то продольные напряжения уменьшаются с «плюс» 0,2 σ_T ОгДО «минус» 0,4 σ_T . Анализируя полученные при проведении экспериментов результаты, можно отметить следующее. При наплавке на сталь 34ХН1М в широком диапазоне режимов в наплавленном слое образуются «горячие» трещины. Можно предположить, что это обстоятельство было одной из причин того, что 20 лет назад попытка направлять валы конусных дробилок оказалась неудачной. При производстве сварочных работ рабочий персонал ежемесячно участвует в корректировке настройки сварочного оборудования, добиваясь наиболее благоприятного протекания процесс в установленном диапазоне режимов - таков уровень сварочной техники. В данном случае нарушение установленного диапазона режимов может повлечь появление скрытых внутренних «горячих» трещин и значительные расходы по устранению брака. Другими словами, наплавка валов конусных дробилок требует строгой технологической дисциплины, причем не только в отношении соблюдения режимов наплавки, но и в части					
					Справ. №	
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист 18

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Перв. примен.	<p>наплавки, а также значительно снизит трудоёмкость. В качестве оборудования предлагаю использовать подвесной аппарат для наплавки под флюсом А-384МК, так как это существенно упростит изготовление оснастки и приспособлений.</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ					Лист	
										21	

Справ. №	Перв. примен.					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	
						Лист 22

2. Технологическая часть

Перв. примен.						Справ. №	<p>Предлагаемый технологический процесс наплавки под флюсом включает следующие основные стадии: подготовку деталей и присадочного материала к наплавке, транспортировку дробящего конуса к месту ремонта, сборочную операцию по установке наплавочного оборудования, непосредственно наплавку, механическую обработку и обкатку, выходной контроль качества и транспортировку к месту складирования.</p> <p style="text-align: center;">2.1. Подбор материалов, оборудования и режимов для наплавки под флюсом</p> <p style="text-align: center;">2.1.1. Обоснование выбора наплавочного материала</p> <p>Выбор марки наплавочного материала производится с учетом условий эксплуатации и требований, предъявляемых наплавленному слою. Так как рабочая поверхность после наплавки подлежит обработке резаньем, то наплавленный металл должен иметь минимальные припуски на механическую обработку и умеренную твердость. Дефекты в виде раковин, пор и трещин не допускаются. Поверхность, имеющая после механической обработки перечисленные дефекты, интенсивно изнашивается вследствие образования задиров.</p> <p>Дробящий конус работает в очень тяжелых условиях эксплуатации, подвергается интенсивному изнашиванию трением качения, противостоять или по меньшей мере не провоцировать поломки валов по наплавленным концам при эксплуатации в большей мере удовлетворяет наплавка нестабильно-аустенитных сталей. Их отличительная особенность состоит в том, что они способны к структурному мартенситному превращению при пластической деформации или наклепе, а также при их наплавке наименьшая вероятность появления горячих трещин.</p>				
							Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	23						

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Среди стандартных материалов таким требованием удовлетворяет проволока Св-08Х20Н9Г7Т, выпускающаяся по ГОСТ 2246-70 , но для повышения производительности труда и для улучшения качества наплавки предлагаю использовать порошковую ленту шириной-100 мм и толщиной-0.8 мм, с тем же химическим составом./1/.

Таблица 1 - Химический состав проволоки Св-08Х20Н9Г7Т

Марка проволоки	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	S	P
							не более	
Св-08Х20Н9Г7Т	0,1	6-8	0,5-1	18-22	8-10	0,8-0,9	0,018	0,035

Для наплавки используется тот же флюс что и на базовом варианте ,то есть флюс АН-20.

Таблица 2 - Химический состав флюса АН-20

Марка флюса	Строение	Химический состав, %									
		SiO ₂	MnO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	MgO	FeO	S	P
									не более		
АН-20	Стекло или пемза	19,0-24,0	0,5	25-33	27-32	2,4-3	3-9	9-13	1	0,08	0,05

2.1.2. Обоснование выбора оборудования

При наплавке больших поверхностей задача заключается в получении широкого слоя за один проход. На плавку широкого слоя можно осуществить путем применения ленточного электрода (сплошного или порошкового). Головка для наплавки лентой содержит два широких подающих ролика с прямолинейной накаткой или насечкой и подпружиненные токоведущие шины с контактирующими планками.

В связи свыше сказанным для наплавки дробящего конуса будем использовать подвесной аппарат для наплавки под флюсом: А-384МК, как как он является наиболее рациональным в использовании (см. таблицу 3).

Перв. примен.

Справ. №

Технические характеристики и габаритные размеры некоторых подвесных аппаратов для наплавки под флюсом приведены в таблице 3.

Таблица 3. - Технические данные наиболее распространенных подвесных наплавочных аппаратов

АППАРАТ	Защита Зоны Наплавки	Электрод		I _{св} , При ПВ=100% А	V _н м/ч	Скорость наплавки м/ч	Габаритные Размеры Аппарата, Мм	Масса Аппарата, Кг
		Проволока (диаметр)	Лента (ширина, мм)					
А-580М	флюс	1-3	-	400	48-410	-	425*1200*1250	84
А-384МК	флюс	3-5	15-100	1000	24-228	-	610*700*1846	135
А-985	флюс	2-5	-	1000	17-230	-	870*600*2320	310

2.1.3 Расчет производительности наплавки

Производительность процесса наплавки определяется по зависимости:

$$G = \alpha \cdot I \cdot T, \quad (2.1)$$

где G - вес наплавленного металла, кг/ч; α - коэффициент наплавки, г/а-ч;
ч, α = 0,0013 кг/а-ч;

I - сварочный ток, А, I = 600 А;

T - время наплавки, ч, T = 57,64 ч.

Подставив все значения в формулу, получим:

$$G = 0,0013 \cdot 600 \cdot 57,64 = 30 \text{ КГ/Ч}$$

2.1.4. Расчет объема наплавленного металла

Расчет объема наплавленного металла произведен для дробящего конуса, сборочный чертеж которого приведен на листе №5 графической части.

