

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 МСП
_____ Б.Н. Гузанов
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
РЕЗЕРВУАРА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ВАГОНА

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 549

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-404С

А.Р. Харбиуллин

Руководитель:
доц., к.т.н., доц.

Л.Т. Плаксина

Нормоконтролер:
к.т.н., доц

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание конструкции.....	6
1.1 Назначение изделия «Резервуар».....	6
1.2 Характеристика материала изделия.....	6
1.3 Выбор способа сварки.....	12
1.4 Описание сварочных материалов.....	19
1.6 Расчет режимов прихватки.....	22
1.7 Расчет параметров сварки соединения С5.....	24
1.8 Расчет параметров сварки соединения С4.....	27
1.9 Контроль качества шва.....	34
1.10 Технологическая карта.....	35
2 Экономический раздел.....	37
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	37
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем.....	37
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки.....	41
2.1.3 Расчет капитальных вложений.....	43
2.2 Рассчитываем балансовую стоимость оборудования.....	44
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции.....	45
2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия.....	54
2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	59
3 Методическая часть.....	66
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	67
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	71
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	72
3.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	80
Приложение А Лист задания на ВКР.....	82

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 насколько 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 автоматической сварки.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос сборки и сварки «Резервуара».

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию сварки сборки и сварки «Резервуара» и выбор оборудования для реализаций предлагаемой технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции «Резервуар».

Предметом разработки является процесс сборки и сварки «Резервуара».

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки «Резервуара» автоматической сваркой под слоем флюса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки «Резервуар»;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки под слоем флюса;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки «Резервуар»;

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки «Резервуара», включающий автоматическую сварку 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 сварки «Резервуар».

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.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1 Описание конструкции

1.1 Назначение изделия «Резервуар»

Изделие «Резервуар», применяемые на подвижном составе, предназначены для обеспечения запаса сжатого воздуха. Для запаса сжатого воздуха, необходимого для ускорения зарядки и отпуска тормозов в поезде. При эксплуатации изделие испытывает влияние давления на внутренние стенки поверхности. Изделие изготавливается из стали 12Х18Н10Т толщина стенки 5 мм.

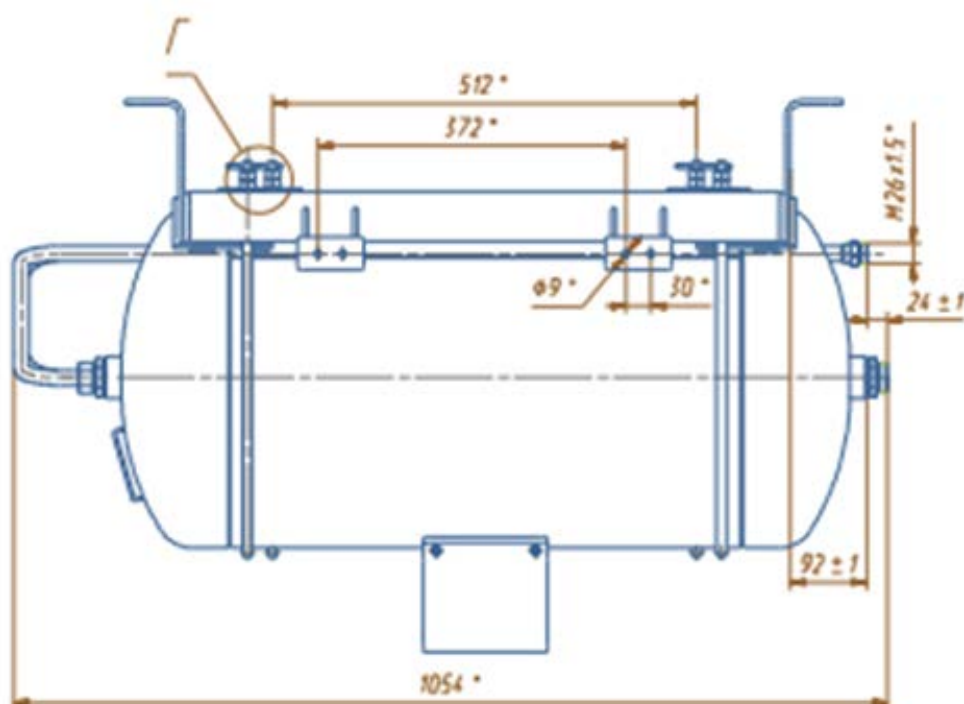


Рисунок 1.1-Чертеж изделия

1.2 Характеристика материала изделия

Нержавеющая сталь 10Х18Н10Т является долговечным и экологически безопасным материалом. Сертифицированный по российским и зарубежным стандартам металлопрокат всегда находит своего покупателя на рынке. Продукция как отечественных, так и импортных производителей представлена разными видами сплавов и обработки.

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

Характеристики и свойства стали 10X18H10T

Химический состав стали регламентируется ГОСТом 5632-72. Основным элементом сплава 10X18H10T является железо (Fe). Кроме того, в состав хромоникелевой стали входят химические элементы в следующем процентном соотношении: хром (Cr) от 17 до 19%, никель (Ni) от 9 до 11%, титан (Ti) около 0,8%, кремний (Si) не более 0,8%, сера (S) менее 0,02%, марганец (Mn) менее 2%, медь (Cu) до 0,03%, фосфор (P) 0,035% и углерод (C) менее 0,12%. Данную марку стали выплавляют в дуговых электропечах.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 10X18H10T

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti
0,12	2,0	0,80	0,035	0,02	17-19	9-11	0,03	0,4-0,8

В зависимости от вида стальная продукция должна соответствовать следующим нормам:

- калиброванный пруток – ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ 7417-75.
- Серебрянка и шлифованный пруток – ГОСТ 18907-73, ГОСТ 14955-77.
- Сортовой прокат, в том числе фасонный – ГОСТ 2879-69, ГОСТ 2590-71, ГОСТ 5949-75.
- Лист тонкий – ГОСТ 5582-75.
- Лист толстый – ГОСТ 7350-77.
- Лента – ГОСТ 4986-79.
- Трубы – ГОСТ 14162-79, ГОСТ 9940-81, ГОСТ 9941-81.
- Кованые заготовки и поковки – ГОСТ 25054-81, ГОСТ 1133-71.
- Проволока – ГОСТ 18143-72.

Рассмотрим более тщательно **влияние легирующих компонентов** на характеристики нержавеющей стали. Ее основными легирующими элементами являются Cr (хром) и Ni (никель).

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7

Высокое содержание хрома в марке 10X18H10T (от 17 до 19%) обеспечивает способность металла к пассивации и обуславливает сильные антикоррозийные характеристики стали.

Добавление никеля (от 9 до 11%) переводит сталь в класс аустенитов. Это свойство имеет исключительное значение, позволяя сочетать технологичность нержавеющей стали с расширенным комплексом эксплуатационных характеристик. Такие стали хорошо прокатываются в холодном и горячем состоянии, обладают высокой, по сравнению с ферритными сталями, коррозионной устойчивостью в агрессивных средах, в том числе серной кислоте.

Содержание никеля и хрома в сплаве оказывает специфическое влияние на стабильность аустенита при охлаждении температуры обработки (1050–1100 °С) на твердый раствор. Для того чтобы сталь имела полностью аустенитную структуру при температуре, превышающей 900 °С, достаточно присутствия 0,1% углерода (С). Это обусловлено сильным аустенитообразующим воздействием данного химического элемента.

