

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО
ЭЛЕМЕНТА ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ МАТРИЦЫ**

Выпускная квалификационная работа
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве
Идентификационный код ВКР: 604

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО ЭЛЕМЕНТА ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ МАТРИЦЫ

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503 _____ А.С.Мухортиков

Руководитель:
к.т.н., доцент _____ Н.И.Ульяшин

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Л.Т.Плаксына

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Условия эксплуатации барабана транспортирующей матрицы.....	9
1.1 Характеристика основного металла барабана транспортирующей матрицы...	12
1.1.1 Характеристика стали Ст 3сп, [3]	12
1.2 Выбор способа наплавки	13
1.3 Выбор сварочных материалов.....	15
1.4 Расчёт параметров режима автоматической наплавки	18
1.5 Расчет химического состава наплавляемого металла	23
1.6 Определение склонности наплавляемого металла к образованию трещин.....	24
1.6.1 Определение склонности металла шва к образованию горячих трещин.....	24
1.6.2 Определение склонности металла шва к образованию холодных трещин..	24
1.7 Определение склонности наплавляемого металла последующих слоев к образованию трещин	25
1.8 Определение механических свойств наплавленного металла.....	27
1.9 Технологический процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы..	28
1.9.1 Подготовка барабана транспортирующей матрицы к наплавке	28
1.9.2 Подготовка установки к наплавке.....	29
1.9.3 Технологический процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы	30
1.9.4 Контроль качества наплавки барабана транспортирующей матрицы	33
1.9.5 Механическая обработка наплавленной поверхности.....	33
1.10 Установка для наплавки	34
1.10.1 Устройство и принцип действия установки.....	34
1.10.2 Технические данные наплавочной установки	35
1.10.3 Работа электрической схемы	39
2 Технико-экономическое обоснование проекта.....	41
2.1 Технологические сведения изготовления и восстановления барабана транспортирующей матрицы	41

2.2 Затраты на годовую программу восстановления барабан транспортирующей матрицы.....	42
2.3 Инвестиционные затраты на внедрение проектируемого варианта	46
2.4 Расчет экономической эффективности проекта	46
3 Методическая часть	49
3.1 Анализ Профессионального стандарта.....	50
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	52
3.3 Разработка урока теоретического обучения.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особое значение приобрела проблема рационального использования всех имеющихся ресурсов сырья, материалов и электроэнергии. Повышение эффективности использования материальных ресурсов имеет большое значение, как для экономики отдельного предприятия, так и для государства в целом. От того на сколько рационально и грамотно используются ресурсы зависит как развитие экономики в целом, так и ее отдельных секторов. Результативность использования материальных ресурсов обеспечивает увеличение объемов производимой продукции при тех же размерах материальных затрат, и даже меньших.

Одним из основных направлений в решении этой проблемы является применение наплавки для восстановления и упрочнения применяемого инструмента. Для увеличения долговечности рабочего инструмента возникает необходимость нанесения на его рабочую поверхность какого-либо износостойкого покрытия. Известно, что экономическая эффективность упрочнения инструмента и технологической оснастки определяется:

- уменьшением количества изготавливаемого и закупаемого инструмента и оснастки;
- уменьшением затрат, связанных с настройкой и переналадкой прессов, станков и другого оборудования, в связи с использованием более долговечного инструмента и оснастки;
- возможностью интенсификации режимов обработки и, соответственно, увеличения производительности труда при использовании упрочненного инструмента и оснастки.

Существуют различные способы нанесения на поверхность детали слоя металла. Наибольшее распространение получил способ автоматической электродуговой наплавки под слоем флюса. Перспективным является способ автоматической наплавки порошковой проволокой открытой дугой. Многими преимуще-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ствами обладает также широко распространенный способ автоматической наплавки в среде защитных газов.

Для восстановления быстроизнашивающихся деталей машин и механизмов с успехом применяют вибродуговую наплавку. Используется также электронно-лучевая и лазерная наплавка.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос восстановления барабана транспортирующей матрицы. В процессе эксплуатации барабан транспортирующей матрицы быстро изнашивается и его заменяют на новый. Учитывая годовой расход 60 шт/год, а стоимость (стоимость, по которой предприятие покупает барабан транспортирующей матрицы с учетом транспортных и общезаводских расходов) каждой составляет: 15000 руб/шт соответственно, предприятие несёт убытки.

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию восстановления барабана транспортирующей матрицы и оборудование для реализаций предлагаемой технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технологический процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы.

Предметом разработки является процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса наплавки барабана транспортирующей матрицы с использованием автоматической наплавки под слоем флюса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ наплавки барабана транспортирующей матрицы;
- провести необходимые расчеты автоматической наплавки под слоем флюса;
- выбрать и обосновать наплавочное и сборочное оборудование;

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- разработать технологию наплавки барабана транспортирующей матрицы;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида наплавки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса наплавки барабана транспортирующей матрицы, включающий автоматическую наплавку под слоем флюса; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства барабана транспортирующей матрицы.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1 Условия эксплуатации барабана транспортирующей матрицы

На предприятии цветной металлургии имеется большое число агрегатов, рабочий инструмент которых (матрица, шпули, втулки и т.д.) выходит из строя из-за трещин термической усталости. Термическая усталость представляет собой частный случай усталостного разрушения металла от действия меняющейся температуры. При термической усталости металла трещины быстро выходят из зоны высоких напряжений, а в дальнейшем становятся зародышами трещин, разрушающих барабан транспортирующей матрицы (рисунок 1.1) под действием механических усилий.

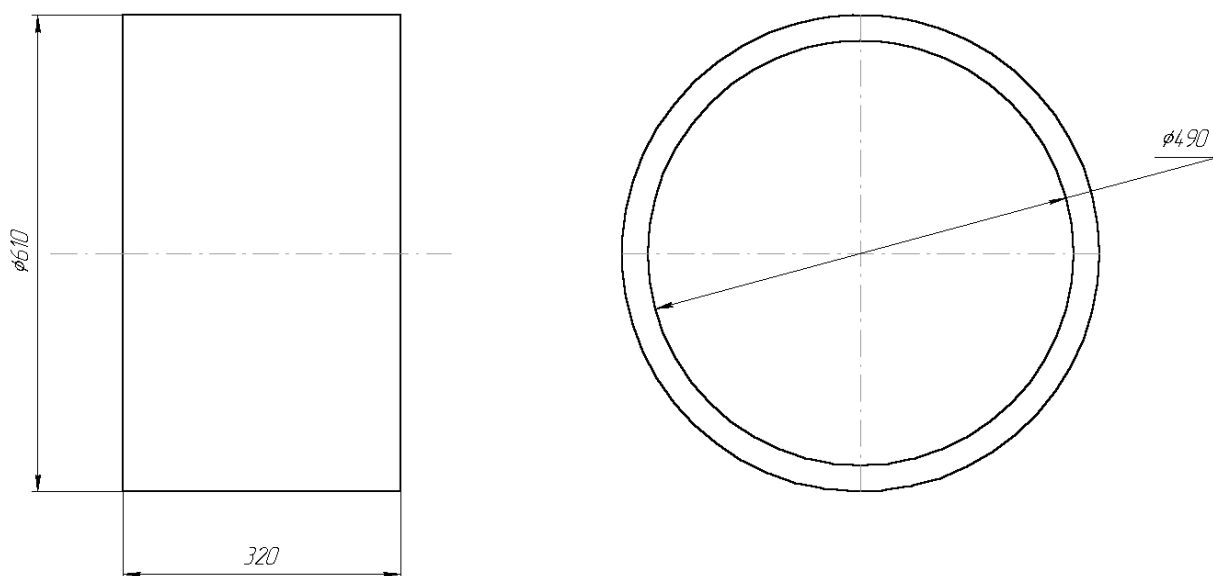


Рисунок 1.1 – Барабан транспортирующей матрицы

Причиной образования сетки трещин на стенках инструмента является знакопеременная пластическая деформация, вызванная действием повторных циклических двухосных растягивающих напряжений, достигающих максимального значения у рабочей поверхности, при повторных нагревах и охлаждениях. Нагрев поверхностных слоев барабана транспортирующей матрицы приводит к увеличению его объема в направлении, нормальном к рабочей поверхности барабана транспортирующей матрицы, размеры его, уменьшаются, но общий объем бара-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

бана транспортирующей матрицы не остается прежним поверхность уже меняет свою первоначальную форму. Не равномерное изменение первоначального объема приводит к возникновению внутренних термических напряжений. При превышении внутренних и напряжениями предела прочности металла происходит образование трещин рабочей поверхности барабана транспортирующей матрицы. Глубина этих трещин соответствует глубине прогретого слоя. Появление сетки трещин вызывает необходимость выбраковки барабана транспортирующей матрицы. Сетка трещин ухудшает охлаждение барабана транспортирующей матрицы, ускоряет истирание, облегчает вырывание частиц металла и способствует быстрому развитию износа.

Нагрев барабана транспортирующей матрицы происходит из-за тепла, отдаваемого прессуемым металлом. Охлаждается барабан транспортирующей матрицы в результате лучеиспускания в окружающий воздух и отдачи тепла деталям, соприкасающимся с барабаном транспортирующей матрицы. Барабан транспортирующей матрицы в контакте с металлом находится непродолжительное время, за которое поверхностный слой металла барабана транспортирующей матрицы, контактирующего с нагретым металлом, приобретает температуру, близкую к температуре прессуемого металла. Температура разогрева поверхности барабана транспортирующей матрицы зависит от интенсивности работы пресса, температуры заготовки, интенсивности охлаждения. Температуры точек, находящихся на различном расстоянии от поверхности барабана транспортирующей матрицы, показывают, что поверхностный слой его испытывает резкие температурные колебания, причем температурный градиент при нагреве и охлаждении тем больше, чем ближе данная точка к поверхности. По мере уменьшения радиуса рассматриваемой поверхности максимальная температура, скорость нагрева и охлаждения этого слоя быстро снижаются.

Барабана транспортирующей матрицы подвергается также коррозионному воздействию. Коррозия возникает в основном как результат активного взаимодействия металла, поверхностных слоев барабана транспортирующей матрицы с

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

кислородом воздуха. Коррозия искажает профиль барабана транспортирующей матрицы и кроме того, создает потенциальные очаги зарождения микротрещин при циклическом изменении температуры барабана транспортирующей матрицы. В процессе работы барабана транспортирующей матрицы со стороны прессуемого металла подвержены разнообразным по характеру и величине воздействиям, вызывающих их износ и сложные механические напряжения.

Вследствие высокой температуры в зоне контакта барабана транспортирующей матрицы с прессуемым металлом происходит тепловой износ, проявляющийся в виде сваривания трущихся поверхностей в микроскопически малых участках, с последующим отрывом частичек поверхности барабана транспортирующей матрицы и уносом их прессуемым металлом. Так как на барабане транспортирующей матрицы имеется слой окалины различной толщины, то тепловой износ барабана транспортирующей матрицы будет обуславливаться скоростью образования окисной пленки и прочностью сцепления ее с основным металлом. Растрескивания поверхности барабана транспортирующей матрицы ухудшает отвод тепла от точек контакта и повышает тепловой износ.