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Перв. примен.	Объем наплавленного металла рассчитывается по формуле:				(2.2)
	$V = \sum a_i \times \sigma_i \times L_i$				
Справ. №	где а - длина наплавки, м;				
	$a_1 = 2.6376\text{м}; a_2 = 1.8526$				
	σ – высота наплавки, м;				
	$\sigma_1 = 0.03\text{м}; \sigma_2 = 0.055\text{м};$				
	L длина наплавки, м;				
	$L_1 = 1.8\text{м}; L_2 = 0.765$				
	по окружности:				
	$a_1 = \pi d_1$				
	$a_2 = \pi d_2$				
	Размеры, необходимые для расчетов показаны на листе №1 графической части.				
Подпись и дата	Подставив все эти значения в формулу, получим, что объем наплавленного металла равен, м ³ :				
	$V = 0,22\text{м}^3$				
Име. № дубл.	2.1.5 Расчет массы наплавленного металла				
	Расчет массы наплавленного металла произведен для дробящего конуса, сборочный чертеж которой приведен на листе №1 графической части.				
Взам. инв. №	Масса наплавленного металла определяется по формуле:				
	$m = V \cdot \rho$				(2.3)
Подпись и дата	где V-объем наплавленного металла, м ³				
	$V = 0.22 \text{ м}^3$ (см. расчет объема наплавленного металла, приведенный выше);				
Име. № подл.	ρ - плотность металла кг/м ³				
	$\rho = 7860 \text{ кг/ м}$				
БР-150301- 071202418 -ПЗ					Лист
					26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

Перв. примен.	наплавки необходимо осуществить подогрев детали пламенем газовой горелки до температуры 100-150 °С.			
	2.2.2. Подготовка флюсов.			
Справ. №	<p>Флюсы для наплавки должны быть без загрязнений и механических примесей, их химический состав должен соответствовать указанному в сертификате, гранулометрический состав 100-280 мкм. Если гранулометрический состав поставляемого флюса не соответствует установленному требованию, необходимо произвести рассев флюса по фракциям. Перед наплавкой флюса должны быть просушены в течение 2-3 часов при температуре 150-200 °С.</p>			
	2.2.3. Подготовка присадочной ленты.			
Подпись и дата	<p>Присадочная лента с сечением 0.8*100 мм должна быть чистой. На ней не допускаются следы масла, ржавчины и других загрязнений. При необходимости проволока должна быть зачищена механическим путем и обезжирена, либо зачищена химическим путем (травлением).</p>			
	2.3. Наплавка под флюсом дробящего конуса.			
Име. № дубл.	2.3.1. Оборудование для наплавки			
	<p>Для наплавки дробящего конуса будем использовать подвесной аппарат для наплавки под флюсом: А-384МК.</p>			
Взам. инв. №	2.3.2 Процесс наплавки.			
Подпись и дата				
Име. № подл.				
БР-150301- 071202418 -ПЗ				Лист 28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Процесс наплавки автоматизирован. Техника выполнения наплавки, как любого автоматического процесса наплавки, относительно проста, но требует от оператора установки внимательного и последовательного выполнения всех необходимых операций в соответствии с технологическим процессом.

Диапазоны режимов наплавки под флюсом электродной лентой различных сечений приведены в таблице №.4.

Таблица 4 - Режимы наплавки под флюсом электродной лентой

Размеры ленты, мм	I _{св.} , А	U _{д.} , В	Скорость, м/ч	
			Подачи	Наплавки
0,5×70	1200-1300	32-36	50,0	10-12
0,5×100	900-950	32-34	50,0	8-12
0,6×65	500-550	30-32	43,0	8-10
1,0×50	650-700	35-38	64,0	8-10
0,8×100	1200-1300	30-32	60,0	10-12

Наплавку производить в горизонтальном и наклонном положении на постоянном токе обратной полярности.

Заготовку перед наплавкой первого слоя нагреть пламенем горелки до температуры 100-150°С.

Произвести механическую обработку дробящего конуса.

Наплавить конус первым слоем.

Наплавку начинать от конуса к концу вала. По мере наплавки каждого слоя, место наплавки покрывать асбестовой тканью, для медленного остывания. После охлаждения место наплавки очистить от шлака и окалины при повторной наплавке, место наплавки подогреть до температуры 100-150°С.

Вести наплавку по шлаку запрещается.

Очищать с наплавленных заготовок шлак при температуре выше 100°С запрещается, так как вдоль наплавленных канавок могут появиться трещины.

После окончания наплавки произвести механическую обработку вала до необходимых размеров и обкатать роликом, для снижения остаточных напряжений.

БР-150301- 071202418 -ПЗ

Лист
29

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.	2.3.3 Стрoение зоны термического влияния			
	<p>Технология наплавки должна обеспечивать заданные свойства наплавленного металла, отсутствие в нем недопустимых дефектов и работоспособность упрочняемого изделия в целом. Это достигается выбором присадочного материала, способа, режима, техники наплавки и термообработки. При решении технологических вопросов учитывают материал наплаваемого изделия, его массу, форму и условия работы.</p> <p>При всех способах наплавки под влиянием источника теплоты присадочный металл, плавясь, перемешивается с оплаваемым основным, образуя общую ванну жидкого металла. По мере удаления источника нагрева, отвод теплоты в массу холодного металла начинает преобладать над его поступлением, что вызывает затвердевание - кристаллизацию жидкой ванны. Образуется наплавленный металл.</p> <p>Прилегающий к наплавленному металлу участок основного металла, в котором под действием источников теплоты произошли структурные изменения, называется зоной термического влияния, или околошовной зоной. Околошовная зона по своей структуре не однородная, так как участки её нагреваются до температуры плавления и заканчивая температурой ~100 °С. Зона термического влияния при всех способах наплавки неизбежна, и независимо от химического состава основного металла, в ней можно выделить три области.</p> <ul style="list-style-type: none"> - область, характеризующаяся температурой нагрева металла до жидкого или твердого состояния; - область, с температурой нагрева, достаточной для полного или частичного претерпевания фазовых превращений; - область, у которой температура недостаточна для протекания этих процессов, но в ней сохраняются изменения, вызванные деформацией металла под действием сварочных напряжений. 			
Справ. №				
Подпись и дата				
Име. № дубл.				
Взам. име. №				
Подпись и дата				
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301- 071202418 -ПЗ				Лист 30