Помимо воздействия основных легирующих элементов следует учитывать наличие в сплаве титана, алюминия и кремния, которые добавляют ему ферритные свойства.

Добавление в состав сильного карбидообразующего элемента – *титана* – (Ti) позволяет устранить склонность стали к межкристаллитной коррозии. Вступая в реакцию с углеродом (С), он образует тугоплавкий карбид TiC, исключая уменьшение концентрации в сплаве хрома (Cr) путем образования его карбидов.

Кремний (Si), содержание которого в 10X18H10T не более 0,8%, повышает плотность стали и дегазирует его. Добавление данного элемента увеличивает прочность материала и предел текучести, однако немного снижает пластичность, что затрудняет холодную прокатку.

Введением марганца (Mn) вызывается замедление скорости роста зерна, что способствует получению мелкозернистой стали.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

Предельное содержание фосфора (Р) в стали марки 10X18H10T не может превышать 0,035%. Этот показатель имеет критичное значение, так как данный вид стали используется в криогенной технике, а фосфор отрицательно влияет на механические свойства сплава. Возникает сильная первичная ликвация при кристаллизации, при низких температурах снижаются пластические характеристики металла.

Основными преимуществами стали марки 10X18H10T являются высокая ударная вязкость и пластичность. К недостатку можно отнести относительно низкую устойчивость к коррозии в средах, содержащих ионы хлора, а также серную и соляную кислоты.

Сферы применения хромоникелевой нержавеющей стали

Хром-никелевая нержавеющая сталь 10X18H10T занимает лидирующие позиции на рынке современного металлопроката. Благодаря своим уникальным качественным характеристикам сталь данной марки может использоваться в различных сферах производства и промышленности. Материал получил широкое применение в:

- пищевой промышленности – алкогольной, мясной, молочной;
- нефтяной промышленности;
- топливно-энергетическом секторе;
- химической промышленности;
- машиностроении.

В химической промышленности марку стали 10X18H10T используют для изготовления емкостей, предназначенных для работы под высоким давлением, а также в устройствах для выработки жидкого кислорода. Коррозионностойкая сталь применяется для производства сварной аппаратуры и конструкций, эксплуатация которых подразумевает контакт с окислительными средами, органическими растворителями, неорганическими кислотами умеренной концентрации. Из этого материала производят трубы, транспортирующие растворы агрессивных

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

жидкостей, таких как фосфорная, азотная, уксусная кислота, а также их оснований и солей.

Хром-никелевая нержавеющая сталь широко используется в криогенной технике (при температуре до -269°C), а также для реакционного, теплообменного и емкостного оборудования, в том числе для трубопроводов высокого давления и паронагревателей с предусмотренной эксплуатационной температурой до $+600^{\circ}\text{C}$. Из стали данной марки изготавливают детали для коллекторов выхлопных систем, печной аппаратуры и муфелей. Кроме того, она используется для производства нержавеющей листа, кругов, проволоки (в том числе и для сварочных работ), труб. Из стальных нитей изготавливают сетки, пружины, тросы и канаты.

Благодаря исключительному сочетанию прочностных характеристик и свойств нержавеющей стали этой марки, она успешно применяется практически во всех отраслях промышленности. Изделия из нее характеризуются длительным сроком службы.

Определение структуры стали осуществляется по диаграмме Шеффлера (рисунок 1). Для этого первоначально для стали рассчитываются эквивалентные значения хрома и никеля:

$$\text{ЭквCr} = \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 2 \cdot \% \text{Ti} + 2 \cdot \% \text{Al} + \% \text{Nb} + 1,5 \cdot \% \text{Si} + \% \text{V} \quad (1.1)$$

$$\text{ЭквCr} = 19 + 2 \cdot 0,8 + 1,5 \cdot 0,8 = 21,8\%$$

$$\text{ЭквNi} = \% \text{Ni} + 30 \cdot \% \text{C} + 30 \cdot \% \text{N} + 0,5 \cdot \% \text{Mn} \quad (1.2)$$

$$\text{ЭквNi} = 11 + 30 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 2,0 = 15,6\%$$

По значениям ЭквCr и ЭквNi на диаграмме Шеффлера наносится точка, соответствующая аустенитной структуре стали – т.1 (рисунок 1.2).

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

Если $HCS > 2$, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам.

Расчёт HCS для стали 10X18H10T:

$$HCS = \frac{0,12(0,02 + 0,035 + \frac{0,8}{25} + \frac{11}{100})1000}{3 \cdot 2 + 19 + 0 + 0} = 0,95$$

$HCS \leq 2$, сталь не склонна к образованию горячих трещин.

1.3 Выбор способа сварки

Для прихватки используем ручную дуговую сварку.

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл как показано на рисунок 1.3. Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну. В сварочной ванне электродный металл смешивается с расплавленным металлом изделия (основным металлом), а расплавленный шлак всплывает на поверхность.



Рисунок 1.3- Схема ручной электродуговой сварки

Длина дуги зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. Нормальная длина дуги считается в пределах $l_d = (0,5 — 1,1) d_{эл}$ ($d_{эл}$ — диаметр электрода). Увеличение длины дуги снижает качество наплавленного металла шва ввиду его интенсивного окисления и азотирования, увеличивает потери металла на угар и разбрызгивание, уменьшает глубину проплавления основного металла. Также ухудшается внешний вид шва.

Для возбуждения дугового разряда при сварке для получения начальной ионизации обычно сводят два электрода до соприкосновения (электрод и деталь), а затем быстро их разводят. При достаточно большом токе при соприкосновении электродов в промежутке между концами электродов выделяется большое количество тепла. Ток между электродами проходит через мелкие неровности на торцах и разогревает их до расплавления. При быстром разведении электродов расплавленные мостики растягиваются и сужаются, вследствие чего плотность тока доходит в них в момент разрыва до такой величины, что обращает их в пар. При высокой температуре паров металла ионизация промежутка получается настолько значительной, что при сравнительно небольшой разности потенциалов между концами электродов возникает дуговой разряд. Разряд поддерживается далее как устойчивая стационарная дуга в том случае, если сохраняются факторы, поддерживающие ионизацию дугового промежутка.

Достоинства РДС

- + Сварка деталей небольшой длины
- + Ручное управление сварочной ванной

Недостатки

- Большие требования к опыту оператора
- Низкая производительность

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

Сущность процесса сварки под флюсом

При этом способе сварки электрическая дуга горит между концом электродной (сварочной) проволоки и свариваемым металлом под слоем гранулированного флюса. Ролики специального механизма подают электродную проволоку в дугу. Сварочный ток, переменный или постоянный прямой или обратной полярности от источника подводится скользящим контактом к электродной проволоке и постоянным контактом — к изделию. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, образованном в результате плавления флюса и металла и заполненном парами металла, флюса и газами. По мере удаления дуги расплавленный флюс при остывании образует шлаковую корку, которая легко отделяется от поверхности шва. Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40—80 и шириной 40—100 мм (чем больше толщина свариваемого металла и ширина шва, тем больше толщина и ширина слоя флюса). Масса флюса, идущего на шлаковую корку, обычно равна массе расплавленной сварочной проволоки. Не расплавившаяся часть флюса собирается специальным пневмоотсосом в бункер и повторно используется.