Действие повышенных температур, кислорода воздуха, а также пластическая деформация поверхностных слоев вызывает окислительный износ рабочей поверхности барабана транспортирующей матрицы. Как известно, при окислительном износе одновременно протекают процессы, микропластической деформации поверхностных слоев металла барабана транспортирующей матрицы и диффузий кислорода в деформированные объемы металла.

При наматывании заготовки на барабан транспортирующей матрицы может происходить скольжение между металлом заготовки и барабаном транспортирующей матрицы. Вследствие этого барабан транспортирующей матрицы подвергается абразивному износу. Доля которого в общем износе барабана транспортирующей матрицы (тепловом и окислительном) увеличивается при наличии твердой окалины на поверхности заготовки. Абразивный износ сопровождается микроп-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ластическим деформированием и срезанием поверхностных слоев металла барабана транспортирующей матрицы твердыми абразивными частицами.

1.1 Характеристика основного металла барабана транспортирующей матрицы

1.1.1 Характеристика стали Ст 3сп, [3]

Барабан транспортирующей матрицы изготовлен из стали 3 толщиной 60 мм.

Назначение стали – несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах.

Таблица 1.1 - Химический состав стали Ст 3 сп ГОСТ 380 – 2005, %

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
0,14 – 0,22	0,15 – 0,3	0,4 – 0,65	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,04	до 0,05

Механические свойства стали Ст 3 сп[3]

- Временное сопротивление разрыву, σ_b	370 МПа;
- Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	205 МПа;
- Относительное удлинение, δ	23 %;
- Относительное поперечное сужение, ψ	50 %;
- Ударная вязкость, КСЧ	59 Дж/см ²
- Твердость, НВ	110

Технологические свойства: [3]

Свариваемость – сваривается без ограничения, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС и КТС. Для толщины свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Не склонна к отпускной хрупкости.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

1.2 Выбор способа наплавки

Существует ряд способов наплавки: [1,2]

- ручная дуговая покрытым электродом;
- дуговая в защитном газе проволокой сплошного сечения;
- дуговая в защитном газе порошковой проволокой;
- дуговая под флюсом проволокой сплошного сечения;
- дуговая под флюсом порошковой проволокой;
- газовая, ацетиленокислородным пламенем
- электрошлаковая;
- плазменная (с присадочной проволокой, порошковая);
- взрывом;
- трением.

Рациональное применение того или иного способа характеризуется технологичностью, производительностью экономичностью и экологичностью процесса наплавки. Кроме того, выбранный способ восстановления и упрочнения барабана транспортирующей матрицы должен удовлетворять наличию требуемого оборудования на предприятии. Так ручная дуговая наплавка, газовая ацетиленокислородным пламенем являются весьма простыми, не требующими специализированного оборудования, способами, но обладающими низкой производительностью и качеством. Наплавка плазменная, электрошлаковая, взрывом, трением – напротив, обладают достаточно высокой степенью механизации и, соответственно производительностью, но эти способы пока не находят широкого применения исходя из экономических и экологических позиций процесса наплавки. Наибольшее распространение получили механизированные дуговые способы наплавки: под флюсом и в защитных газах. В качестве способа восстановления барабана транспортирующей матрицы мы применяем автоматическую наплавку двумя проволоками под флюсом. Этот способ весьма эффективен применение нескольких проволок подключенных к одному полюсу источника тока и расположенных перпендику-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

лярно линии перемещения дуги. При небольшом расстоянии между соседними электродами создается общая сварочная ванна. Проволоки плавятся поочередно: дуга перескакивает с одной проволоки на другую. Благодаря уменьшению затраты тепла на плавление флюса коэффициент наплавки при таком способе увеличивается на 20-30 %.

Благодаря весьма совершенной защите ванны при наплавке под флюсом получается однородный наплавленный металл, свободный от пороков металлургического и технологического происхождения. Процесс наплавки закрытой дугой легко контролируется и управляется. Наплавка под флюсом характеризуется высокой производительностью, минимальным (0,5 – 3%), коэффициентом потерь электродного металла. Кроме того, скрытое горение дуги позволяет избежать применение каких либо дополнительных средств защиты от её теплового и светового излучения, брызг и возможных выплесков металла сварочной ванны. Условия труда несравненно лучше, чем при ручной наплавке открытой дугой.

С помощью наплавки под флюсом можно наплавить слой металла почти любого химического состава, толщиной от 2 мм и более.

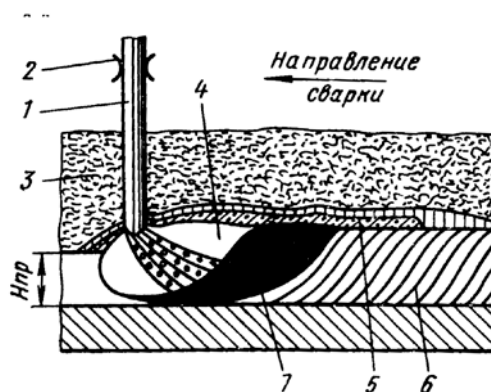
Для уменьшения тепловложения в основной металл и, соответственно уменьшения доли его участия в металле наплавки, а также повышения коэффициента наплавки предложен следующий технологический вариант:[1] двухэлектродная наплавка, с поперечными колебаниями электродов.

Сущность способа наплавки под флюсом

В общем случае при наплавке под флюсом (рисунок 1.2) дуга горит между электродом и изделием, к которому подведён ток, и образует на поверхности изделия ванночку расплавленного металла. Наплавляемый участок покрывает толстый слой сыпучего флюса. Дуга частично расплавляет флюс и горит внутри полости с эластичной оболочкой из расплавленного флюса – шлака. Расплавленный шлак надёжно изолирует жидкий и перегретый металл от газов воздуха, преду-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

преждает разбрызгивание и способствует сохранению тепла дуги. После затвердевания металла образуется наплавленный валик, покрытый шлаковой коркой и нерасплавившимся флюсом. [1]



- 1 – плавящийся электрод (сварочная проволока), 2 – механизм подачи сварочной проволоки, 3 – флюс, 4 – газовая среда, 5 – расплавленный флюс (шлак), 6 – наплавленный металл, 7 – расплавленный металл

Рисунок 1.2 – Схема наплавки под флюсом

1.3 Выбор сварочных материалов

Для наплавки углеродистой стали в справочной литературе рекомендуется использовать низколегированную, электродную проволоку. В нашем случае мы используем наплавочную проволоку Нп – 30ХГСА в сочетание с флюсом АН-348-А. Путем наплавки проволокой Нп – 30ХГСА удастся получить твердость наплавленного металла выше, чем у основного металла, а повышение твердости позволяет уменьшить износ. Флюс типа АН-348А с высоким содержанием SiO_2 и MnO обладает значительной окислительной способностью. Поверхность наплаваемого валика окисляется пока металл и шлак остывают от 1530^0 до 1120^0 С. Отделимость шлаковой корки при наплавке под таким флюсом хорошая, а также данный флюс обеспечивает хорошую стабильность дуги, отличное формирование наплавленных валиков и малую склонность к образованию пор. Кислый высокомарганцовистый флюс АН-348А дает гладкую и ровную поверхность наплавлен-

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.604 ПЗ

Лист

15

ных валиков.[8] Упаковывается, транспортируется и хранится флюс в соответствии с ГОСТ 9087-81.

Химический состав флюса АН-348А по ГОСТ 9087-81,% мас.

- Окись кремния (SiO ₂)	от 41,0 до 44,0 %;
- Окись марганца (MnO)	от 34,0 до 38,0 %;
- Фтористый кальций (CaF ₂)	от 4,0 до 6,0 %;
- Окись магния (MgO)	от 5,0 до 7,5 %;
- Окись кальция (CaO)	не более 7,0 %;
- Окись алюминия (Al ₂ O ₃)	не более 6 %;
- Окись железа (Fe ₂ O ₃)	не более 2,0 %;
- Серы	не более 0,14 %;
- Фосфора	не более 0,12 %.

Химический состав проволоки Нп-30ХГСА по ГОСТ 10534- 78, % мас

— углерода	от 0,25 до 0,35%;
— кремния	от 0,80 до 1,20%;
— марганца	от 0,80 до 1,20%;
— хрома	от 0,80 до 1,10%;
— никеля	не более 0,40 %;
— фосфора	не более 0,025%;
— серы	не более 0,025%;

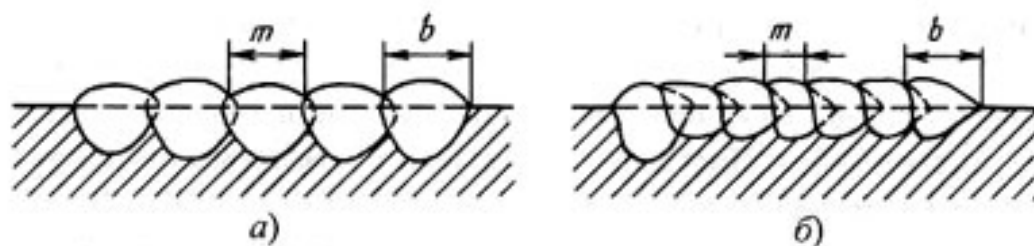
Техника наплавки

Технологические приемы и режимы дуговой наплавки зависят от формы и размеров изделий и весьма важны для получения надлежащего качества и состава наплавленного слоя. При этом приходится учитывать разбавление наплавленного

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

металла основным. Такое разбавление необходимо ограничивать. Это может быть достигнуто выбором перекрытия валиков при наплавке каждого (особенно первого) слоя. Так, при наложении 1-го слоя согласно рис. 1,а без перекрытия ($m/b \rightarrow 1$) доля основного металла γ_0 составляет $\sim 0,65$, а при перекрытии по ширине $m/b = 0,46$ эта доля уменьшается до $\sim 0,45$.

В связи с этим такой метод перекрытия весьма распространен при наплавке. При автоматической наплавке под флюсом проволоками круглого сплошного сечения $m/b = 0,5 \dots 0,8$ где шаг наплавки составляет от 3 до 12 мм (при наплавке одним электродом) и от 10 до 30 мм (при наплавке несколькими электродами). Увеличение m/b может привести к неблагоприятной форме выпуклости валика и непровару места перехода от предыдущего валика к последующему. [1,2]



а) шаг m близок к ширине валика b ; б) шаг $m=0,46b$

Рисунок 1.3 – Влияние шага наплавки на долю основного металла в составе наплавленного слоя

Наплавку следует вести по винтовой линии с перекрытием последующим валиком предыдущего на 5 – 6мм. Непрерывность процесса и уменьшение деформации важные преимущества этого способа. Для предупреждения стекания металла сварочную проволоку смещают с зенита детали в сторону, противоположную направлению вращения барабана транспортирующей матрицы. Величина смещения должна быть такой, чтобы не происходило стекания флюса и затекания шлака и находится в пределах от 14 до 40 мм.