Перв. примен.	<p>Основной металл, следующий за третьей областью, не претерпевает пластических деформаций, хотя в нём и существуют сварочные напряжения.</p> <p>Строение и размеры зоны термического влияния зависят от способа наплавки, химического состава и теплофизических свойств основного металла, термического цикла наплавки.</p> <p>При разработке технологии наплавки следует уделять особое внимание зоне термического влияния и принимать меры, исключая возникновение дефектов в ней. К таким мерам можно отнести снижение температуры, времени нагрева и скорости охлаждения околошовной зоны, применение промежуточных подслоев, термической обработки и др.</p>				
	Справ. №				
2.3.4. Предупреждение образования пор при наплавке					
<p>Поры в наплавленном металле представляют остатки пузырьков газов, которые не успели удалиться из него при затвердевании.</p> <p>Наплавленный металл получается пористым при наличии ржавчины на сварочной проволоке или на наплавляемой поверхности изделия.</p> <p>Плохая защита дуги и сварочной ванны от азота воздуха также приводит к образованию пор, например, при наплавке у края изделия, когда проблескивает открытая дуга.</p> <p>Образование пор зависит и от рода тока. Наименьшее количество пор наблюдается при наплавке постоянным током обратной полярности (электрод - плюс); при прямой полярности больше, при наплавке на переменном токе еще больше.</p> <p>Режим наплавки, в свою очередь, оказывает влияние на образование пор. Если скорость охлаждения велика, то рост кристаллов наплавленного металла может обогнать рост и всплывание пузырьков газов в сварочной ванне, и в наплавленном слое образуются поры. Большое значение имеет скорость перемещения дуги. Образование пор увеличивается при увеличении скорости</p>					
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
БР-150301- 071202418 -ПЗ					Лист 31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

Перв. примен.	<p>перемещения дуги, при уменьшении силы тока, при понижении температуры основного металла.</p> <p>Методы предупреждения образования пор направлены, прежде всего, на связывание водорода. Кроме того, в состав шихты, применяемой для изготовления порошковой проволоки, вводится кремнефтористый натрий. При высокой температуре он разлагается с выделением фтористого кремния, который связывает водород, образуя фтористый водород HF. /2, стр. 38-40/.</p>				
	Справ. №	<p style="text-align: center;">2.3.5 Предупреждение образования трещин при наплавке</p> <p>Значение наличия трещин в наплавленном слое зависит от условий работы изделия. Трещины не допустимы, если они могут вызывать поломку изделия.</p> <p>Различают три вида трещин: кристаллизационные, околошовные и термические.</p> <p>Кристаллизационные, или горячие, трещины возникают в процессе кристаллизации наплавленного металла под действием растягивающих напряжений, вызванных неравномерным нагревом изделия.</p> <p>Опасно появление в затвердевающем металле жидких прослоек по границам уже затвердевших кристаллов. В таком "твердожидком" состоянии металл обладает ничтожной вязкостью, и даже весьма малое растяжение приводит к образованию трещин в наплавленном слое. Некоторые примеси вызывают появление жидких прослоек (ванадий, вольфрам, хром).</p> <p>Проще всего можно предупредить образование трещин, если уменьшить или исключить поступление в шов примесей, вызывающих образование трещин. Но от содержания ванадия, вольфрама и других примесей (кроме серы) зависит износостойкость наплавленного металла. Поэтому приходится изыскивать такие способы предупреждения образования трещин, которые позволяют получать наплавленный металл</p>			
Подпись и дата					
	Име. № дубл.				
Взам. име. №					
	Подпись и дата				
Име. № подл.					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301- 071202418 -ПЗ					

Перв. примен.	<p>нагревом жесткого изделия, и напряжений, возникающих в результате закалки околошовной зоны. Для предупреждения околошовных трещин также используется предварительный подогрев изделия. Уменьшая скорость охлаждения металла околошовной зоны, добиваются того, чтобы закалка металла была здесь устранена. Для большинства сталей достаточен нагрев до 300°C. У некоторых сталей (хромоникелевых, хромоникельмолибденовых) с помощью подогрева невозможно устранить образование закаленной зоны. В этом случае целесообразна технология наплавки, при которой толщина закаленной прослойки получается минимальной. Применяя малую силу тока и большую скорость перемещения дуги, добиваются возможно меньшей ширины околошовной зоны. При этом объем металла, в котором создаются закалочные напряжения, мал и образование околошовных трещин удается избежать.</p> <p>Термические, или холодные, трещины возникают большей частью в процессе охлаждения наплавленного изделия, под действием остаточных напряжений.</p> <p>Мерой предупреждения и здесь служит подогрев, причем существенное значение имеет не столько нагрев поверхности, сколько сквозной прогрев всего сечения или большей его части. При медленном охлаждении наплавленный слой сокращается вместе с телом изделия и термические трещины можно надежно предупредить. Чем больше масса наплавленного изделия, тем медленнее следует производить охлаждение. Крупные изделия по окончании наплавки подогревают для выравнивания температуры, а затем охлаждают замедленно в песке, или в не отапливаемом колодце с крышкой, или в утепленном коробе.</p>			
Подпись и дата	<h3 style="text-align: center;">2.4 Контроль качества наплавляемых кромок</h3>			
Взам. име. №				
Име. № подл.				
БР-150301- 071202418 -ПЗ				
Лист 34				