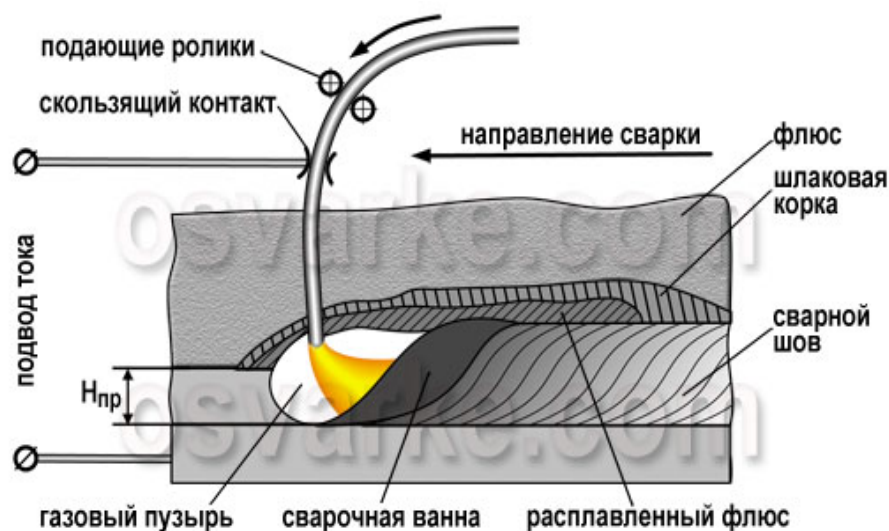


Рисунок 1.4-Сварка под флюсом

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.549 ПЗ				

Расплавленные электродный и основной металлы в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов. В промышленности преимущественное применение находит способ сварки проволочными электродами (сварочной проволокой). Производительность по сравнению с ручной сваркой увеличивается в 5—12 раз. При сварке под флюсом ток по электродной проволоке проходит только в ее вылете (место от токоподвода до дуги). Поэтому можно использовать повышенные (25—100 А/мм²) по сравнению с ручной дуговой сваркой (10—20 А/мм²) плотности сварочного тока без опасения значительного перегрева электрода в вылете в отслаивания обмазки, как в покрытом электроде. Использование больших сварочных токов резко повышает глубину проплавления основного металла и появляется возможность сварки металла повышенной толщины без разделки кромок. При сварке с разделкой кромок уменьшается угол разделки и увеличивается величина их притупления, т. е. уменьшается количество электродного металла, необходимого для заполнения разделки. Металл шва обычно состоит приблизительно на 2/3 из переплавленного основного металла (при ручной дуговой сварке соотношение обратное). В результате вышесказанного растут скорость и производительность сварки. Под флюсом сваривают металл толщиной 2—60 мм при скорости однодуговой сварки до 0,07 км/ч. Применение многодуговой сварки позволяет повысить ее скорость до 0,3 км/ч. Высокое качество металлов шва и сварного соединения достигается за счет надежной защиты расплавленного металла от взаимодействия с воздухом, его металлургической обработки и легирования расплавленным шлаком. Наличие шлака на поверхности шва уменьшает скорость кристаллизации металла сварочной ванны и скорость охлаждения металла шва. В результате металл шва не имеет пор, содержит пониженное количество неметаллических включений. Улучшение формы шва и стабильности его размеров, особенно глубины проплавления, обеспечивает постоянные химический состав и другие свойства на всей длине шва. Сварку под флюсом применяют для изготовления крупногабаритных резервуаров, строительных конструкций, труб и т.д. из сталей, никелевых сплавов, меди, алюминия, титана и их

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

сплавов. Экономичность процесса определяется снижением расхода сварочных материалов за счет сокращения потерь металла на угар и разбрызгивание (не более 3%, а при ручной сварке достигают 15%), отсутствием потерь на огарки. Лучшее использование тепла дуги при сварке под флюсом по сравнению с ручной сваркой уменьшает расход электроэнергии на 30—40%. Повышению экономичности способствует и снижение трудоемкости работ по разделке кромок под сварку, зачистке шва от брызг и шлака. Сварка выполняется с применением специальных автоматов или полуавтоматов. Условия работы позволяют сварщику обходиться без щитков для защиты глаз и лица. Повышаются общий уровень и культура производства. Недостатками способа является повышенная жидкотекучесть расплавленного металла и флюса. Поэтому сварка возможна только в нижнем положении при отклонении плоскости шва от горизонтали не более чем на 10—15°. В противном случае нарушится формирование шва, могут образоваться подрезы и другие дефекты. Это одна из причин, почему сварку под флюсом не применяют для соединения поворотных кольцевых стыков труб диаметром менее 150 мм. Кроме того, этот способ сварки требует и более тщательной сборки кромок под сварку и использования специальных приемов сварки. При увеличенном зазоре между кромками возможно вытекание в него расплавленного металла и флюса и образование в шве дефектов

Сущность сварки в защитном газе.

Преимущества сварки в углекислом газе. Преимущество этого вида сварки перед сваркой под флюсом состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом процесса и горением дуги, которая не закрыта флюсом; не нужны приспособления для подачи и отсоса флюса, усложняющие сварочное оборудование; отпадает необходимость в последующей очистке швов от шлака и остатков флюса, что особенно важно при многослойной сварке.

Основными достоинствами способа сварки в газе являются:

1. Хорошее использование тепла сварочной дуги, вследствие чего обеспечивается высокая производительность сварки.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

2. Высокое качество сварных швов.
3. Возможность сварки в различных пространственных положениях с применением аппаратуры для полуавтоматической и автоматической сварки.
4. Низкая стоимость защитного газа.
5. Возможность сварки металла малых толщин и сварки электрозаклепками.
6. Возможность сварки на весу без подкладки.

Коэффициент наплавки при сварке в газе выше, чем при сварке под флюсом. При сварке постоянным током прямой полярности этот коэффициент в 1,5-1,8 раза выше, чем при обратной полярности. Процесс сварки отличается высокой производительностью, достигающей 18 кг/ч наплавленного металла. Скорость сварки достигает 60 м/ч. Производительность сварки в углекислом газе в 1,5-4 раза выше, чем производительность ручной сварки покрытыми электродами, и в 1,5 раза выше, чем при сварке под флюсом. Добавки в углекислый газ аргона (иногда в эту смесь вводят кислород) изменяют технические свойства дуги (глубину проплавления и форму шва, стабильность дуги и др.) и позволяет регулировать концентрацию легирующих элементов в металле шва.