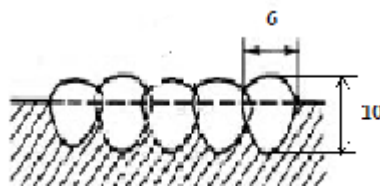
В связи с тем, что в большом числе случаев наплавленный слой необходимо подвергать механической обработке, наплавка лишнего металла нецелесообразна. Следует стремиться к тому, чтобы припуск на обработку не превышал 1,5 ... 2 мм

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

и после наплавки поверхность была бы достаточно ровной, без значительных наплывов и провалов между валиками. [2]

1.4 Расчёт параметров режима автоматической наплавки

Основные параметры режима, определяющие ход процесса и его результат, следующие: напряжение наплавки, скорость подачи, диаметр, число электродов, и вылет электродных проволок, скорость наплавки. От правильного выбора режима наплавки во многом зависит поведение основного металла, структура и свойства, а также качество формирования поверхности и сплавления наплавленного слоя.



Площадь поперечного сечения одного валика $F_h = 0,6 \text{ см}^2$

Рисунок 1.4 - Поперечное сечение валика

Наплавку проводят на постоянном токе обратной полярности, в этом случае глубина проплавления получается минимальной и обеспечивается лучшее формирование наплавляемой поверхности. Принимаем диаметр проволоки $d_э = 3 \text{ мм}$.

Расчет сварочного тока, A ; выполняется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2 \cdot \alpha}{4}, \quad (1.1)$$

где α – плотность тока в электродной проволоке, $A/\text{мм}^2$, при наплавке для снижения глубины проплавления допустимая плотность тока [9] $50 \dots 90 A/\text{мм}^2$; принимаем $50 A/\text{мм}^2$

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

d_s – диаметр проволоки, $d_s = 3$ мм

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 50}{4} = 353 \text{ А},$$

При наплавке напряжение на дуге выбирается в зависимости от величины сварочного тока (таблица 1.1)

Таблица 1.1 - Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока [12]

Сила сварочного тока, А	180...300	300...400	500...600	600...700	700...850	850...1000
Напряжение дуги, В	32...34	34...36	36...40	38...40	40...42	41...42

При силе сварочного тока 353 А оптимальное напряжение на дуги составит 35 ± 1 В. Наплавку планируется вести на постоянном токе прямой полярности.

Согласно рекомендациям литературы, оптимальное расстояние между проволоками должно быть равным трем-четырем их диаметрам. От правильного выбора расстояния между электродами зависит качество наплавляемого слоя и производительность процесса.

Слишком большое расстояние между проволоками нежелательно, так как в этом случае каждая из них начинает работать самостоятельно и теряются преимущества процесса, связанные с их взаимным влиянием друг на друга: нарушается эффект многоэлектродной наплавки. Уменьшение расстояния между осями электродов увеличивает проплавление.

Рассчитаем расстояние между проволоками:

$$S = (3 \div 4) \cdot d_{эл} \quad (1.2)$$

где $d_{эл}$ – диаметр проволоки, мм;

$$S = (3 \div 4) \cdot 3 = 9 \div 12 \text{ мм}$$

Принимаем $S = 10 \text{ мм}$.

Вылет электродов – чрезвычайно важный параметр многоэлектродной системы, так как он определяет силу тока, протекающего при определенном напряжении, а также степень подогревов электродов.

Незначительный вылет электрода приводит к слабому подогреву электрода и способствует увеличению глубины проплавления. Вылет электрода должен быть больше, чем насыпная высота флюса. Увеличения вылета приводит к уменьшению глубины проплавления и росту скорости плавления электродов.

Если вылет электрода слишком велик, его плавление становится неустойчивым, в наплавленном металле возникает пористость, сам электрод из-за перегрева теряет жесткость, становится мягким и его контакт с токосъемным устройством нарушается. Нарушение контакта еще больше увеличивает вылет и может привести к оплавлению электрода выше контактного устройства.

Для обеспечения наивысшей производительности процесса, хорошего качества наплавленного металла необходимо придерживаться следующих величин вылета. В нашем случае при диаметре проволоки 3 мм вылет электродной проволоки принимается 30 – 60 мм, [12].

Вылет обоих электродов по фронту одинаков, ибо в противном случае в системе произойдет перераспределение тока и нарушится формирование поверхности и глубины проплавления основного металла.

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч определяем по формуле:

$$V_s = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot \rho}, \quad (1.3)$$

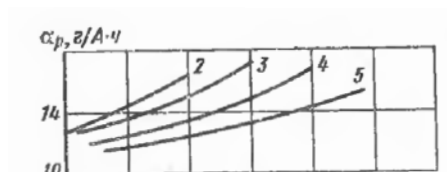
где d_{np} - диаметр проволоки, мм, $d_{np} = 3$;

α_p - коэффициент расплавления, г/А · ч;

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ρ – плотность металла электродной проволоки, г/см³ (для стали $\rho = 7,8$ г/см³).

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по графику, $\alpha_p = 13$ г/А·ч, [Акулов]:



2 – 5 диаметр электродов, мм

Рисунок 1.2 - Постоянный ток обратной полярности. Зависимость α_p от режима сварки

Рассчитываем скорость подачи электродной проволоки по формуле (2.3):

$$V_s = \frac{4 \cdot 13 \cdot 353}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 83 \text{ м/ч}$$

Скорость подачи электродов в наплавочную ванну определяет силу тока. Чем выше скорость подачи, тем больше сила тока, а, следовательно, и тепловложение. Глубина проплавления увеличивается. При силе тока 353 А на одну проволоку скорость подачи будет 83 м/ч.

Скорость наплавки рассчитываем по формуле:

$$V_{св} = \frac{n \cdot d_n \cdot I_{св}}{100 \cdot F_{св} \cdot \rho} \quad (1.5)$$

где n – сварочных проволок, шт

d_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_v – площадь поперечного сечения одного валика, см²; $F_v = 0,6$;

ρ – плотность металла сварочной проволоки, г/ см³; $\rho = 7,8$ г/см³;

F_v – площадь поперечного сечения, укладывания за один проход составит

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$F_b = 0,6 \text{ см}^2$$

Для автоматической сварки под флюсом $\alpha_p = \alpha_n$

Скорость наплавки рассчитываем по формуле (1.5):

$$V_{св} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 353}{100 \cdot 0,6 \cdot 7,8} = 19,6 \text{ м/ч}$$

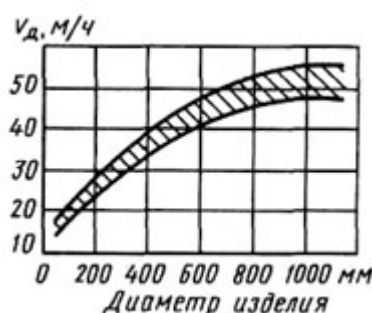


Рисунок 1.3 - Оптимальные диапазоны скорости перемещения дуги V_d при наплавке под флюсом тел вращения по винтовой линии в зависимости от диаметра наплавляемого изделия

Скорость наплавки определим в зависимости от диаметра наплавляемого изделия из графика на рисунке 1.3 оптимальный диапазон скорости наплавки 40 – 45 м/ч.

Существенную роль при наплавке играет угол наклона электродов к вертикали. В нашем случае целесообразна наплавка вертикальным и наклонным электродами. В этом случае обеспечивается удовлетворительное протекание процесса и хорошее формирование поверхности слоя толщиной 6 мм.

По данным литературы при наплавке двумя электродами на постоянном токе обратной полярности доля участия основного металла снижается до 20 – 25 %. Параметры режима наплавки сведены в таблицу 1.3

Таблица 1.3 – Параметры режима наплавки

И св на одну проволоку, А	U д, В	V нап, м/ч	V п.п, м/ч	L э, мм
353±20	35± 1	19,6	83±10	40

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.5 Расчет химического состава наплавляемого металла

Содержание элемента в наплавленном металле с учетом коэффициентов перехода рассчитывается по формуле:

$$[\mathcal{E}_i] = (\gamma_0 \cdot [\mathcal{E}_i]_0 + (1 - \gamma_0) \cdot [\mathcal{E}_i]_{\text{пм}}) \cdot \eta_i, \text{ мас. \%}, \quad (1.6)$$

где $[\mathcal{E}_i]$, $[\mathcal{E}_i]_0$, $[\mathcal{E}_i]_{\text{пм}}$ - содержание i-го элемента соответственно в сварном шве, основном металле и присадочном металле, % мас.;

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва;

η_i - коэффициент перехода элемента (с учетом реакции протекающих при наплавке под флюсом). По справочным данным, $\eta_c=0,55$; $\eta_{\text{Si}}=0,9$; $\eta_{\text{Mn}}=0,85$, $\eta_{\text{Cr}}=0,9$; $\eta_p=0,7$; $\eta_s=0,7$; [8]

Тогда имеем следующий состав наплавляемого металла первого слоя:

$$C = 0,2 \cdot 0,22 + 0,8 \cdot 0,30 \cdot 0,55 = 0,17 \text{ мас. \%};$$

$$\text{Si} = 0,2 \cdot 0,3 + 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,93 \text{ мас. \%};$$

$$\text{Mn} = 0,2 \cdot 0,52 + 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,81 \text{ мас. \%};$$

$$\text{Cr} = 0,2 \cdot 0,3 + 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,63 \text{ мас. \%};$$

$$\text{Ni} = 0,2 \cdot 0,3 + 0,8 \cdot 0,4 = 0,34 \text{ мас. \%};$$

$$\text{P} = 0,2 \cdot 0,04 + 0,8 \cdot 0,025 \cdot 0,7 = 0,021 \text{ мас. \%};$$

$$\text{S} = 0,2 \cdot 0,05 + 0,8 \cdot 0,025 \cdot 0,7 = 0,023 \text{ мас. \%};$$

$$\text{Cu} = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06 \text{ мас. \%};$$

1.6 Определение склонности наплавляемого металла к образованию трещин

1.6.1 Определение склонности металла шва к образованию горячих трещин

Склонность металла к образованию горячих трещин оценивается по критерию HCS:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (1.7)$$

Если $HCS < 4$, что материал не склонен к образованию горячих трещин.

$$HCS = 0,17 \cdot (0,021 + 0,023 + 0,93/25 + 0,38/100) \cdot 10^3 / (3 \cdot 0,81 + 0,63) = 3,8$$

Таким образом, металл шва не склонен к образованию горячих трещин.

1.6.2 Определение склонности металла шва к образованию холодных трещин

Склонность металла шва к образованию холодных трещин оценивается по параметру $C_{эКВ}$:

$$C_{эКВ} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + 5 \cdot V \quad (1.8)$$

Если $C_{эКВ} < 0,45$; то материал не склонен к образованию холодных трещин, [акул].

$$C_{эКВ} = 0,17 + (0,81/6) + (0,93/24) + (0,38/10) + (0,63/5) = 0,37;$$

Т.к $C_{эКВ} < 0,45$ металл к образованию закалочных структур не склонен.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Расчет состава наплавленного металла второго слоя:

$$C=0,2\cdot0,17+0,8\cdot0,30\cdot0,55=0,16 \text{ мас. \%};$$

$$Si=0,2\cdot0,93+0,8\cdot1,2\cdot0,9=1,04 \text{ мас. \%};$$

$$Mn=0,2\cdot0,81+0,8\cdot0,9\cdot0,85=0,85 \text{ мас. \%};$$

$$Cr =0,2\cdot0,63+0,8\cdot0,9\cdot0,9=0,74 \text{ мас. \%};$$

$$Ni =0,2\cdot0,34+0,8\cdot0,4=0,35 \text{ мас. \%};$$

$$P=0,2\cdot0,021+0,8\cdot0,025\cdot0,7=0,017 \text{ мас. \%};$$

$$S=0,2\cdot0,023+0,8\cdot0,025\cdot0,7=0,018 \text{ мас. \%};$$

$$Cu=0,2\cdot0,057=0,01 \text{ мас. \%};$$

1.7 Определение склонности наплавляемого металла последующих слоев к образованию трещин

Определение склонности наплавляемого металла второго слоя к образованию горячих трещин склонность металла к образованию горячих трещин оценивается по критерию HCS, (по формуле 1.7):

$$HCS=0,16\cdot(0,017+0,018+1,04/25+0,35/100)\cdot10^3/(3\cdot0,85+0,74) =3,45$$

$HCS < 4$ таким образом, наплавляемый металл к образованию горячих трещин не склонен.