Перв. примен.	<p>токарной группы при твердости наплавленного слоя до 30 НР-Сэ, шлифовальной группы - до 55 НКСэ и электроэрозионной группы - выше 55 НКСэ.</p>				
	Справ. №	<p>2.7 Техника безопасности при наплавке дробящего конуса</p> <p>При наплавке дробящего конуса необходимо соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные «Требованиями безопасности для электросварщиков».</p> <p>Ответственность за общее состояние техники безопасности и производственной санитарии, за соблюдение безопасных методов работы несут начальник цеха и непосредственные руководители работ (мастер, начальник участка).</p>			
Подпись и дата		<p>2.8 Наличие схем строповки</p> <p>В процессе изготовления сварных металлоконструкций при кантовочно-транспортных операциях соблюдаются основные положения:</p> <p>1. На все типовые узлы разработаны схемы кантовок и транспортировок. Схемы сведены в специальные альбомы.</p> <p>2. На единичные (не типовые) конструкции разрабатываются схемы непосредственно на изделие. Схемы прилагаются к техпроцессам.</p> <p>3. С целью сохранения изделий от повреждений при кантовке и транспортировке, применяются кантователи (специальные четырех крюковые краны), траверсы и подложки.</p>			
	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.	<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>
<p>Лист 36</p>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

Справ. №	Перв. примен.					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата		<h3>3. Конструкторская часть</h3>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист 37

Перв. примен.	3.1. Используемая оснастка для обеспечения наплавленных работ				
	<p>Для обеспечения процесса наплавки был спроектирован кронштейн для крепления сварочного автомата А-384МК на суппорте токарного станка КЖ1637Ф2, который представляет собой конструкцию, состоящую из колонны и консоли.</p> <p>Колонна состоит из основания с отверстиями для крепления на спорте станка, несущей трубы и ребро жесткости.</p> <p>В трубе предусмотрены сварные отверстия для фиксации с помощью пальца консоли в двух положениях: I – для наплавки шейки Ø 630 мм конуса дробящего и II – для наплавки шейки Ø 855мм. Консоль представляет собой металлоконструкцию из двух швеллеров №65, связанную листами и ребрами жесткости.</p> <p>В консоли предусмотрено посадочное отверстие сборки с колонной и отверстие для фиксирующего пальца. Перед началом и окончанием наплавленных работ консоль со сварочным автоматом можно поворотом ввести или вывести из зоны наплавки, что создает удобство в работе.</p> <p>Спроектирован также токосъемник, обеспечивающий надежный контакт обратного провода к изделию (дробящему конусу) при его вращении.</p> <p>Скользкий контакт осуществляется при вращении бронзового ролика и перекачиванию его по изделию.</p> <p>Для более надежного контакта ролик подпружинен. Токосъемник имеет возможность откидываться для беспрепятственной выемки конуса после наплавки.</p>				
Справ. №	3.2. Расчет жесткости при изгибе консоли				
	<p>Под действием веса сварочного автомата А-384МК вместе с наплавленной лентой консоль изгибается.</p>				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	БР-150301- 071202418 -ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист 38

Перв. примен.

Справ. №

Вес сварочного автомата А-384МК вместе с флюсом и наплавленной лентой составляет 180 кг.

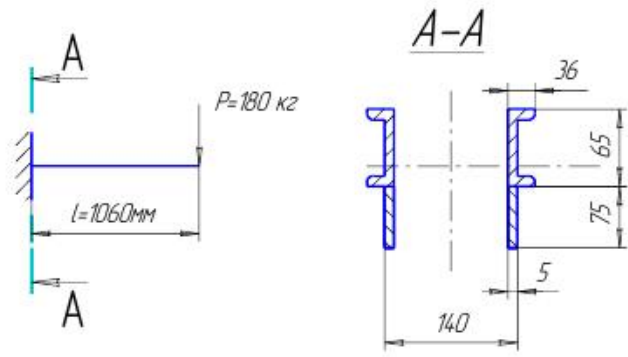


Рис 3. - Схема напряжения.

Для облегчения расчета упростим сечение консоли.

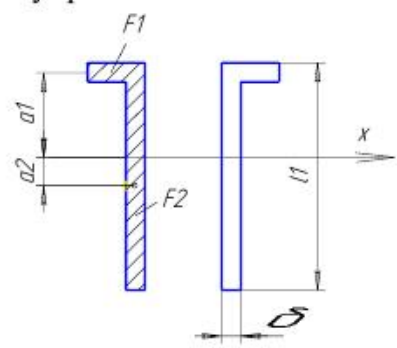


Рис. 4 – Упрощенное сечение консоли

Максимальный прогиб консоли находится по формуле:

$$f_{max} = \frac{1}{3} \cdot \frac{Pl^3}{EJ_x} \quad (3.1.)$$

где P – вес сварочного автомата; P=180кН.

L – длина консоли; L=106см.

E – модуль упругости, для Ст3 E=2*10⁵МПа=2*10⁴ Кн/см²

J_x – момент инерции поперечного сечения относительно оси изгиба

Находим J_x

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Перв. примен.	<p>Т.к. в сечении имеем две детали, то $J_x=2 \cdot J_1$ где J_1 – момент инерции одной детали</p> $J_1 = F_1 \cdot \alpha_1^2 + \delta \cdot \left(\frac{l_1^3}{12} \right) + F_2 \cdot \alpha_2^2 \quad (3.2.)$					
	Справ. №	$J = (0.5 \cdot 3.6) \cdot 4^2 + 0.5 \left(\frac{13.5^3}{12} \right) + (0.5 \cdot 13.5) \cdot 1^2 = 138.05 \text{ см}^4$ <p>где $F_1, F_2, a_1, a_2, \delta, l_1$ – геометрические характеристики на рисунке 4</p> $J_x = 2 \cdot 138.5 = 276.1 \text{ см}^2$ <p>Находим максимальный прогиб</p> $f_{\max} = 1.8 \cdot 10^6 / 3 \cdot 2310^4 \cdot 276.1 = 0.126 \text{ см} = 1.26 \text{ мм}$ <p>Норма прогиба рассчитывается как отношение максимального прогиба к длине изгибаемой консоли.</p> $\frac{f}{l} = \frac{1.26}{1060} = 0.001188 = \frac{1}{847}$ <p>Полученное значение необходимо сравнить с допускаемой нормой прогиба для подкрановых балок</p> <p>Для них $\frac{f}{l} = \frac{1}{600}$</p> <p>В нашем случае $\frac{1}{847} \leq \frac{1}{600}$</p> <p>Таким образом, норма прогиба меньше допускаемой</p>				
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	БР-150301- 071202418 -ПЗ
	40					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.