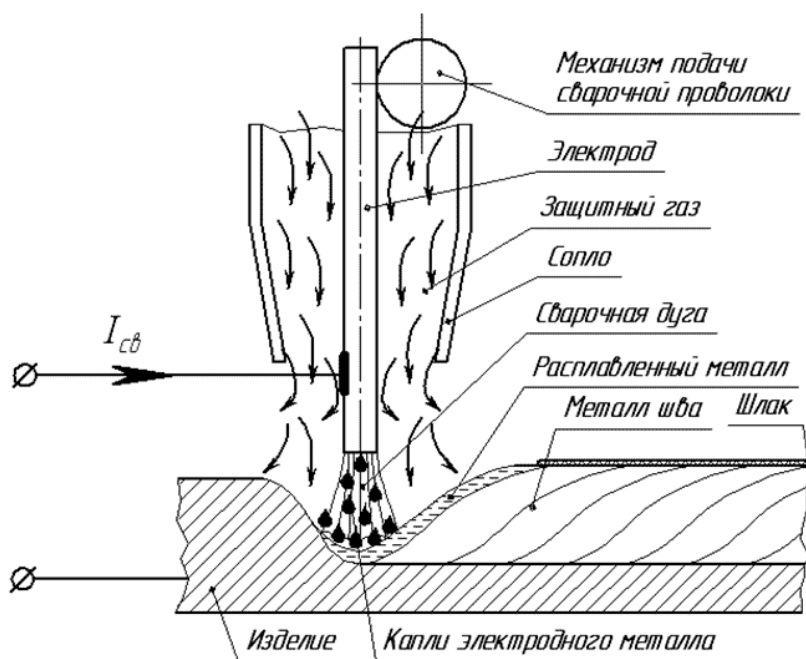


Рисунок 1.5 - Схема сварки в среде защитных газов

									Лист	
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.549 ПЗ					17

Для нашей марки стали, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку под флюсом. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени.

При сварке резервуара, производительность повышается в 15-20 раз.

За счет повышения коэффициента использования сварочной установки можно добиться значительного дальнейшего роста производительности сварки под флюсом.

Повышение тока и плотности тока в электроде без увеличения потерь на угар и разбрызгивание и без ухудшения формирования шва возможно благодаря наличию плотного слоя флюса вокруг зоны сварки, это предотвращает выдувание жидкого металла шва из сварочной ванны и сводит потери на угар и разбрызгивание до 1-3%.

Отсутствие брызг - серьезное преимущество сварки под флюсом, т.к. отпадает надобность в трудоемкой операции очистки от них поверхности свариваемых деталей.

При сварке под флюсом обеспечивается высокое и стабильное качество сварки.

Это достигается за счет надежной защиты металла шва от воздействия кислорода и азота воздуха, однородности металла шва по химическому составу, улучшения формы шва и сохранения постоянства его размеров.

В результате обеспечивается меньшая вероятность образования непроваров, подрезов и других дефектов формирования шва.

Автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом применяют в заводских и монтажных условиях для выполнения швов обычно при толщине металла 2-100 мм.

Данные сварные швы выполняются по ГОСТ 8713 – 79. Для прихватки принимаем ручную дуговую сварку.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

1.4 Описание сварочных материалов

Для РДС выбираем электроды ЦТ-15, ГОСТ 9466-75.

Общая характеристика электродов сварочных ЦТ-15 Э-08Х19Н10Г2Б-ЦТ-15.

Электроды предназначены для сварки ответственных узлов из аустенитных сталей марок Х18Н9Т, Х18Н10Т, 12Х18Н12Т (Х18Н12Т) Х20Н12Т-Л, Х16Н13Б (ЭИ-724) и им подобных, работающих при температуре 570-650°С и сверх высоком давлении, а также для сварки сталей тех же марок, когда к металлу шва предъявляются требования против межкристаллитной коррозии.

Сварка производится во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху-вниз на постоянном токе обратной полярности.

Тип покрытия основной.

Выбор сварочной проволоки [21]

Таблица 1.2 – Химический состав стальной сварочной проволоки 06Х19Н9Т (ГОСТ2246-70), %

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti
<0,08	0,4 - 1	1 - 2	8 - 10	до 0.015	до 0,03	18 - 20	0,5 - 1

Определение структуры сварочной проволоки осуществляется по диаграмме Шеффлера (рисунок 1.2). Для этого рассчитываются эквивалентные значения хрома и никеля:

$$ЭквCr = \%Cr + \%Mo + 2 \cdot \%Ti + 2 \cdot \%Al + \%Nb + 1,5 \cdot \%Si + \%V$$

$$ЭквCr = 19 + 2 \cdot 0,75 + 1,5 \cdot 0,8 = 21,7\%$$

$$ЭквNi = \%Ni + 30 \cdot \%C + 30 \cdot \%N + 0,5 \cdot \%Mn$$

$$ЭквNi = 10 + 30 \cdot 0,08 + 0,5 \cdot 2 = 13,4\%$$

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

В представленном варианте сварку следует вести с х – образной разделкой кромок, чтобы обеспечить максимальное содержание присадочного металла в составе металла сварного шва.

Сталь 12X18H10T относится к хорошо свариваемым. Характерной особенностью сварки этой стали является возникновение межкристаллитной коррозии. Она развивается в зоне термического влияния при температуре 500-800⁰С. При пребывании металла в таком критическом интервале температур по границам зерен аустенита выпадают карбиды хрома. Все это может иметь опасные последствия - хрупкие разрушения конструкции в процессе эксплуатации. Чтобы добиться стойкости стали нужно исключить или ослабить эффект выпадения карбидов и стабилизировать свойства стали в месте сварного шва.

При сварке высоколегированных сталей используют электроды с защитно-легирующим покрытием основного вида в сочетании с высоколегированным электродным стержнем. Применение электродов с покрытием основного вида позволяет обеспечить формирование наплавленного металла необходимого химического состава, а также других свойств путём использования высоколегированной электродной проволоки и долегиrowания через покрытие.

Сочетание легирования через электродную проволоку и покрытие позволяет обеспечить не только гарантированный химический состав в пределах паспортных данных, но и некоторые другие свойства, предназначенные для сварки аустенитных сталей 12X18H10T, 12X18H9T, 12X18H12T и им подобных.

Содержащийся в электродных стержнях титан при сварке практически полностью окисляется. По этой причине при сварке покрытыми электродами в качестве элемента-стабилизатора используют ниобий. Коэффициент перехода ниобия из стержня при сварке покрытыми электродами составляет 60-65%.

Сварку высоколегированных сталей для снижения вероятности формирования структуры перегрева, как правило, выполняют на режимах, характеризующихся малой величиной погонной энергии. При этом предпочтение отдают швам малого сечения, получаемым при использовании электродной проволоки не-

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

большого диаметра (2-3мм). Поскольку высоколегированные стали обладают повышенным электросопротивлением и пониженной электропроводностью, то при сварке вылет электрода из высоколегированной стали уменьшают в 1,5-2 раза по сравнению с вылетом электрода из углеродистой стали.

Выбор флюса

Флюс АН-26С. [21]

Классификация: ГОСТ 9087-81

Область применения: Предназначен для автоматической и полуавтоматической сварки нержавеющей коррозионно-стойких и жаропрочных сталей.

Для механизированной сварки низколегированных сталей обычной и повышенной прочности; для сварки кольцевых швов труб из дисперсионно-упрочненной стали. Устойчивость дуги хорошая, разрывная длина дуги до 10 мм, формирование шва хорошее с плавным переходом к основному металлу, склонность к образованию пор и трещин низкая, отделимость шлаковой корки хорошая. Низкокремнистый среднемарганцовистый солеоксидный флюс с химической активностью $A\phi = 0,45-0,5$. При сварке-наплавке под флюсом не слишком интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы. Ударная вязкость металла швов составляет 150 Дж/см^2 при 20°C . Хорошо зарекомендовал при сварке конструкций, работающих до -60°C .