Определение склонности наплавляемого металла второго слоя к образованию холодных трещин

Склонность металла шва к образованию холодных трещин оценивается по параметру $C_{\text{экв}}$, (по формуле 1.8):

$$C_{\text{экв}}=0,16+(0,85/6)+(1,04/24)+(0,35/10)+(0,74/5)=0,38;$$

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

т.к $C_{\text{ЭКВ}} < 0,45$ металл к образованию закалочных структур не склонен.

Расчет состава наплавленного металла третьего слоя:

$$C=0,2 \cdot 0,16 + 0,8 \cdot 0,30 \cdot 0,55=0,16 \text{ мас. \%};$$

$$Si=0,2 \cdot 1,04 + 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,9=1,06 \text{ мас. \%};$$

$$Mn=0,2 \cdot 0,85 + 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85=0,85 \text{ мас. \%};$$

$$Cr =0,2 \cdot 0,74 + 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9=0,79 \text{ мас. \%};$$

$$Ni =0,2 \cdot 0,35 + 0,8 \cdot 0,4=0,35 \text{ мас. \%};$$

$$P=0,2 \cdot 0,017 + 0,8 \cdot 0,025 \cdot 0,7=0,017 \text{ мас. \%};$$

$$S=0,2 \cdot 0,018 + 0,8 \cdot 0,025 \cdot 0,7=0,018 \text{ мас. \%};$$

$$Cu=0,2 \cdot 0,057=0,01 \text{ мас. \%};$$

Определение склонности наплавляемого металла третьего слоя к образованию трещин

Определение склонности наплавляемого металла к образованию горячих трещин. Склонность металла к образованию горячих трещин оценивается по критерию HCS, (по формуле 1.7):

$$HCS=0,16 \cdot (0,017+0,018+1,06/25+0,35/100) \cdot 10^3 / (3 \cdot 0,85+0,79) =3,35$$

$HCS < 4$ таким образом, металл шва к образованию горячих трещин не склонен.

Определение склонности наплавляемого металла к образованию холодных трещин

Склонность наплавляемого металла к образованию холодных трещин оценивается по параметру $C_{\text{ЭКВ}}$, (по формуле 1.8):

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,16 + (0,85/6) + (1,06/24) + (0,35/10) + (0,79/5) = 0,40;$$

т.к $C_{\text{ЭКВ}} < 0,45$ металл к образованию закалочных структур не склонен.

Химический состав наплавленного металла последующих слоев (четвертого, пятого и т.д.) незначительно отличаются от третьего слоя.

1.8 Определение механических свойств наплавленного металла

Определяем предел временного сопротивления разрыву, МПа

$$\sigma_B = (4,8 + 50C + 25,2Mn + 17,5Si + 23,9Cr + 7,7Ni + 17,6Cu + 16,8Mo) \cdot 10 \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_B &= (4,8 + 50 \cdot 0,16 + 25,2 \cdot 0,85 + 17,5 \cdot 1,06 + 23,9 \cdot 0,79 + 7,7 \cdot 0,35 + 17,6 \cdot 0,01) \cdot 10 = \\ &= (4,8 + 8 + 21,4 + 18,5 + 18,8 + 2,6 + 0,17) \cdot 10 = 692 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Определяем предел текучести:

$$\sigma_T = 0,73 \cdot \sigma_B, \text{ МПа}, \quad (1.9)$$

$$\sigma_T = 0,73 \cdot 742 = 541 \text{ МПа}$$

Относительное удлинение:

$$\delta = 50,4 - (21,8C + 15Mn + 4,9Si + 2,4Ni + 5,8Cr + 6,2Cu) + 2,7Mo, \% \quad (1.10)$$

$$\begin{aligned} \delta &= 50,4 - (21,8 \cdot 0,16 + 15 \cdot 0,85 + 4,9 \cdot 1,06 + 2,4 \cdot 0,35 + 5,8 \cdot 0,79 + 6,2 \cdot 0,01) = \\ &= 50,4 - (3,4 + 12,75 + 5,19 + 0,84 + 4,5 + 0,06) = 23,6 \% \end{aligned}$$

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.9 Технологический процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы

1.9.1 Подготовка барабана транспортирующей матрицы к наплавке

Перед наплавкой барабана транспортирующей матрицы необходимо произвести механическую обработку наплавляемой поверхности для удаления трещин. Неудаленные трещины перед наплавкой остаются под слоем наплавленного металла и в процессе эксплуатации распространяются в основной и наплавленный металл. Трещины обнаруживают внешним осмотром, травлением, просвечиванием, дефектоскопом и другими методами. [2]

Наплавке подвергаются барабаны транспортирующей матрицы, изношенные в процессе эксплуатации (изменение размеров, трещины разгара, забоины и др.).

Барабан транспортирующей матрицы, имеющий крупные сколы (более 8 – 10 мм), трещины, распространяющиеся по всей наружной поверхности, наплавке не подлежит.

Поверхность барабана транспортирующей матрицы, подлежащие наплавке, проточить, до полного удаления дефектов (получения сливной стружки). При этом обеспечить переход от одной поверхности к другой с радиусом скругления не менее 3 мм.

Токарную обработку барабана транспортирующей матрицы выполнять согласно рисунку 1.6.

Точить наружный диаметр заготовки проходами по 6 мм до полного удаления трещин (получения сливной стружки). Величина образуемых ступенек в осевом направлении должна быть не менее 6 мм.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

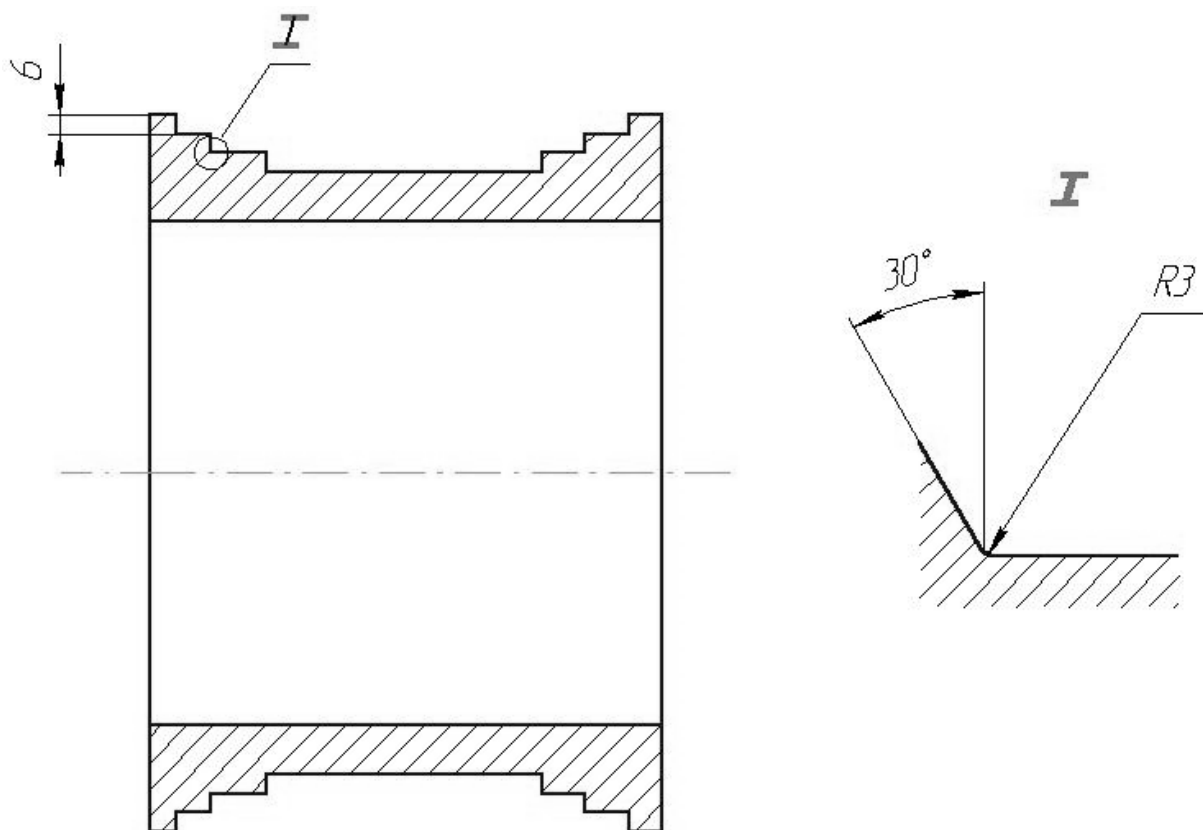


Рисунок 1.6 – Схема проточки барабана транспортирующей матрицы

На наплавляемых поверхностях не допускается наличие ржавчины, масла и других загрязнений.

1.9.2 Подготовка установки к наплавке

а) Произвести внешний осмотр установки для наплавки тел вращения с целью выявления поломок и других неисправностей, проверить наличие заземления.

б) Подготовить установку для наплавки под флюсом барабана транспортирующей матрицы, двумя проволоками с поперечными колебаниями вдоль оси барабана транспортирующей матрицы, для чего:

- установить на наплавочный аппарат А-1412 вторую кассету с проволокой;
- закрепить в хомуте-держателе подающего механизма мундштук для двух проволок;

- установить в заднюю бабку приспособление для прижатия барабана транспортирующей матрицы;

- на вал механизма подачи установить эксцентричную втулку, с помощью которой отрегулировать амплитуду колебания;

в) Заполнить бункер аппарата флюсом.

г) Подать напряжение от цеховой сети к установке.

д) Настроить с помощью резистора на пульте управления скорость подачи проволоки 83 м/ч.

е) При отжатых прижимных роликах подающего механизма заправить в него проволоку до выхода её конца из направляющих каналов мундштука. Обеспечить требуемое усилие прижатия. (При правильной настройке механизма прижатия при нажатии кнопок «Электрод вверх» - «Электрод вниз» проволока подаётся равномерно, без пробуксовки и пережатия в роликах).

ж) Механизмом подач станка настроить шаг наплавки.

з) Настроить частоту вращения шпинделя с помощью резистора на пульте управления: $0,28 \text{ мин}^{-1}$.

и) Рукояткой реверса манипулятора задать необходимое направление вращения.

к) Переключатель режимов работы источника питания установить в положение «жёсткая характеристика». Включить автоматический выключатель на источнике питания.

л) Наплавку производить на постоянном токе обратной полярности.