Справ. №

3.3. Расчет на прочность при изгибе консоли

Условие прочности при изгиб:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

где: σ_{\max} – максимальное напряжение в сечении А-А

M_{\max} – максимальный изгибающий момент в сечении А-А

W – момент сопротивления сечения А-А

Определим изгибающий момент:

$$M_{\max} = P \cdot l \tag{3.3.}$$

где: P – вес автомата

l – длина консоли

$$M_{\max} = 180 \cdot 106 = 19080 \text{ кг}$$

Находим момент сопротивления:

$$W = \frac{J_x}{h} \tag{3.4.}$$

где: J_x – момент инерции, определен в предыдущем пункте;

$$J_x = 276,1 \text{ см}^4$$

h – расстояние от оси до наиболее удаленной точки сечения; $h = 8,5 \text{ см}$

$$W = \frac{276,1}{8,5} = 32,5 \text{ см}^3$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Перв. примен.

$$\sigma_{\max} = \frac{19080}{32.5} = 587.4 \text{ кгс/см}^2$$

$$587,1 < 1600$$

Условие прочности соблюдается

Справ. №

3.4. Кинематический расчет привода

Целью данного расчета является выбор электродвигателя и определение необходимого передаточного отношения понижающей передачи.

Исходными данными для него является угловая скорость ω и мощность, необходимая на приводном ролике.

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (3.5.)$$

Подпись и дата

где: v – линейная скорость

r – расстояние до оси

Име. № дубл.

Принимаем v равной скорости сварки

$$v = 10 \text{ м/ч} = 0,0027777 \text{ м/сек}$$

r – радиус конуса в месте его соприкосновения с приведенным роликом

Взам. име. №

$$r = \frac{d}{2} = \frac{1911}{2} = 955.5 \text{ мм} = 0,9555 \text{ м}$$

Подпись и дата

$$\omega = \frac{0,0027777}{0,9555} = 0,002907 \text{ рад/сек}$$

Име. № подл.

Переведем ω в обороты в минуту:

БР-150301- 071202418 -ПЗ

Лист
42

Изм. Лист № докум. Подпись Дат

Перв. примен.	$n = \frac{30\omega}{\pi} = 9.549\omega \quad (3.6.)$ $n=9,549*0,002907=0,028 \text{ об/мин}$				
	Мощность на ролике находится:				
Справ. №	$N = M \cdot \omega \quad (3.7.)$				
	где: M – момент вращения, Н.м				
В нашем случае					
$M=P*r \quad (3.8.)$					
где: P – вес изделия					
Подпись и дата	$N=732868,5*0,002907=2130,45 \text{ Вт}=2,13\text{кВт}$				
	Определим требуемую мощность двигателя:				
Инв. № дубл.	$N_{тр} = \frac{N}{\eta_{общ}} \quad (3.9.)$				
	где: $\eta_{общ}$ – общий КПД привода				
Взам. инв. №	По табличным значениям /5/ выбираем $\eta_{общ}=0,7$				
	$N_{тр}=2,13/0,7=3,04\text{кВт}$				
Подпись и дата	По полученным значениям выбираем асинхронный двигатель N=4кВт				
	(100S2/2880) с частотой вращения n =2880 об/мин				
Инв. № подл.	БР-150301- 071202418 -ПЗ				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
				Лист	
				43	

Общее передаточное число привода

$$i_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{эд}}}{n} \quad (3.10.)$$

где: n – число оборотов ролика

$$i_{\text{общ}} = \frac{2880}{0,028} = 102857,14$$

Полученное передаточное число очень велико. Необходимо произвести его разбиение на ступени кинематической схемы

Для понижения скорости вращения используем 3-ступенчатый редуктор, червячную передачу и цепную передачу (рис.5)

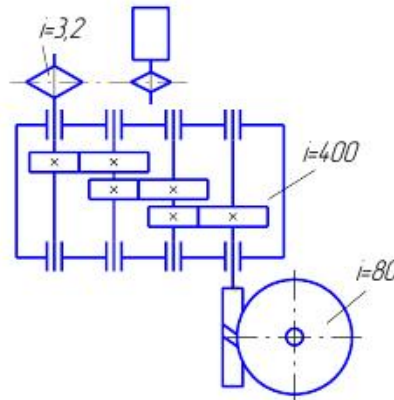


Рис. 5 Кинематическая схема привода

Существуют стандартные 3-х ступенчатые цилиндрические редуктора с $i_{\text{ред}}=400 / 5/$, принимаем i червячной передачи $=80 / 5/$

Определим i цепной передачи

$$i_{\text{ц.п.}} = \frac{102857,14}{80 \cdot 400} = 3,12$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

3.5. Расчет болта на срез

Ведется расчет болта крепления сварочного автомата.

Количество болтов – 8 шт.

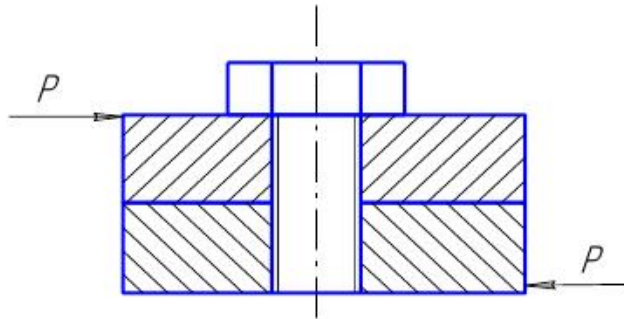


Рис. 6 – Схема работы болта на срез.

Для расчета следует найти напряжения действующие на срез.

$$\tau_{\max} = \frac{P}{F} \leq [\tau] \quad (3.11.)$$

где τ_{\max} - максимальное касательное напряжение, Па

P –сдвигающее усилие, Н

F – площадь поперечного сечения болта, м²

d – диаметр болта

$$[\tau] = \frac{4P}{\pi d^2} \quad (3.12.)$$

$$\pi d^2 \cdot [\tau] = 4P \quad (3.13.)$$

Перв. примен.
Справ. №

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau]}} \quad (3.14.)$$

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot 0.6 \cdot [\sigma_T]}} \quad (3.15.)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 18000}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 250 \cdot 10^6}} = 0.012 \text{ м.}$$

Округляем до большего d=16 мм.