Характеристика флюса: Цвет зерен - от серого до светло-зеленого всех оттенков; размер зерен 0,25-2,5 мм; строение зерен - стекловидное; объемная масса 1,4-1,8 кг/дм³. Постоянный и переменный ток до 1200А, $V_{св \text{ max}}$ до 120 м/ч; сушка при $T= 400^\circ\text{C}$, 2 ч.. Зачастую в состав керамических флюсов вводят легирующие компоненты. Расход флюса при автоматической и полуавтоматической сварке Флюс при сварке в основном расходуется на образование шлаковой корки, которая практически в дальнейшем не используется. Флюс также может теряться при неаккуратном его использовании или неисправности флюсоподающей и флюсо-

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

отсасывающей аппаратуры. Количество флюса, расплавленного при сварке, зависит от режима сварки: величины сварочного тока, напряжения на дуге и скорости сварки. При одном и том же токе флюса расплавляется больше, если выше напряжение дуги. При повышении сварочного тока без изменения напряжения дуги также увеличивается количество расплавляемого флюса. Увеличение скорости сварки ведет к уменьшению расхода флюса. По данным института электросварки им. Е. Патона, расход флюса, с учетом потерь на просыпание, приближенно можно считать равным расходу электродной проволоки. При полуавтоматической сварке расход флюса на 10-15% больше.

Таблица 1.4 - Химический состав флюса, АН-26С %

SiO ₂	CaO	MnO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	C	Fe ₂ O ₃	S	P
29-33	4-8	2,5-4,0	15-18	19-23	20-24	<0,05	<1.5	<0,08	<0,08

1.6 Расчет режимов прихватки

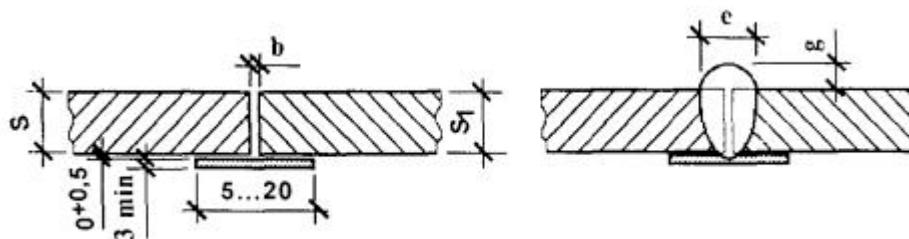


Рисунок 1.5 - Эскиз соединения С5

Принимаем $d_э = 3$ мм

Сварочный ток рассчитываем по формуле

$$I_c = K_I^{III} \cdot K_I^{III} \cdot d_э^{1,4}, \text{ А} \quad (1.4)$$

$$I_c = 20 \cdot 1 \cdot 3^{1,4} = 93 \text{ А}$$

Принимаем $I=93$ А

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

Таблица 1.5 - Значения коэффициента

Коэффициент	Тип покрытия	
	Основной	Рутиловый
K_I^{III}	20 ± 3	25 ± 5

Таблица 1.6 - Значения коэффициента

Коэффициент	Положение шва		
	«Лодочка», нижнее	Вертикальное	Горизонтальное потолочное
K_I^{III}	1,00	0,76...0,78	0,85...0,92

Рассчитываем U_C для электродов:

Основного типа

$$U_C = 12 + 0,36 \frac{I_C}{d_э}, \text{В} \quad (1.5)$$

$$U_C = 12 + 0,36 \cdot 93 / 3 = 23,6 \text{ В}$$

Принимаем $U_C = 24 \text{ В}$

Общую площадь сечения шва $F_{НО}$ определяем по чертежу, рассчитывать приближенно по формулам

$$F_{НК} = (5...7) \cdot d_{ЭК} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ мм}^2 \quad (1.6)$$

Для прихватки принимаем $n = 1$.

Скорость сварки V_C получаем из известного выражения коэффициента наплавки:

$$V_{ci} = \frac{\alpha_H \cdot I_{ci}}{\rho \cdot F_{ШВ}} = 8,3 \cdot 93 / 7,8 \cdot 15 = 3,6 \text{ м/ч}$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (принимают из характеристики выбранного электрода); $\alpha_H=8,3$ г/А·ч.,

$F_{ШВ}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см²;

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

Таблица 1.7-Режимы прихватки

d, мм	I _{св} , А	U, В	V _{св} , м/ч
3	93	24	3.6

1.7 Расчет параметров сварки соединения С5

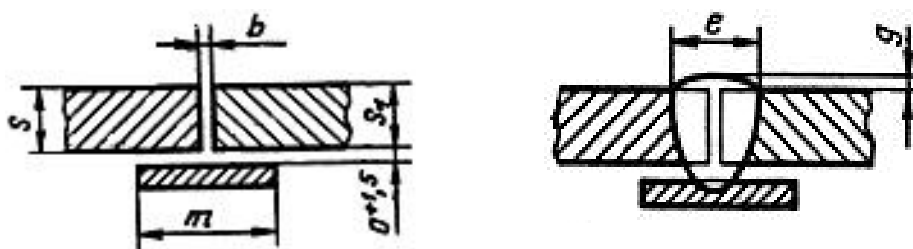


Рисунок 1.6-Эскиз соединения С5, ГОСТ 8713-79

1. Расчет площади наплавленного металла

$$F_H = bs + 0.75eq + 2 \quad (1.7)$$

$$F_H = 2 \cdot 5 + 0.75 \cdot 14 \cdot 2 + 2 = 33 \text{ мм}^2$$

2. Расчет диаметра сварочной проволоки

$$d_э = k_d \cdot F_H \quad (1.8)$$

$$d_э = 0.06 \cdot 33 = 1,98 \text{ мм}$$

Принимаем $d_э = 2$ мм

3. Расчет значения сварочного тока

$$I_{св} = d_э (\sqrt{450 \cdot d_э \cdot V_{эл}} + 5185 - 72) \quad (1.9)$$

$$I_{св} = 2 \cdot (223 - 72) = 302 \text{ А}$$

Принимаем 300 А

5. Вылет электродной проволоки

$$l_э = 10 \cdot d_э \quad (1.10)$$

$$l_э = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}$$

6. Коэффициент расплавления

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_э^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)} \quad (1.11)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 300^{(0,32)} \cdot 16^{(0,38)} \cdot 2^{(-0,64)} = 16,1 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

7. Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.12)$$

$$j = \frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 2^2} = 95,5 \text{ А/м}^2,$$

8. Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100} \quad (1.13)$$

$$\Psi_n = 3\% \quad [4]$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

$$\alpha_n = 16,1 \cdot \frac{(100-3)}{100} = 15,6 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

9. Скорость сварки

$$V_{\text{CB}} = 110 \frac{d_3}{F_H} \quad (1.14)$$

$$V_{\text{CB}} = 110 \frac{2}{33} = 6,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 23 \text{ м/ч}$$

10. Напряжение на дуге

$$U_{\text{д}} = 23 + 0,02 \cdot I_{\text{CB}} \quad (1.15)$$

$$U_{\text{д}} = 23 + 0,02 \cdot 300 = 29 \text{ В}$$

11. Погонная энергия сварки

$$q_n = \frac{I_{\text{CB}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{CB}}} \quad (1.16)$$

$$\eta = 0,8$$

$$q_n = \frac{300 \cdot 29 \cdot 0,8}{6,6} = 1054 \text{ кал/см} = 4413 \text{ Дж/см}$$