1.9.3 Технологический процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы

1 Барабан транспортирующей матрицы на участок наплавки должна поставаться в контейнере, уложенная на деревянные подкладки, предотвращающих повреждение, попадание влаги и загрязнений на наплавляемую поверхность.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2 Наплавка барабана транспортирующей матрицы осуществляется на наплавочной установке У-653 под флюсом АН-348А ГОСТ 9087-59, наплавочной проволокой Нп-30ХГСА диаметром 3мм по ГОСТ10534-82. Используемые для наплавки сварочные материалы (сварочная проволока, электроды, флюс) должны иметь документы качества, подтверждающие их годность НТД на данный материал. Поверхность проволоки не должна иметь технологической смазки, ржавчины и других загрязнений. При обнаружении ржавчины на поверхности проволоки данную бухту очистить механическим путем, при наличии технологической смазки прокалить при температуре 200 °С в течение одного часа. Ряды проволоки не должны быть перепутаны, а сама проволока – не иметь резких перегибов и надломов. Флюс перед наплавкой прокалить при температуре 450 °С в течение одного часа.

3 Установить режим наплавки:

общий сварочный ток, А	350 - 360;
напряжение на дуге, В	34 - 36;
скорость наплавки, м/ч	19 - 20;
шаг наплавки, мм	5 - 6;
вылет электрода, мм	25 - 30;
смещение от зенита, мм	12 – 15;

4 Установить барабан транспортирующей матрицы с помощью крана в патрон станка, закрепив её кулаками. Проверить отсутствие биения

5 Переключатель «спиральная – линейная наплавка» установить в положение для наплавки по спирали.

6 Перемещая наплавочный аппарат станка «вправо – влево», «вперёд – назад», вывести ось электрода в начальную точку наплавки и установить смещение электрода с зенита 14 мм.

7 Нажатием кнопок «Электрод вниз – вверх» установить вылет электрода 30 мм.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

8 Нажатием кнопок «аппарат вверх – вниз» закоротить электрод на изделие. Открыть задвижку подачи флюса и нажатием кнопки «Пуск сварка» начать процесс наплавки.

9 После возбуждения дуги включить вращение шпинделя станка.

10 После поворота шпинделя на 3/4 оборота начать удаление шлаковой корки с начального участка наплавленного валика.

11 В процессе наплавки наплавщик обязан вести непрерывный контроль:

- за формированием наплавленного валика и не допускать появления дефектов наплавки (пор, трещин и др.);

- за стабильностью параметров режима наплавки;

При выявлении, каких – либо отклонений, например, удаление шлаковой корки становится затруднительным либо ухудшается формирование наплавляемого валика, прекратить процесс наплавки нажатием кнопки «Стоп сварка» и остановить движение шпинделя станка и устранить выявленные отклонения.

Наплавочные работы производить в соответствии с ГОСТ 12.3.003- 86.

12 После наложения первого слоя прекратить наплавку нажатием кнопки «Стоп сварка», закрыть задвижку подачи флюса и поднять аппарат вверх.

13 Проворачивая шпиндель станка, с помощью зубила и стальной щётки тщательно удалить шлаковую корку со всей поверхности наплавленного слоя.

14 Для наплавки второго слоя и последующих слоев выполнить операции 6-13.

15 После наложения каждого слоя произвести контрольный осмотр и обмер наплавленного барабана транспортирующей матрицы. Наплавленные поверхности не должны иметь грубых неровностей (превышение выступов над впадинами не более 1 мм), трещин, пор, шлаковых включений, натёков металла. При обнаружении трещины проточить дефектный участок на глубину 6 мм до появления сливной стружки, после этот обработанный участок наплавить повторно. При обнаружении пор выполнить за сверловку пор и заварить при помощи ручной дуго-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

вой сварки. Наплавленные слой барабана транспортирующей матрицы в диаметре должны иметь размеры на 3 – 5 мм больше номинального.

1.6 Поместить наплавленный барабан транспортирующей матрицы в короб с сухим песком или флюсом для замедленного охлаждения.

1.9.4 Контроль качества наплавки барабана транспортирующей матрицы

1 Требуемое качество наплавленного металла обеспечивается строгим соблюдением требований технологии и надлежащим обучением, и опытом работы оператора.

2 Перед началом работы необходимо проверить качество наплавочных материалов (проволоки и флюса) и соответствие их требованиям НТД на данный материал, комплектность и правильность настройки наплавочной установки.

3 В процессе наплавки контролировать соответствие параметров режима процесса заданным: сварочный ток, напряжение и скорость наплавки – по приборам на пульте управления; вылет и смещение электрода с зенита – визуально или неэлектропроводными щупами.

4 После охлаждения и зачистки наплавленного барабана транспортирующей матрицы произвести тщательный повторный контроль качества выполнения наплавки. Контроль производить внешним осмотром и обмерами. Контролировать размеры, дефектность и состояние поверхности наплавленных слоев, геометрические размеры и форму наплавленных барабанов транспортирующей матрицы.

1.9.5 Механическая обработка наплавленной поверхности

Данная операция выполняется на металлорежущем оборудовании

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

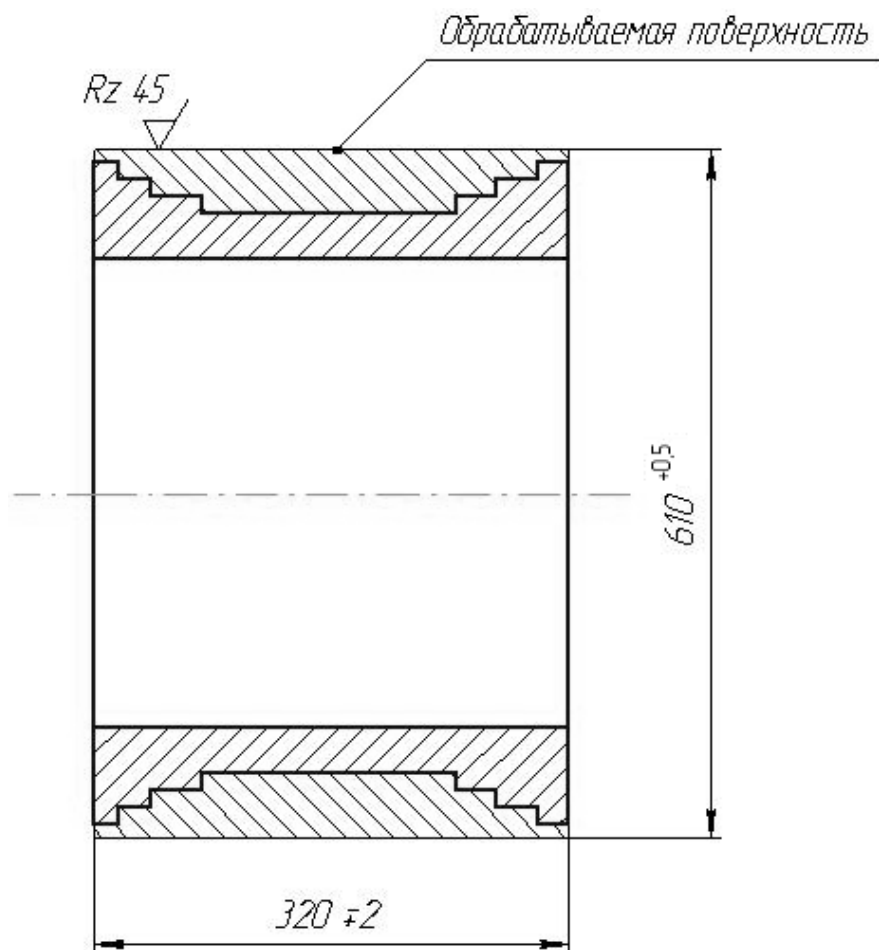


Рисунок 1.5 – Механическая обработка барабана транспортирующей матрицы

1.10 Установка для наплавки

Наплавка барабана транспортирующей матрицы производится на модернизированной наплавочной установке. Для повышения производительности наплавки был спроектирован мундштук на две проволоки, источник питания ВДУ 506 УЗ заменен на более мощный источник ВДУ 1202УЗ. На наплавочном аппарате А-1412 установлено крепление для размещения второй кассеты с проволокой.

1.10.1 Устройство и принцип действия установки

Установка предназначена для восстановления электродуговой наплавкой наружных и внутренних поверхностей деталей типа "тело вращения", а также лю-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

бых плоских поверхностей самозащитной порошковой проволокой с колебаниями электрода, проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа и под слоем флюса по спирали. К числу типовой номенклатуры относятся: валы, шкивы, крановые колеса, штамповый инструмент, катки, ролики, арматура, детали земснарядов и др.

Установка выполнена в виде поворотной консоли, установленной на раме. Консоль поворачивается относительно стойки на 360 градусов. По направляющим консоли перемещается модернизированный для наплавки сварочный автомат А - 1412. На раме установлен манипулятор. Для наплавки валов установка комплектуется подвижной задней бабкой и поддерживающими роликами. Для наплавки внутренних поверхностей деталей предусмотрен комплект удлинителей.

[5]

1.10.2 Технические данные наплавочной установки

Наплавляемые детали:

диаметр наплавляемой детали, мм	от 50 до 800
длина не более, мм	1300
масса не более, кг	250

Диаметр применяемой проволоки, мм:

под флюсом	от 2 до 5
порошковая	от 2 до 3,6
в защитном газе	от 1,2 до 2

Число оборотов шпинделя

(регулировка плавно-ступеньчатая), мин ⁻¹ .	от 0,01 до 10,4
--	-----------------

Угол поворота шпинделя манипулятора от горизонтальной оси, градусов

360

Давление воздуха в цеховой сети для флюсоаппарата

не менее, МПа

0.5

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

Габаритные размеры станка, мм

Длина	2720
Ширина	1300
Высота	3010

Габаритные размеры шкафа управления, мм

Длина	650
Ширина	450
Высота	1650

Масса станка (без сварочного выпрямителя и шкафа управления), кг	1180
Масса шкафа управления, кг	160
Наплавочный аппарат А - 1412	
Номинальный ток на одну проволоку, А	500
скорость подачи электродной проволоки (регулировка плавная), м/час	от 16 до 553
регулировка электрода: поперечная (смещение с зенита), мм	±70
наклонная, град.	±30

Перемещение наплавочного автомата:

горизонтальное, мм	1300
вертикальное, мм	500

Скорость перемещения наплавочного аппарата:

Рабочая (регулировка плавно-ступенчатая), м/ч	от 0,5 до 150
маршевая, м/мин.	2
вертикальная, м/мин.	0,5