3.6. Расчет параметров механического и технологического режимов работы дробилки

3.6.1 Расчет угла захвата

Для неподвижного конуса угол наклона образующей к вертикали $\alpha_1 = 17^\circ 10'$, для подвижного конуса $\alpha_2 = 9^\circ 5'$. Захват руды обеспечивается углом трения, равным $13^\circ 25'$. Следовательно, предельный угол захвата должен быть меньше или равен двойному углу трения:

$$\text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2 \leq 2 f, \quad (3.16)$$

$$\text{tg } 17^\circ 10' + \text{tg } 9^\circ 5' \leq 2 f.$$

С небольшим приближением:

$$f = \text{tg } \alpha / 2 \leq 13^\circ 25',$$

$$f = \text{tg } 13^\circ 7' / 2 \leq 13^\circ 25'.$$

3.6.2 Расчет числа оборотов дробящего конуса

Подпись и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист 46
------	------	----------	---------	-----	--------------------------	------------

Перв. примен.	Число качений подвижного конуса дробилки определяется по эмпирической формуле:			
	$n = 160 - 42 B, \quad (3.17)$			
Справ. №	где n - число качений подвижного конуса в минуту;			
	B - ширина загрузочного отверстия, м.			
	Критическое число оборотов эксцентрика, при котором за период половины его оборота материал свободно пролетит расстояние, равное высоте призмы падения продукта дробления:			
	$n_{кр} = 66,5 \sqrt{(tg\alpha_1 + tg\alpha_2) / S} \quad (3.18)$			
Подпись и дата	где $n_{кр}$ - критическое число оборотов эксцентрика в минуту; α_1 - угол наклона образующей неподвижного конуса к вертикали, град;			
	α_2 - угол наклона образующей подвижного конуса к вертикали в фазе закрытия профилей, град;			
Име. № дубл.	S - ход подвижного конуса в плоскости разгрузочной щели, м.			
	$n_{кр} = 66,5 \sqrt{0,45 / 40} = 80.$			
Взам. инв. №	$n_{кр} = 66,5 \sqrt{0,45 / 40} = 80.$			
Подпись и дата	3.6.3 Расчет потребляемой мощности			
Име. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
БР-150301- 071202418 -ПЗ				Лист 47

Перв. примен.	<p>При дроблении магниевых руд крепостью 16 единиц по шкале проф. М.М. Протодяконова в дробилке средняя потребляемая из сети обоими электродвигателями мощность достигается до 300 квт.</p>				
	$N_{уст.} = 85 \cdot D^2, \tag{3.19}$				
Справ. №	<p>где $N_{уст.}$ - потребляемая мощность;</p> <p>D - диаметр основного подвижного конуса, м.</p>				
	$N_{уст.} = 85 \cdot 1,52^2 = 196,4 \text{ квт.}$				
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Име. № подл.
<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>					<p>Лист 48</p>

Перв. примен.	
Справ. №	

4. Организационно – экономический раздел

Име. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист
						49

Перв. примен.
Справ. №

4.1 Введение

Источником экономии от внедрения технологии являются: повышение производительности труда технологов – проектировщиков, повышение производительности работы оборудования за счет применения более рациональных режимов технологического процесса, а также других сварочных материалов (порошковой ленты вместо порошковой проволоки) повышение производительности труда рабочих.

4.2. Расчет текущих затрат

Себестоимость наплавочных работ на одно изделие (С) включает затраты на наплавочные материалы (С_м), на технологическую электроэнергию (С_э), заработную плату (С_з), расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (С_{об}):

$$C = C_m + C_э + C_з + C_{об} \quad (4.1)$$

4.2.1. Затраты на наплавочные материалы

$$C_m = C_{пл} + C_{ф}, \quad (4.2)$$

где С_{пл} - стоимость порошковой ленты, руб;
С_ф - стоимость флюса.

$$C_{пл} = Q_n \cdot Ц_{пл}, \quad (4.3)$$

где Q_n - масса наплавленного металла, кг,
Q_n = 1729,2 кг;

Подпись и дата
Име. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Име. № подл.

						Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ	

Перв. примен.	<p>$C_{пл}$ - цена 1 кг порошковой ленты, руб.;</p> <p>Цена порошковой ленты равна 294000 руб./т (с учетом НДС), поэтому принимаем:</p> <p>$C_{пл}=294$ руб./кг.</p>					
	Справ. №	<p>$C_{пл} = 508384,8$ руб.</p> $C_{\phi} = Q_n \cdot P_{\phi} \cdot C_{\phi}, \quad (4.4)$ <p>где P_{ϕ} - расход флюса на 1 кг наплавленного металла, кг,</p> <p>$P_{\phi} = 1.3$ кг;</p> <p>C_{ϕ} - цена 1 кг флюса, руб.,</p> <p>$C_{\phi} = 24,99$ руб./кг.</p> <p>$C_{\phi} = 56176,5$ руб.</p> <p>$C_m = 1074561,1$ руб.</p>				
Подпись и дата		<p>4.2.2. Затраты на технологическую электроэнергию</p> <p>Затраты на технологическую электроэнергию рассчитываются по формуле (руб.):</p> $C_3 = Q_n \cdot q_3 \cdot C_3, \quad (4.5)$ <p>где q_3 - расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч,</p> <p>$q_3 = 4.0$, /6, прил. 6/;</p> <p>C_3 - цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб.,</p> <p>$C_3 = 1,4$ руб./ кВт·ч.</p>				
	Име. № дубл.	Взам. инв. №				
Подпись и дата			Име. № подл.			
	Изм.	Лист		№ докум.	Подпись	Дат