12. Коэффициент формы провара

$$\varphi_{\text{ПР}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{CB}}) \frac{d_3 \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{CB}}} \quad (1.17)$$

где K' - коэффициент зависимости от рода тока и полярности, при постоянном токе обратной полярности

$$K' = 0,367 \cdot i^{0,1925} \quad (1.18)$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

$$K' = 0,367 \cdot 150^{0,1925} = 0,96$$

$$\varphi_{\text{ПР}} = 0,96 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \frac{2 \cdot 29}{300} \approx 2,96$$

13. Глубина проплавления h

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{\text{ПР}}}} \quad (1.19)$$

$$h_1 = 0,076 \sqrt{\frac{4413}{2,96}} = 5,7 \text{ мм}$$

14. Скорость подачи сварочной проволоки

$$V_{\text{ППР}} = \frac{4V_{\text{св}} \cdot F_H}{\pi d^2} \quad (1.20)$$

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot 23 \cdot 33}{3,14 \cdot 2^2} = 242 \text{ м/ч}$$

Таблица 1.8 - Режимы автоматической сварки под слоем флюса

Обозначение сварного шва	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока $I_{\text{св}}$, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
C5	2	300	29	23	242

1.8 Расчет параметров сварки соединения С4

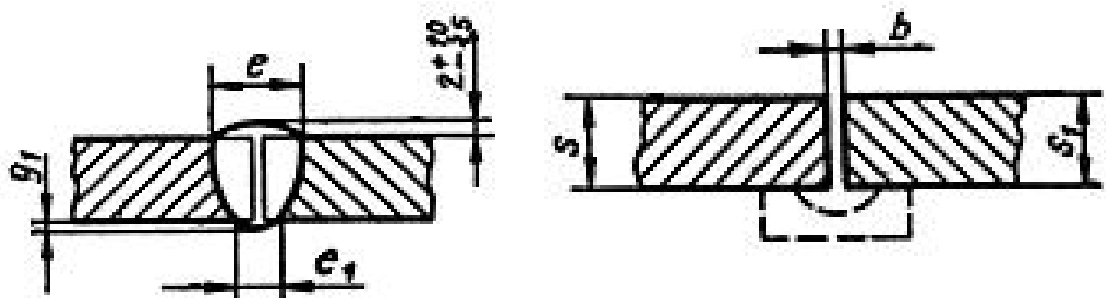


Рисунок 1.7-Эскиз соединения С4, ГОСТ 8713-79

1. Расчет площади наплавленного металла

$$F_H = bs + 0.75eq + 4$$
$$F_H = 1,5 \cdot 5 + 0.75 \cdot 14 \cdot 2 + 4 = 32,5 \text{ мм}^2$$

2. Расчет диаметра сварочной проволоки

$$d_э = k_d \cdot F_H \quad (1.21)$$
$$d_{э5} = 0.06 \cdot 32,5 = 1,95 \text{ мм}$$

Принимаем $d_э = 2 \text{ мм}$

3. Расчет значения сварочного тока

$$I_{CB} = d_э (\sqrt{450 \cdot d_э \cdot V_{эп}} + 5185 - 72) \quad (1.22)$$
$$I_{CB} = 2 \cdot (223 - 72) = 302 \text{ А}$$

Принимаем 300А

5. Вылет электродной проволоки

$$l_э = 10 \cdot d_э \quad (1.23)$$
$$l_э = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}$$

6. Коэффициент расплавления

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{CB}^{(0,32)} \cdot L_э^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)} \quad (1.24)$$
$$\alpha_p = 1,21 \cdot 300^{(0,32)} \cdot 16^{(0,38)} \cdot 2^{(-0,64)} = 16,1 \text{ г/Ач}$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

7. Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{CB}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.25)$$

$$j = \frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 2^2} = 95,5 \text{ А/м}^2,$$

8. Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100} \quad (1.26)$$

$$\Psi_n = 3\% \quad [4]$$

$$\alpha_n = 16,1 \cdot \frac{(100 - 3)}{100} = 19,25 \text{ г/Ач}$$

9. Скорость сварки

$$V_{CB} = 110 \frac{d_э}{F_H} \quad (1.27)$$

$$V_{CB} = 110 \frac{2}{32,5} = 6,77 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 24 \text{ м/ч}$$

10. Напряжение на дуге

$$U_d = V_{CB} + 0,02 \cdot I_{CB} \quad (1.28)$$

$$U_d = 24 + 0,02 \cdot 300 = 30 \text{ В}$$

11. Погонная энергия сварки

$$q_n = \frac{I_{CB} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{CB}} \quad (1.29)$$

$$\eta = 0,8$$

$$q_n = \frac{300 \cdot 30 \cdot 0,8}{6,77} = 1063,51 \text{ кал/см} = 4452,72 \text{ Дж/см}$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		29

12. Коэффициент формы провара

$$\varphi_{\text{ПР}} = K'(19 - 0,01 \cdot I_{\text{СВ}}) \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{Д}}}{I_{\text{СВ}}} \quad (1.30)$$

где K' - коэффициент зависимости от рода тока и полярности, при постоянном токе обратной полярности

$$K' = 0,367 \cdot i^{0,1925} \quad (1.31)$$

$$K' = 0,367 \cdot 150^{0,1925} = 0,96$$

$$\varphi_{\text{ПР}} = 0,96(19 - 0,01 \cdot 300) \frac{2 \cdot 30}{300} \approx 3$$

13. Глубина проплавления

$$h = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{\text{ПР}}}} \quad (1.32)$$

$$h_1 = 0,076 \sqrt{\frac{4452}{3}} = 5,36 \text{ мм}$$

14. Скорость подачи сварочной проволоки

$$V_{\text{ППР}} = \frac{4V_{\text{СВ}} \cdot F_{\text{Н}}}{\pi d^2} \quad (1.33)$$

$$V_{\text{ПП}} = \frac{4 \cdot 24 \cdot 32,5}{3,14 \cdot 2^2} = 248 \text{ м/ч}$$

Таблица 1.9 - Режимы автоматической сварки под слоем флюса

Обозначение сварного шва	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока $I_{\text{СВ}}$, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
С4	2	300	30	24	248

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

1.8 Выбор оборудования

В качестве оборудования для сварки прихваток выбираем выпрямитель ВДУ-306 т.к. он использовался в базовом варианте.