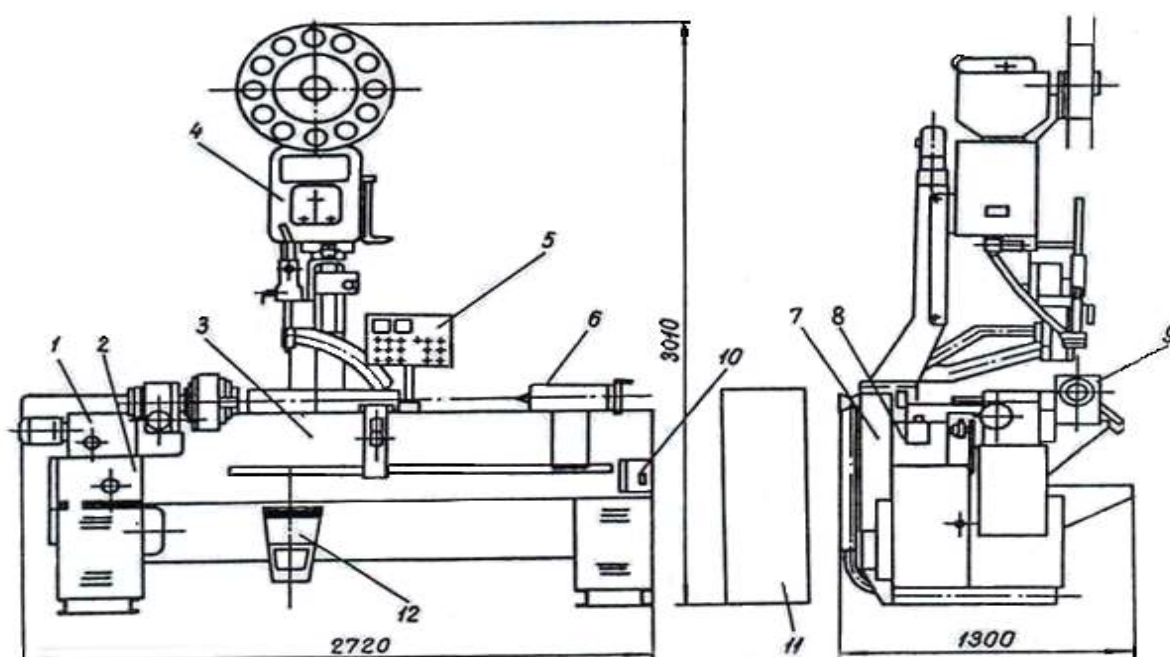
Выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-1202УЗ

Технические характеристики

Номинальное напряжение питающей сети, В	380
---	-----

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Номинальная частота сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	1250
Номинальное рабочее напряжение, В	56
Номинальная первичная мощность, кВА	120
Относительная продолжительность нагрузки ПН, %	100
Пределы регулирования тока, А	250-1250
Пределы регулирования напряжения, В	24-56
Напряжение холостого хода, В	85
Масса, кг	500
Габаритные размеры, мм	
Длина	790
Ширина	740
Высота	1410



1 – манипулятор; 2 – коробка скоростей; 3 – станина; 4 – наплавочный аппарат А-1406;
5 – пульт управления; 6 – задняя бабка; 7 – каретка; 8 – коробка подачи; 9 – шпиндель манипу-
лятора; 10 – выключатель; 11 – источник питания ВДУ 1202У3; 12 – флюсосборник

Рисунок 1.8 – Наплавочная установка

Станок состоит из станины 3, коробки скоростей 2, манипулятора 1, флюсо-сборника 12, пульта управления 5, задней бабки 6, коробки подачи 8 и каретки 7.

Станина представляет собой прямоугольник, обшитый листами и установленный на стойках. На станине устанавливается коробка скоростей 2, передающие вращение манипулятору 1 и коробке подач 8. Манипулятор имеет консольно вынесенный шпиндель 9, который имеет с двух сторон посадочные фланцы для крепления необходимых приспособлений и может занимать любое положение в вертикальной плоскости.

На задней стороне станины укрепляется верхняя и нижняя направляющие по которым на роликах перемещается каретка 7. К каретке сверху укрепляется наплавочный аппарат 4, а снизу флюсосборник 12. на каретке также устанавливается пульт управления 5 станком.

Каретка имеет рабочую и маршевую скорости перемещения. Первая достигается при помощи ходового винта, который приводится во вращения от коробки скоростей через коробку подач, а вторая от привода маршевого перемещения, установленного в каретке.

Верхние ролики сидят жестко, а нижние имеют устройство, которое прижимает их к направляющим. С обратной стороны станины устанавливаются два ограничителя на которые наезжают соответствующие конечные выключатели, устанавливаемые на каретке.

Флюсосборник находится все время под зоной наплавки и перемещается вместе с автоматом. Неиспользованный флюс осыпается с детали в приемный бункер флюсосборника и отсасывается обратно флюсоаппаратом для повторного использования.

Пульт управления выполнен подвесным и шарнирно крепится на поворотной консольной штанге, что обеспечивает его установку в удобное для оператора положение. На пульте установлены амперметр (РА) и вольтметр (РV1) для контроля режимов наплавки, а также вольтметр (РV 2) со шкалой, переградуированной для указания чисел оборотов шпинделя.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.10.3 Работа электрической схемы

Оборудование установки включает в себя:

- 1) выпрямитель сварочный ВДУ-1202У3
- 2) электродвигатель типа СЛ или КПК-КПА для подачи электрода 0,25 кВт; 500 об/мин – М1
- 3) электродвигатель механизма подъема автоматом 4АА56В4 У3 0.18 кВт; 36 В 1365 мин⁻¹ – М2
- 4) электродвигатель вращения детали и перемещения каретки – 2ПН-100 МУЧ-220В; 0.4 кВт 1000 мин⁻¹ – М3
- 5) электродвигатель маршевого перемещения каретки 4АА56В4, У3, 0.18 кВт, 36В 1365 мин⁻¹ – М4
- 6) электродвигатель поворота манипулятора 4ААМ63ВЧУ3, 0.4 кВт; 1365 мин⁻¹ – М5
- 7) конечные выключатели, позиционные обозначения и назначения.

Перед началом наплавки необходимо:

- включить автоматический выключатель QF1 на шкафе управления;
- включить автоматический выключатель QF2 на сварочном выпрямителе;
- переключателем SA10 выбрать направление перемещения аппарата “влево” и “вправо”;
- закоротить электрод на изделие;

Схема считается подготовленной к работе, если включилась сигнальная лампа HL1 на пульте управления.

При нажатии кнопки SA3 “Пуск” срабатывает реле КТ1 и магнитный пускатель КМ2, который своими контактами включает пускатель рабочей скорости каретки КМ10, (КМ11).

С выдержкой времени реле КТ1 замыкает свой замыкающий контакт (48 – 49), включая реле КТ2, который включает магнитный пускатель КМ5.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Своими контактами (2 – 3) магнитный пускатель КМ5 включает катушку магнитного пускателя, встроенного в источник сварочного тока и подает напряжение. Реле КТ2 включает цепь автоматического управления двигателем подачи электрода М1. Так как электрод закорочен на изделие, напряжение между электродом и изделием меньше напряжения срабатывания реле КV и это реле отключено, через его размыкающий контакт (51 – 54) включается реле КМ6, которое включает двигатель М1 на подъем электрода.

При отрыве электрода от изделия зажигается дуга, напряжение возрастает и реле КV срабатывает, его контакты отключают магнитный пускатель КМ6 и включают КМ7.

Замыкающий контакт магнитного пускателя КМ10 или КМ11 (в зависимости от выбранного переключателем SA10 направления перемещения аппарата). Магнитный пускатель КМ10 или КМ11 своими замыкающими контактами включает двигатель рабочего перемещения каретки М3. Переключателем SA14 включаем одну из выбранных электромагнитных муфт YC 3, YC4.

Поворот манипулятора осуществляется переключателем SA15, который включает один из пускателей КМ14 (КМ15), управляющих включением двигателя М5.

Для прекращения наплавки нажать кнопку “Стоп”. При этом теряют питания реле КТ1, КТ2 и магнитный пускатель КМ2. Магнитный пускатель КМ2 отключает цепь управления электродвигателя М3, прекращается рабочее передвижение каретки, отключается электромагнитная муфта YC2. Реле КТ2 отключает цепь управления электродвигателем М1, прекращается подача электрода. В течение 2 секунд реле КТ2 размыкает свой размыкающий контакт (35 – 50) в цепи магнитного пускателя КМ5, а КМ5 размыкает свой размыкающие контакты (2 – 3) отключая сварочное напряжение. При прекращении работ выключить автоматические выключатели QF1 и QF2.

2 Технико-экономическое обоснование проекта

2.1 Технологические сведения изготовления и восстановления барабана транспортирующей матрицы

В процессе эксплуатации инструмент изнашивается и его заменяют на новый. Учитывая годовой расход барабанов транспортирующей матрицы – 60 шт/год, а стоимость (стоимость, по которой предприятие покупает барабан транспортирующей матрицы с учетом транспортных и общезаводских расходов) каждой составляет: 15000 руб/шт. Предприятие несёт убытки в размере 900000 рублей. Приведённое значение затрат – условное и не несёт прямых убытков предприятию, а входит в производственную себестоимость конечной продукции. Но в условиях рыночной экономики, где подразумевают отсутствие монополии, повышение себестоимости и цены выпускаемой продукции – нерационально и в итоге влечёт к уменьшению спроса, что для развития предприятия не выгодно.

Таким образом была поставлена задача о возможности восстановления барабана транспортирующей матрицы наплавкой.

В ходе решения данной задачи была разработана технология и спроектирована установка для механизированной дуговой наплавки барабана транспортирующей матрицы под флюсом.

Технико-экономические сведения процесса наплавки одного барабана транспортирующей матрицы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технико-экономические сведения

Наименование	барабан транспортирующей матрицы
Проволока наплавочная Нп 30 ХГСА, кг	110
Флюс АН-348А, кг	120
Основное время наплавки, ч	9,5
Штучно-калькуляционное время наплавки, ч	20

2.2 Затраты на годовую программу восстановления барабан транспортирующей матрицы

Расчет затрат на сварочные материалы

а) Затраты на наплавочную проволоку, руб: [11]

$$З_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot G_{\text{пр}} \quad (2.1)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость одного килограмма проволоки, руб/кг;

$G_{\text{пр}}$ – расход проволоки, кг.

$$З_{\text{пр}} = 35 \cdot 110 = 3850 \text{ руб.}$$

б) Затраты на флюс, руб:

$$З_{\text{ф}} = m \cdot C_{\text{ф}}, \quad (2.2)$$

где m – масса флюса, кг;

$C_{\text{ф}}$ – стоимость одного килограмма флюса, руб/кг; [11]

$$З_{\text{ф}} = 120 \cdot 13 = 1573 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на наплавочные материалы, расходуемые на одну шпунлю, руб:

$$З = З_{\text{пр}} + З_{\text{ф}} \quad (2.3)$$

$$З = 3850 + 1573 = 5423 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

г) Затраты на вспомогательные материалы, руб:

$$З_{св}=З \cdot K_{тр}, \quad (2.4)$$

$$З_{св}=0,02 \cdot 5423=108 \text{ руб.}$$

Затраты на технологическую электроэнергию, руб, вычисляют по формуле:

$$З_{эп} = 0,001 * Ц_{э} * K_w * \sum_i \frac{I_{св} * U * t_o}{\eta} + W_{хх} * (t_{шт-к} - t_o) \quad (2.5)$$

где $Ц_{эн}$ – тариф на электроэнергию, руб/кВт;

K_n – коэффициент потерь в электрической сети;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

U_d – напряжение дуги, В;

t_o – основное время наплавки, ч;

η – КПД источника питания;

W_x – мощность холостого хода источника питания, кВт; $W_x = 0,1 \cdot W_{ном}$;