Перв. примен.	$C_3 = 7124,3 \text{ руб.}$				
	<p>4.2.3. Затраты на заработную плату</p> <p>Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле (руб./изделие):</p>				
Справ. №	$C_3 = Z_0 + Z_d + O_c, \tag{4.6}$				
	<p>где Z_0 - основная заработная плата производственных рабочих:</p>				
$Z_0 = \sum t_{шт.i} (t_{шт.к.i}) \cdot Ч_T \cdot k_d, \tag{4.7}$					
<p>где $t_{шт.i} (t_{шт.к.i})$ - штучное (штучно-калькуляционное) время на изготовление изделия по i-операции, час,</p>					
$t_{шт.i} (t_{шт.к.i}) = 217,03 \text{ Н} \cdot \text{ч};$					
<p>$Ч_T$ - часовая тарифная ставка рабочего, выполняющего i-операцию, руб./ч,</p>					
$Ч_T = 75 \text{ руб./ч};$					
<p>k_d - коэффициент, учитывающий величину доплат к тарифной заработной плате,</p>					
$k_d = 1.5, /6, \text{ стр. 14/}.$					
$Z_0 = 24415.50 \text{ руб.}$					
<p>Z_d - дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.:</p>					
$Z_d = Z_0 \cdot q / 100\% \tag{4.8}$					
<p>где q - процент дополнительной заработной платы,</p>					
Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	БР-150301- 071202418 -ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	
					Лист 52

Перв. примен.	<p>$q=15\%$, /6, стр. 14/</p> <p>$Z_d = 3662,3$ руб.,</p> <p>O_c - отчисления на социальные нужды:</p>			
	$O_c=(Z_o+Z_d)c/100, \tag{4.9}$			
Справ. №	<p>где c- процент отчислений в социальные нужды,</p> <p>$c=31,2\%$.</p> <p>$O_c = 7300,3$ руб.,</p> <p>$C_3 = 35378,1$ руб.</p>			
	<p>4.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования</p> <p>Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования рассчитываются по формуле:</p>			
Подпись и дата	$C_{об}=AO+Z_{тр}, \tag{4.10}$			
	<p>где AO - амортизационные отчисления:</p>			
Име. № дубл.	$AO = \left(\sum_{i=1}^n S_i \cdot n_i \cdot Na \right) / (100 \cdot F_d^p),$			
Взам. инв. №	<p>где S_i - балансовая стоимость единицы оборудования i-типоразмера,</p> <p>$S_1 = 13891,5$ руб,</p> <p>$S_2 = 11319\ 000$ руб.</p>			
Подпись и дата	<p>n_i - количество единиц оборудования i-типоразмера,</p>			
	<p>Име. № подл.</p>			
<p>Изм. Лист № докум. Подпись Дат</p>				<p>Лист 53</p>
<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>				

Перв. примен.	<p>$n_i = 1;$</p> <p>На - норма амортизационных отчислений, На=27%, /6, прил. 9/;</p> <p>n - количество типоразмеров оборудования;</p> <p>n = 1.</p> <p>F_{ϕ}^p - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год,</p>					
	Справ. №	$F_{\phi}^p = F_{ном.} \cdot k_{ппр.}, \quad (4.11)$ <p>где $F_{ном.}$ - номинальный годовой фонд работы оборудования, ч/год,</p> $F_{ном.} = (D_{г.} \cdot \tau_{н.}) / D_{н.}, \quad (4.12)$ <p>где $D_{г.}$ - число дней работы в году (календарные дни за минусом праздничных и выходных),</p> <p>$D_{г.} = 252;$</p> <p>$\tau_{н.}$ - число часов работы в неделю,</p> <p>$\tau_{н.} = 41 \text{ ч};$</p> <p>$D_{н.}$ - число дней работы в неделю,</p> <p>$D_{н.} = 5.$</p> <p>$F_{ном.} = (252 \cdot 41) / 5 = 2066.4 \text{ ч/год.}$</p> <p>$k_{ппр.}$ - коэффициент, учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонты, текущее планово-предупредительное обслуживание, предусмотренное единой системой ППР,</p> <p>$k_{ппр.} = 0.97, /6, \text{ стр. 7/};$</p>				
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p style="text-align: center;">БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>
					Лист 54	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

Перв. примен.	$F_{\delta}^p = 2066.4 \cdot 0.97 = 2004.408.$ <p>Подставив все эти значения получаем, что амортизационные отчисления составляют:</p> $AO = 1526,6 \text{ руб.}$					
	Справ. №	<p>$Z_{тр}$- затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования:</p> $Z_{тр} = (P_o \sum_{i=1}^n S_i \cdot n_i) / (100 \cdot F_{\delta}^p), \quad (4.13)$ <p>где P_o- процент отчислений на текущий ремонт оборудования от его балансовой стоимости S_i, $P_o=10\%$, /6, стр.15/.</p> $Z_{тр} = 565,4 \text{ руб.}$				
Подпись и дата		$C_{об} = 2092 \text{ руб.}$ <p>Себестоимость наплавочных работ на одно изделие:</p>				
	Име. № дубл.	$C = 1119155,7 \text{ руб.}$				
Взам. инв. №		<h3>4.3. Расчет единовременных затрат</h3>				
	Подпись и дата	<p>Общие капитальные вложения рассчитываются по формуле:</p> $K_{общ} = K_{об} + K_{пр} + K_{зд} \quad (4.14)$				
Име. № подл.		<p>где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, $K_{пр}$ – капитальные вложения в приспособления,</p>				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ

Перв. примен.	<p>$K_{зд}$ – капитальные вложения в здания.</p> <p>4.3.1. Капитальные вложения в оборудование</p> $K_{об} = K_{ос} + K_{от} \tag{4.15}$ <p>где $K_{ос}$ – капитальные вложения в наплавочное оборудование,</p> $K_{ос} = \sum_{i=1}^n S_i \cdot n_i,$ <p>где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i-типоразмера,</p> $S_i = G_i \cdot C_e,$ <p>где G_i – вес оборудования i-типоразмера, Вес наплавочного аппарата: $G_1 = 135$ кг, $G_2 = 110\ 000$ кг C_e – стоимость единицы веса аналогичного оборудования, $C_e = 35\ 000$ руб./т, $S_1 = 4725$ руб., $S_2 = 3\ 850\ 000$ руб.</p> <p>n_i – количество единиц оборудования i-типоразмера, $n_i = 1$;</p> $K_{ос} = 3\ 854\ 725$ руб. $K_{от}$ – капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование, руб.				
	Справ. №				
Подпись и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	<p>БР-150301- 071202418 -ПЗ</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	56