Рисунок 1.7 - Выпрямитель ВДУ-306

Таблица 1.9 – Технические характеристики

Параметры	Показатели
Пределы регулир. свар. тока, А:	30-350
Напряжение питания, В:	380
Кол-во постов:	1
Вес, кг:	182
Потребляемая мощность, кВт :	18.4
ПВ, %:	100
Напр. холостого хода, В:	72 (ММА)/85 (MIG-MAG/TIG)
Номин. раб. напряжение, В:	15-32
Габаритные размеры, мм:	710x670x750

Для сварки основных швов нам подходит автоматическая сварочная головка А-1416. Этот подвесной самоходный автомат предназначен для электродуговой сварки плавящимся электродом под слоем флюса. Автомат имеет лазерную систему слежения за стыком.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31



Рисунок 1.8 - Сварочная головка А-1416

Таблица 1.10 – Технические характеристики

Напряжение	380 В	
Частота тока питающей сети	50 Гц	
Номинальный сварочный ток	500 А (60%)	1000 А (100%)
Диапазон регулирования сварочного тока	60-500 А	250-1250 А
Количество электродов	1 шт	
Диаметр сплошной электродной проволоки	1,2-2,0 мм	2,0-5,0 мм
Пределы ступенчатого регулирования скорости подачи электродной проволоки	47-509 м/ч	
Диапазон ступенчатого регулирования скорости сварки	12-120 м/ч	
Вертикальное перемещение сварочной головки ход	250 мм	
Вертикальное перемещение сварочной головки скорость	29,4 м/ч	
Поперечное перемещение сварочной головки ход	±75 мм	
Поперечное перемещение сварочной головки скорость	от руки	
Регулировка угла наклона электрода (мундштука)	±25 гр. ручное	
Маршевая скорость перемещения сварочной головки	950 м/ч	
Масса сварочной головки	320-295 кг	
Габаритные размеры сварочной головки	960×860×1860 мм	

Выпрямитель сварочный типа ВДУ-506УЗ предназначен для комплектации сварочных автоматов А-1416 механизированной сварки под флюсом, а также для

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

сварки порошковой проволокой. Выпрямитель может быть использован для работы со сварочными роботами и манипуляторами, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами.



Рисунок 1.9 -Выпрямитель ВДУ-506УЗ

Выпрямитель сварочный типа ВДУ-506УЗ предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов однопостовой механизированной сварки в среде углекислого газа и под флюсом, а также для сварки порошковой проволокой. Выпрямитель может быть использован для работы со сварочными роботами и манипуляторами, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами

Таблица 1.11-Технические характеристики выпрямителя

Напряжение питающей сети, В	3x380
Номинальный сварочный ток при ПВ-100%, А	500
Количество постов, шт.	8
Номинальный сварочный ток поста при ПВ-60%, А	315
Коэффициент одновременности работы постов	0,5
Номинальное рабочее напряжение, В	63
Напряжение холостого хода, В, не более	75
Потребляемая мощность при номин.свар.токе, кВА	96
Коэффициент полезного действия, %	93
Масса, кг, не более	310
Габаритные размеры (ДxШxВ), мм	840x505x795

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

33

1.9 Контроль качества шва

Вихретоковый метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля (ОК) этим полем. В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (одна или несколько), называемая вихретоковым преобразователем (ВТП). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электромагнитном объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на катушках или их сопротивление, получают информацию о свойствах объекта и о положении преобразователя относительно его. Особенность вихретокового контроля в том, что его можно проводить без контакта преобразователя и объекта. Их взаимодействие происходит на расстояниях, достаточных для свободного движения преобразователя относительно объекта (от долей миллиметров до нескольких миллиметров). Поэтому этими методами можно получать хорошие результаты контроля даже при высоких скоростях движения объектов.

Таблица 1.12 - Технические характеристики OmniScan

Размеры (Ш x В x Г)	325 x 235 x 130 мм
Вес	3,2 кг
Порты USB	3
Звуковая сигнализация	Да
Выход видеосигнала	Выход SVGA
Размер	26,4 см по диагонали
Разрешение	800 x 600 пикселей
Количество цветов	16 миллионов
Тип батареи	Smart Li-ion 6 часов
Диапазон рабочих температур	от -10°C до 45°C

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

Принимаем дефектоскоп OmniScan предназначен для работы в сложных полевых условиях. Прочный корпус из поликарбоната и защитные резиновые накладки позволяют этому прибору стойко переносить удары и падения. OmniScan настолько небольшой и лёгкий (всего 3,2 кг), что его можно использовать на любом объекте, как внутри помещения, так и на улице. Время работы OmniScan составляет минимум 6 часов, благодаря двум литийионным аккумуляторам.



Рисунок 1.10 - Дефектоскоп OmniScan

1.10 Технологическая карта

Таблица 1.13 - Технологическая карта

№ операции	Наименование операции	Режимы операции	Оборудование и инструмент
1	2	3	4
005	Складирование Провести сбор материала на складе		Кран-балка грузоподъемностью 3 тонн
010	Резка Провести резку листового материала		Установка плазменной резки MasterCutPR

Окончание таблицы 1.13

1	2	3	4
015	Правка Провести правку листов		Листоправильная машина МЛЧ 1725
020	Вальцовка Завальцевать обечайку		Трехвалковая листогибочная машина И2220А
025	Зачистка Провести зачистку кромок		Машинка углошлифовальная пневматическая МЕТАВО WS 7400 Щетка металлическая ГОСТ 6789-89
030	Сборка обечайки; установка технологических планок (прихватка)	I= 93А U=24В V _{св} = 3.6 м/ч dэ=3 мм Э-08Х19Н10Г2Б ЦТ-15	Стенд сборки и сварки продольного шва МЕСОМЕ Выпрямитель ВДУ-306
035	Сварка обечайки	I= 300А U=30В V _{св} = 24м/ч V _{п/п} =248м/ч dэ=2 мм Св - 06Х19Н9Т Флюс АН-26С	Стенд МЕСОМЕ для сборки и сварки продольного шва Сварочная головка А-1416 Выпрямитель ВДУ-506 УЗ
040	Обрубочная Удаление технологических планок		Машинка углошлифовальная пневматическая МЕТАВО WS 7400
045	Правка обечайки		Домкрат, кувалда рихтовочная, шаблон
050	Зачистка		Машинка углошлифовальная пневматическая МЕТАВО WS 7400 Щетка нержавеющей ГОСТ 6789-89
055	Сборка крышек с обечайкой (прихватка)	I= 93А U=24В V _{св} = 3.6 м/ч dэ=3 мм Э-08Х19Н10Г2Б ЦТ-15	Вращатель-центратор МЕСОМЕ универсальный для сборки сварки крышек Выпрямитель ВДУ-306
060	Сварка крышек с обечайкой	I= 300А U=29 В V _{св} =23м/ч V _{п/п} =242м/ч dэ=2мм Св - 06Х19Н9Т Флюс АН-26С	Вращатель-центратор МЕСОМЕ универсальный для сборки сварки крышек Сварочная головка А-1416 Выпрямитель ВДУ-506 УЗ
065	Зачистка После сварки производится зачистка		Машинка углошлифовальная пневматическая МЕТАВО WS 7400
070	Контроль сварных швов		ВИК УШС Дефектоскоп OmniScan

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

36

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки тормозного резервуара вагона, изготавливаемой из стали марки 12Х18Н10Т с применением автоматической сварки под слоем флюса.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась: установка для сборки обечаек с днищами, роликовые опоры, 2 гидравлических центриатора, сварочный выпрямитель ВДУ-306, электроды Э-08Х19Н10Г2Б диаметром 3 мм.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки тормозного резервуара системы вагона на автоматическую сварку под слоем флюса АН-26С.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_n, \quad (2.1)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

t_n – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Основное время ($t_{осн}$, ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (2.2)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 3,385 = 3,4$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 18$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 3,6$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{3,4}{3,6} = 0,94 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{3,4}{18} = 0,19 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{нз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{нз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = 0,09 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,019 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{э}$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_{э} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (2.4)$$

где n_c – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 3,4 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 3,4 \cdot 0,6 = 0,204 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

$$t_{кр} = 3,4 \cdot 1,8 = 0,612 \text{ мин (базовый вариант)}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21$ мин.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 2.1.