$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время операции наплавки, ч;

$$C_T = 1,5 \cdot 1,05 (800 \cdot 37 \cdot 9,5 / 1000 \cdot 0,8 + 12(20 - 9,5)) = 572 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию основного и вспомогательного оборудования

$$C_{эл} = N_{дв} \cdot k_t \cdot k_N \cdot C \cdot t_{шк}, \quad (2.6)$$

где $N_{дв}$ – суммарная мощность электродвигателей, и осветительных приборов, кВт;

k_t – средний коэффициент загрузки по времени;

k_N – средний коэффициент загрузки по мощности;

C – стоимость электроэнергии, руб/кВт·ч;

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$t_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляционное время операции наплавки, ч.

$$C_{\text{эл}} = 25 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 20 = 360 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы

$$C_{\text{з/п}} = K_{\text{по}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} \cdot Ч_{\text{р}} \cdot C_{\text{зи}} \cdot T_{\text{шт.к}}, \text{ руб.} \quad (2.7)$$

где $C_{\text{зи}}$ – часовая тарифная ставка рабочих

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент планового перевыполнения нормы;

$K_{\text{пр}}$ - коэффициент, учитывающий премирование;

коэффициент, учитывающий дополнительные расходы:

$K_{\text{д}}$ - на заработную плату;

$K_{\text{п.о}}$ - поясной коэффициент;

$K_{\text{с.с}}$ - коэффициент, учитывающий расходы на социальное страхование;

$Ч$ - численность рабочих;

$$C_{\text{з/п осн.}} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 20 = 1944 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{з/п всп.}} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 20 = 1458 \text{ руб.}$$

Всего на заработную плату в проектируемом варианте:

$$C_{\text{з/п}}^{\text{пр}} = 3402 \text{ руб}$$

Цеховые расходы, включая амортизационные отчисления вычисляются по формуле:

$$C_{\text{а}} = C_{\text{в}} + 0,01 \cdot (B_{\text{б}} + B_{\text{в}}) \cdot a \cdot t / F \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}}, \quad (2.8)$$

где $C_{\text{в}}$ – цеховые расходы, руб;

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

B_6 – балансовая стоимость имеющегося оборудования на предприятии, руб;

B_v – балансовая стоимость внедрённого оборудования, руб;

a – нормативный коэффициент амортизационных отчислений;

t – штучно-калькуляционное время, ч;

F – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

$$C_a = 20000 + 0,01 \cdot 275000 \cdot 3,4 \cdot 20 / 4000 \cdot 0,7 \cdot 0,85 = 100 \text{руб.}$$

Затраты на механическую обработку, руб:

$$C_m = S_n \cdot T, \quad (2.9)$$

где S_n – Средняя стоимость механической обработки, руб;

T – Количество операций (перед наплавкой, после наплавки).

$$C_m = 200 \cdot 2 = 400 \text{руб.}$$

Результаты расчётов материальных затрат на восстановление годовой потребности барабана транспортирующей матрицы сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Материальные затраты на восстановление одного барабана транспортирующей матрицы

Материальные затраты на восстановление одного барабана транспортирующей матрицы	Сумма, руб/год
Наплавочные материалы	5423
Вспомогательные материалы	108
Технологическая электроэнергия	572
Электроэнергия, потребляемая основным, вспомогательным оборудованием и освещение	360
Заработная плата производственных рабочих	3402
Цеховые расходы, включая амортизационные отчисления	100
Механическая обработка	400
Итого – производственные затраты	10365

2.3 Инвестиционные затраты на внедрение проектируемого варианта

В состав инвестиционных затрат включаются все необходимые затраты капитального и единовременного характера:

а) Затраты на приобретение нового оборудования, транспортных средств, ценного инструмента и приспособлений, руб [11]:

Наплавочная установка	210000;
Выпрямитель сварочный ВДУ 1202УЗ	60000;
Инструмент и приспособления	5000;
ИТОГО	275000;

2.4 Расчет экономической эффективности проекта

Условную годовую эффективность S_9 , руб, вычисляют по формуле:

$$S_9 = (S_6 - S_{пр}) \cdot n, \text{руб.} \quad (2.10)$$

где S_6 и $S_{пр}$ – базовые и проектные затраты на годовую потребность барабана транспортирующей матрицы.

n – количество восстанавливаемых барабанов транспортирующей матрицы.

$$S_9 = (15000 - 10365) \cdot 60 = 278100 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости проектного варианта (T) показывает за какой промежуток времени окупятся первоначальные инвестиционные затраты и рассчитывают по формуле:

$$T = I / S_9, \text{год} \quad (2.11)$$

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

где I – инвестиционные вложения в проект, руб;

S_0 - условная годовая эффективность, руб.

$T=275000/278100=0,98$ года.

2.4.3 Прибыль в текущем году Π_1 , руб:

$$\Pi_1=(1-T)S_0 \cdot 0,75, \text{ руб.} \quad (2.12)$$

$$\Pi_1=(1-0,98) \cdot 275000 \cdot 0,75=4125 \text{ руб.}$$

Прибыль в следующем году определяют, как величину экономии на себестоимости, спроектированная на налоговые выплаты и плату за кредит, если проектный вариант осуществляется за счет заемных средств:

$$\Pi_2=0,75 S_0 k, \quad (2.13)$$

где k – коэффициент дисконтирования;

$$k=1/(e+1)^{t-1}=1/(0,3+1)^{2-1}=0,77.$$

где e – банковская годовая ставка.

$$\Pi_2=0,75 \cdot 0,77 \cdot 278100 = 160600 \text{ руб.}$$

Итоговые расчетные технико-экономические показатели приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели	
1 Годовой объём восстанавливаемых барабанов транспортирующих матриц, шт	60
2 Затраты на новые барабаны транспортирующей матрицы, руб	900000
3 Затраты на восстановительный процесс барабана транспортирующей матрицы, руб	621900
4 Инвестиционные вложения, руб	275000
5 Условная годовая эффективность проекта, руб	278100
6 Срок окупаемости проекта, год	0,98
7. Прибыль в текущем проектном году, руб	4125
8. Прибыль в следующем проектном году, руб	160600

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Вывод

Предлагаемая технология восстановления барабана транспортирующей матрицы по качеству сравнима с новыми изделиями. С экономической позиции внедрение в производственный процесс технологии наплавки предприятие обеспечит двух рабочих рабочими местами, приобретёт сварочное оборудование, применение которого позволит расширить производство и, наряду с этим, получит прибыль в этом же году ≈ 10 тысяч рублей, а следующем году прибыль составит не менее 165000 рублей.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология наплавки барабана транспортирующей матрицы. В процессе разработки предложена технология автоматической наплавки под флюсом. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложено оборудование. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3, в связи с этим целесообразно разработать программу подготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы подготовки необходимо изучить и проанализировать такой нормативный документ как Профессиональный стандарт. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

- работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;
- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.1 Анализ Профессионального стандарта

В данном случае рассмотрим профессиональный стандарт:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

В таблице 3.1 приведена выписка из Профессионального стандарта, характеризующая трудовые функции рабочих профессии: «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3.1 – Функциональная характеристика рабочей профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 уровень

Характеристика	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2
Трудовые действия	Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации. Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке. Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования. Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением. Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля. Контроль исправления дефектов сварных соединений.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

Окончание таблицы 3.1

1	2
Необходимые умения	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.
Необходимые знания	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании функциональной карты возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плав-

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

лением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для подготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при подготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при подготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из анализа профессионального стандарта и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 3.2. Срок обучения - 1 месяц.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 3.2 – Учебный план

№	Разделы, темы	Количество часов
1	Вводное занятие	2
2	Безопасность труда, производственная санитария и правила пожарной безопасности	4
3	Об оборудовании и источники питания для полуавтоматической и автоматической сварки	12
4	Электротехника с основами промышленной электроники и электрооборудование	2
5	Техническое черчение	2
6	Допуски и технические измерения	2
7	Сведения из технической механики, гидравлические и пневматические устройства	2
8	Стандартизация, унификация и управление качеством продукции	2
9	Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций.	12
	Квалификационный экзамен	8
	Практическое обучение	108
1	Вводное занятие	8
2	Подготовка металла к сварке	16
3	Упражнения в пользовании источниками питания	8
4	Упражнения в работе на сварочных автоматах	36
5	Подготовка изделий под автоматическую наплавку	16
6	Самостоятельное выполнение наплавочных работ	16
7	Квалификационная (пробная) работа	8
	На рабочих местах	108
	ВСЕГО	148

Главной задачей, решаемой в рамках обучения сварщиков, является получение обучающимися знаний наплавления дефектов деталей машин, механизмов и конструкций, наплавление сложных узлов, деталей и инструментов, а также умение чтения чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Обучение по программе заканчивается итоговой аттестацией на квалификационный разряд - обучаемые выполняют письменную экзаменационную работу и пробные практические работы по наплавке сложных узлов, деталей и инструментов.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

3.3 Разработка урока теоретического обучения

Рассмотрим тему: Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций, наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Эта тема может быть разделена 6 уроков по два часа. При перспективно-тематическом планировании тему можно разделить на следующие шесть подтем уроков (по два часа каждый урок):

Урок 1: Тема: Технология производства наплавочных работ. 2 часа.

Урок 2: Тема: Техника безопасности при наплавке. 2 часа.

Урок 3: Тема: Технология наплавки деталей и инструментов электрической дугой. 2 часа.

Урок 4: Тема: Наплавка дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. 2 часа.

Урок 5: Тема: Наплавление узлов, деталей и инструментов. 2 часа.

Урок 6: Тема: Способы устранения раковин и трещин в деталях и узлах средней сложности. 2 часа.

Разработаем план и план-конспект урока по теме «Наплавка узлов, деталей и инструментов».

Тема урока: «Наплавка узлов, деталей и инструментов».

Образовательная: сформировать понятия об основных способах наплавки сложных узлов, деталей и инструментов.

Развивающая: развивать память, техническое мышление.

Воспитывающая: воспитывать у рабочих навыки профессиональной коммуникации; воспитывать ответственность за работоспособность используемого оборудования; воспитывать понимание необходимости экономии энергетических и материальных ресурсов предприятия.

Тип урока: урок получения новых знаний.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

словесные методы (рассказ, беседа, объяснение);
наглядные методы (демонстрация плакатов, таблиц).

Учебная литература:

Колганов, А.Л. Сварочные работы. Сварка, резка, пайка, наплавка: Учебное пособие / А.Л. Колганов. – М.: Издательство: Феникс 2003 – 408 с.

Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей машин/ Ф.И. Пантелеенко- М.: Машиностроение. 2003 – 672 с.

Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

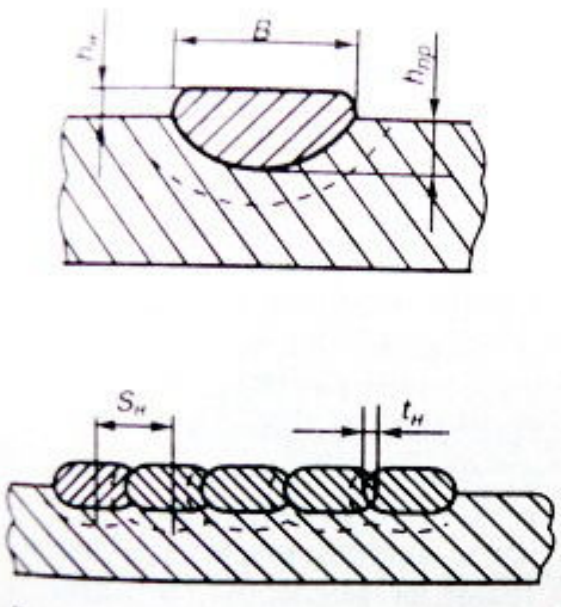
Таблица 3.4 – План–конспект урока по теме «Наплавка узлов, деталей и инструментов»

[illegible]

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
Сообщение нового материала (20 минут)	Наплавка предусматривает нанесение расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность с последующей его кристаллизацией для создания слоя с заданными свойствами и геометрическими параметрами. Наплавку применяют для восстановления изношенных деталей, а также при изготовлении новых деталей с целью получения поверхностных слоев, обладающих повышенными твердостью, износостойкостью, жаропрочностью, кислотостойкостью или другими свойствами. Она позволяет значительно увеличить срок службы деталей и намного сократить расход, дефицитных материалов при их изготовлении. При большинстве методов наплавки, так же как и при сварке, образуется подвижная сварочная ванна. В головной части ванны основной металл расплавляется и перемешивается с электродным металлом, а в хвостовой части происходят кристаллизация расплава и образование металла шва. Наплавлять можно слои металла как одинаковые по составу, структуре и свойствам с металлом детали, так и значительно отличающиеся от них. Наплавляемый металл выбирают с учетом эксплуатационных требований и свариваемости. Наплавка может производиться на плоские, цилиндрические, конические, сферические и другие формы поверхности в один или несколько слоев. Толщина слоя наплавки может изменяться в широких пределах - от долей миллиметра до сантиметров. При наплавке поверхностных слоев с заданными свойствами, как правило, химический состав наплавленного металла существенно отличается от химического состава основного металла. Поэтому при наплавке должен выполняться ряд технологических требований. В первую очередь таким требованием является минимальное разбавление наплавленного слоя основным металлом, расплавляемым при наложении валиков. Поэтому в процессе наплавки необходимо получение наплавленного слоя с минимальным проплавлением основного	Переход к сообщению нового материала. Познавательная деятельность обучаемости носит репродуктивный характер. Метод по источникам знаний – рассказ с применением элементов объяснения, рисунков на доске и наглядных пособий. Объясняю механизм формирования валика Рассказываю на какие поверхности можно осуществлять наплавку. Рассматриваю технические требования, выполняемые при наплавке.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	металла, так как в противном случае возрастает доля основного металла в формировании наплавленного слоя. Это приводит к ненужному разбавлению наплавленного металла расплавляемым основным. Далее при наплавке необходимо обеспечение минимальной зоны термического влияния и минимальных напряжений и деформации. Это требование обеспечивается за счет уменьшения глубины проплавления регулированием параметров режима, погонной энергии, увеличением вылета электрода, применением широкой электродной ленты и другими технологическими приемами. <u>Технология наплавки</u> различных поверхностей предусматривает ряд приемов нанесения наплавленного слоя: ниточными валиками с перекрытием один другого на 0,3-0,4 их ширины, широкими валиками, полученными за счет поперечных к направлению оси валика колебаний электрода, электродными лентами и др. Расположение валиков с учетом их взаимного перекрытия характеризуется шагом наплавки (рисунок 1).  Рисунок 1 - Схема наплавки слоёв	Характер изучения материала – ознакомительный. Главные моменты рассказа диктуются и объясняются более подробно. Диктую под запись определения, учащиеся записывают. Темп диктовки медленный, с повторением предложения по частям. На доске изображается материал, который необходимо записать в тетрадку. Также на доске записываются новые термины. Рисую на доске схему наплавки слоев. Рекомендую обучающимся зарисовать в тетрадь.

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
Заключительная часть (5 минут)	Шаг наплавки зависит от способа (в один, два прохода) наплавки, диаметра детали, диаметра электродной проволоки, скорости подачи проволоки. Величина шага наплавки колеблется в пределах от 3 до 12 мм / об. При выборе шага наплавки следует обеспечивать такое наложение валиков, при котором каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на $\frac{1}{3}$ его ширины. Для предварительных расчетов режимов наплавки можно принимать шаг наплавки равным (2 - 4) da - Скорость подачи проволоки зависит от диаметра детали, силы сварочного тока, диаметра электрода. Шаг наплавки 23 - 28 мм / об. Скорость подачи электрода не более 165 м / мин. Шаг наплавки следует выбирать так, чтобы валики перекрывались на $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ их ширины. При большом шаге наплавки поверхность получается неровной и соответственно возрастает трудоемкость последующей механической обработки детали. Шаг наплавки зависит от диаметра проволоки и обычно изменяется в пределах от 2,5 до 3,5 мм при диаметре проволоки 1 мм - 2 мм. Шаг наплавки принимается равным $\frac{2}{3}$ ширины наплавляемого валика. Смещение электрода с зенита в зависимости от диаметра наплавляемой детали составляет примерно 3 - 8 мм против направления движения. Шаг наплавки в зависимости от величины диаметра наплавляемой детали и силы тока наплавки принимают от 5 до 9 мм. Количество слоев наплавки определяется величиной износа в месте наплавки и припуском на механическую обработку. Величина последнего зависит от качества формирования валика. При тщательном выполнении наплавки и хорошем формировании валика этот припуск обычно равен 1,5 - 2 мм. Краткий повтор пройденного материала проводится в виде кратких вопросов, которые задаются обучающимся. Вопросы: - Дайте определение наплавки? - Дайте определение шага наплавки. -Расскажите технологию наплавки слоев.	Диктую под запись Объясняю с использованием рисунка на доске. Так как материал новый, то вопросы подразумевают ответы в размере нескольких слов. Если есть проблемы в понимании нужно коротко и ясно повторить данные моменты.
Выдача домашнего задания (5мин)	Выучить конспект урока Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей машин. М.: Машиностроение. 2003	Записываю Д.З. на доске

Вывод

Профессиональное развитие сварщика представляет собой процесс подготовки рабочего к выполнению новых производственных функций, решению новых задач. Предприятия создают специальные методы и системы управления профессиональным развитием - управления профессиональным обучением, развитием карьеры.

Развитие рабочих кадров является важнейшим условием успешного функционирования любого предприятия. Это особенно справедливо в современных условиях, когда ускорение научно-технического прогресса значительно убыстряет процесс устаревания профессиональных знаний и навыков.

Возрастающее значение профессионального обучения для предприятия и значительное расширение потребностей в нём в последние годы привели к тому, что предприятия взяли на себя обновление квалификации своих работников. Организация профессионального обучения стала одной из основных функций управления персоналом.

В настоящее время перед профессиональным обучением рабочих кадров встал целый ряд принципиально важных задач, обусловленных потребностями адаптации предприятий к рынку, проведением модернизации и перепрофилирования производств, реструктуризацией занятости и изменением требований к качеству рабочей силы.

Современное производство предъявляет высокие требования к рабочим кадрам и системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации в условиях рыночных отношений. В ходе научно-технического прогресса одни профессии отмирают, другие появляются, третьи модифицируются. Уплотняется трудовой ритм, меняются технические средства. Всё это порождает необходимость в новых формах подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте предложен и разработан процесс наплавки барабана транспортирующей матрицы под флюсом. Технологический процесс предполагает автоматическую дуговую наплавку под флюсом, используя две наплавочные проволоки, что впоследствии ускоряет работу и качество наплавленного слоя.

Подводя итог дипломному проекту, посвященному технологии восстановления рабочего элемента барабана транспортирующей матрицы мы пришли к следующим выводам:

-в целом предлагаемые мероприятия значительно решают вопрос экономии материальных ресурсов. Так как позволяют вторичное использование барабана транспортирующей матрицы.

-позволят значительно повысить эффективность деятельности предприятия.

Экономия на одной единице оснастки составит 4 635 рублей в год, при необходимом годовом расходе барабана транспортирующей матрицы 60 штук экономический эффект определяется в размере 278 100 рублей. Срок окупаемости проекта 10 месяцев.

С экономической позиции внедрение в производственный процесс технологии наплавки предприятие обеспечит двух рабочих рабочими местами, приобретёт сварочное оборудование, применение которого позволит расширить производство и, наряду с этим, получит прибыль в этом же году ≈ 10 тысяч рублей, а следующем году прибыль составит не менее 165000 рублей.

Отдельный раздел посвящен методической части дипломного проекта. В котором разработана программа курсов повышения квалификации сварщиков по профессии «Сварщик на полуавтоматических и автоматических машинах» непосредственно на производстве. Что с экономической точки зрения наиболее эффективный показатель системы переподготовки кадров внутри производства.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Фрумин, И.И.* Автоматическая электродуговая наплавка / И.И.Фрумин – Харьков: Metallurgizdat, 1961 – 422 с.
- 2 *Винокурова, В.А.* Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.
Т.1. – 504с.
Т.2.- 462с.
Т.3. – 567с.
- 3 *Зубченко, А. С.* Марочник сталей и сплавов / под ред. А.С. Зубченко, М.: Машиностроение, 2003. - 784с.
- 4 *Верховенко Л.В.* Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 5 *Чвертко, А.И.* Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 6 *Толстов, И.А.* Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев– М.: Metallurgiya, 1990 – 143 с.
- 7 *Крагельский, И.В.* Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962 – 382 с.
- 8 *Потапов, Н.Н.* Основы выбора флюсов при сварке сталей / Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979 – 168 с.
- 9 *Акулов А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
- 10 *Багрянский, К.В.* Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976 – 424 с.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

- 11 *Сварка в СССР* / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т.: - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.
- 12 *Меликов, В. В.* Многоэлектродная наплавка / В. В Меликов. - М.: Машиностроение, 1988 – 144 с.
- 13 *Справочное* пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 14 *Справочное* пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 15 *Скакун, В.А.* Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.
- 16 *Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т.1 Защитные газы и сварочные флюсы* / Б.П. Конищев [и др.]; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с., ил.
- 17 *Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли»* / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина. - Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос гос. проф.-пед. ун-т, 2008. - 38 с.
- 18 *Справочное* пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 19 *Технология* электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под редакцией Б.Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.
- 20 *Троицкий, В.А.* Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.П. Радько, В.Г. Демидко, В.А Троицкий. - Киев: Вища школа, 2003. -1144 с.
- 21 *Батышев, С.Я.* Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я.Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.

22 *Беспалько, В.П.* Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: 1995. – 336 с.

23 *Бордовская, Н.В.* Педагогика: учеб.для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. – 304с.

24 *Алексееенко, Н.А.* Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А. Алексееенко, И.Н. Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011.- 264 с.

25 *Волков, О.И.* Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.

26 *Журухин, Г.И.* Прикладная экономика: учебник / Г.И.Журухин [и др.]; Под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. - Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 364 с.

27 *ГОСТ 2246-70.* Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.

28 *Российская государственная библиотека* [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.

29 *Каталог государственных стандартов* [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана

30 *ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ.* Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1991. - 76 с.

					ДП 44.03.04.604 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63