Перв. примен.	$K_{от} = 15\% K_{об}$ $K_{от} = 578\,208.75$ руб. $K_{от} = 4\,432\,933.75$ руб.				
	Справ. №	<p>4.3.2. Капитальные вложения</p> <p>Так как существенных изменений нет, то капитальные вложения в здания в дальнейшем расчете не учитываем:</p> <p>$K_{зд} = 0$.</p> <p>Таким образом, общие капиталовложения составляют:</p> <p>$K_{общ} = 4\,432\,933.75$ руб.</p> <p style="text-align: center;">4.4. Экономический эффект</p> <p>Стоимость наплавочных работ по усовершенствованной технологии составляет 1119155,7 руб. А стоимость тех же работ по базовому варианту 1273878,3 руб. Рассчитав разницу между затратами на наплавку по новой технологии и затратами по базовому варианту, получаем экономический эффект равный 154722,6 руб. Стоимость нового дробящего конуса 8026200 руб.</p> <p>Технико – экономические показатели приведены в таблице 5 и на листе в графической части.</p>			
Подпись и дата		Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.
Изм.	Лист				
БР-150301- 071202418 -ПЗ					Лист 57

Таблица 5 - Технико-экономические показатели

Наименование	Единицы измерения	Значение показателя
Программа выпуска	Шт.	1
Общие капитальные вложения, всего	руб.	4 432 933.70
в том числе:		
в оборудование	руб.	3 854 725.00
подъемно-транспортное оборудование	руб.	578 208.75
Технологическая себестоимость восстановления, всего	руб.	1119155,7
в том числе:		
сварочные материалы	руб.	1074561,1
технологическая электроэнергия	руб.	7124,3
заработная плата рабочих	руб.	35378,1
расходы на содержание и эксплуатацию сварочного оборудования	руб.	2092
Технологическая себестоимость по базовому варианту	руб.	1273878,3
Предполагаемый экономический эффект на единицу изделия	руб.	154722,6

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

	Перв. примен.	<h2 style="margin: 0;">Заключение</h2> <p style="margin: 0;">1. Изучен производственный опыт использования наплавки под флюсом дробящего конуса.</p> <p style="margin: 0;">2. Усовершенствована технология восстановления дробящего конуса путем наплавки, для чего был осуществлен подбор оборудования, материалов и режимов для наплавки.</p> <p style="margin: 0;">3. Спроектирован участок восстановления машиностроительных деталей для АГК с помощью наплавки с учетом технологического процесса, который содержит токарный затыловочный станок, склад, наплавочный аппарат, мульдугу для отходов и мостовой кран для установки оборудования и транспортировки дробящего конуса.</p> <p style="margin: 0;">4. Предложено использовать в качестве автоматического аппарата для наплавки под флюсом - А-384МК.</p> <p style="margin: 0;">5. Предложено в качестве присадочного материала использовать порошковую ленту с сечением 08x100 мм, вместо сварочной проволоки, что значительно повышает производительность в несколько раз и снижает себестоимость наплавочных работ.</p> <p style="margin: 0;">6. Рассчитан предполагаемый экономический эффект, который может составлять при внедрении усовершенствованной технологии 154722,6 рублей на одно изделие.</p>					
	Справ. №						
	Подпись и дата						
	Ине. № дубл.						
	Взам. инв. №						
	Подпись и дата						
Ине. № подл.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ		Лист 59

Литература

1. Патон Б.Е. Технология сварки металлов и сплавов плавлением. - М: Машиностроение, 1974 г.
2. Фруммин И.И. Автоматическая наплавка под флюсом. - М., 1959 г.
3. Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. -М.: Машиностроение, 1989 г.
4. Шехтер С.Я., Резницкий А.М. Наплавка металлов. - М.: Машиностроение, 1982 г.
5. Коротков А., Агафонов Ж.А., Титов Н.С., Хмельников Г. Восстановление наплавкой валов конусных дробилок. - Горный журнал, №7, 1997 г.
6. Васильева З.А. Организация, планирование и управление машиностроительным производством. Методические указания по курсовой работе. - КрПИ: Красноярск. 1987 г.
7. Кондрасенко В.Я., Жуков А.И. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. - Красноярск, КГТУ, 1999 г.
8. Жуков А.И., Кондрасенко В.Я., Колот В.В. Безопасность и экологичность проекта. Методические указания по преддипломному проектированию и дипломному проектированию для студентов МТФ. - КрПИ: Красноярск, 1992 г.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя : в 3-х томах . - М.: Машиностроение , 1978.
10. Сварка в машиностроении: Справочник. Т.2./Под ред. А.И. Акулова. - М.: Машиностроение. 1978. - 462 с.
11. Гитлевич А.Д. Энтингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. М., Машиностроение, 1972, 280 с.
12. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций : Атлас : Учебное пособие для студентов

Перв. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
					БР-150301- 071202418 -ПЗ	Лист 60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Перв. примен.	<p>машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук .-М.: Машиностроение, 1989.- 328с.; ил.</p> <p>13. Сварка и свариваемые материалы: Справочник в 3-х т./Под ред. В.Н. Волченко. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1996. Т.2. - 574 с.</p> <p>14. Акулов А.И. Бельчук Г.А. Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов. М., Машиностроение, 1977. -432с. с ил.</p> <p>15. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов по спец. "Оборуд. и технология сварочн. пр-ва"/В.Н.Волченко, В.М.Ямпольский, В.А.Винокуров и др.; Под ред. В.В. Фролова. – М.:Высш. шк., 1988. 559 с.: ил.</p>				
	Справ. №				
Име. № подл.	Подпись и дата				Лист 61
	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Име. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	БР-150301- 071202418 -ПЗ