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную			краном			
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_6

$$t_6 = 0,083 + 0,2 + 0,14 + 0,14 + 0,21 = 0,2613 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_6 = 0,083 + 0,612 + 0,14 + 0,14 + 0,21 = 0,669 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.5)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,94 = 0,066 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,19 = 0,0133 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 0,94 = 0,066ч.$$

$$t_n = 0,07 \cdot 0,19 = 0,0133ч.$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле

$$T_{шт-к} = 0,94 + 0,09 + 0,2613 + 0,066 + 0,066 = 1,423ч.$$

$$T_{шт-к} = 0,19 + 0,019 + 0,669 + 0,0133 + 0,033 = 0,905ч.$$

$$T_{шт-к} = 1,423ч. \text{ (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 0,905ч. \text{ (проектный вариант).}$$

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 1000 шт.$

$$T_{произв. пр.} = 1,423 \cdot 1000 = 1423ч. \text{ (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 0,905 \cdot 1000 = 905ч. \text{ (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле:

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi_d \cdot K_n} 100 \quad (2.7)$$

где Φ_d - действительный фонд времени работы оборудования, час.
($\Phi_d=1914$ час);

K_n - коэффициент выполнения норм ($K_n = 1,1 \dots 1,2$).

$$C_p = \frac{1423}{1914 \cdot 1,2} = 0,620; \text{ примем } C_{\Pi} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{950}{1914 \cdot 1,2} = 0,41; \text{ примем } C_{\Pi} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_{Π} определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{\Pi}} \quad (2.8)$$

где K_3 - коэффициент загрузки оборудования;

C_p - количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

C_{Π} - принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{0,620}{1} = 0,620 \text{ (базовый вариант);}$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

42

$$K_3 = \frac{0,41}{1} = 0,41 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы.

Таблица 2.3 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Подвесная Кран-балка до 3 тонн	руб./шт.	200000	200000
Листопрямляющая машина для листового металла серии МЛЧ 1725 1700х22	руб./шт.	500000	500000
Установка плазменной резки MasterCutPR 6000х1500х25	руб./шт.	1000000	1000000
Трехвалковая листогибочная машина И2220А 10х2000	руб./шт.	600000	600000
Стенд для сборки продольных стыков обечаек МЕСОМЕ модель BR 1500	руб./шт.	1200000	1200000
Машина углошлифовальная пневматическая МЕТАВО WS 7400	руб./шт.	10000	10000
Ультразвуковой дефектоскоп OmniScan	руб./шт.	300000	300000
Выпрямитель ВДУ-306	руб./шт.	80000	80000
Сварочный автомат А-1416 с источником питания ВДУ-506УЗ	руб./шт.	-	550000
Вращатель-центриатор МЕСОМЕ универсальный для сборки сварки крышек	руб./шт.	-	785000
Сталь 12Х18Н10Т	руб./т	219000	219000
Электроды марки Э-08Х19Н10Г2Б, Ø 3мм ЦТ-15	руб./кг	800	800
Сварочная проволока Св-12Х18Н10Т, Ø 2 мм, ГОСТ 2246-70	руб./кг	-	200

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4
Флюс АН-26С	руб./кг	-	90
Тариф на электроэнергию	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	3,4	3,4
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	3	4
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб./час.	50	60
Масса конструкции	т	0,059	0,059

2.2 Рассчитываем балансовую стоимость оборудования

Балансовая стоимость оборудования определяется:

$$K_{OB} = C_{OB} \cdot (1 + K_{TZ}) \text{ ,руб.} \quad (2.9)$$

где C_{OB} – цена единицы оборудования, руб.;

K_{TZ} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты на монтаж, наладку и устройство фундамента в зависимости от цены на оборудование.

Базовый вариант:

$$K_{OBj} = 110000 \cdot (1 + 0,12) = 123200 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{OBj} = 785000 + 550000 \cdot (1 + 0,12) = 1495200 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{OB} = \Sigma K_{OBj} \cdot C_{II} \cdot K_3 \text{ ,руб.} \quad (2.10)$$

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

где $K_{OБj}$ – балансовая стоимость оборудования, руб;

$C_{П}$ – принятое количество оборудования, шт. $C_{П} = 1$ шт.

K_3 – коэффициент загрузки оборудования. $K_0 = 1$

$$K_{OБ} = 123200 \cdot 1 \cdot 1 = 123200 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{OБ} = 1495200 \cdot 1 \cdot 1 = 1495200 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитанные данные для заносим в таблицу

Таблица 2.4 – Цена и балансовая стоимость на оборудование, тыс. руб.

	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена единицы оборудования, руб	110000	1335000
Количество штук	1	1
Балансовая стоимость, руб	123200	1495200
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб	123200	1495200

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле:

$$C_T = M_3 + Z_э + Z_{пр}, \quad (2.11)$$

где M_3 - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{пр}$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энерго-ресурсы на технологические цели.

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

Материальные затраты (Мз, руб.) рассчитываются по формуле

$$M_3 = C_{\text{ом}} + C_{\text{ЭН}} + C_{\text{др}} \quad (2.12)$$

где $C_{\text{ом}}$ - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{\text{ЭН}}$ - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{\text{др}}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

Стоимость основных материалов ($C_{\text{ом}}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле

$$C_{\text{ом}} = [C_{\text{км}} + C_{\text{св.пр}} + (C_{\text{зг}} + C^{\text{св.фл}})]K_{\text{тр}} \quad (2.13)$$

где $K_{\text{тр}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{\text{км}}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 12Х18Н10Т.

$$C_{\text{км}} = m_{\text{к}} \cdot Ц_{\text{км}} \quad (2.14)$$

где $m_{\text{к}}$ - масса конструкции, т;

$Ц_{\text{к.м}}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{\text{км}} = 0,601 \cdot 219000 = 131619 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 131619 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-12Х18Н10Т и электроды проводим по формуле

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

$$C_{\text{св.пр}} = M_{\text{HM}} \cdot C_{\text{СП}} \cdot K_{\text{ТР}}, \text{ руб} \quad (2.15)$$

где M_{HM} - масса наплавленного металла, кг;

$C_{\text{СП}}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{\text{ТР}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

Масса наплавленного металла M_{HM} рассчитывается по формуле

$$M_{\text{HM}} = V_{\text{HM}} \cdot \rho_{\text{HM}}, \quad (2.16)$$

где V_{HM} - объем наплавленного металла, см^3 ;

ρ_{HM} - плотность наплавленного металла, г/см^3 ($\rho_{\text{стали}} = 7,8 \text{ г/см}^3$)

$$M_{\text{HM}} = 1190 \cdot 7,8 = 9282 \text{ г} = 9,282 \text{ кг}$$

Объем наплавленного металла V_{HM} рассчитывается по формуле

$$V_{\text{HM}} = L_{\text{ШВ}} \cdot F_0 \quad (2.17)$$

где F_0 - площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

$L_{\text{ШВ}}$ - длина сварного шва, см.

$$V_{\text{HM}} = 3400 \cdot 0,35 = 1190 \text{ см}^3$$

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле:

$$C_{\text{св.пр}} = 9,282 \cdot 800 \cdot 1,05 = 7797 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

47

$C_{др} = 7,282 \cdot 200 \cdot 1,05 = 1949$ руб. (проектируемый вариант-сварка под слоем флюса).

Расчет затрат на флюс проводим по формуле

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг} \cdot K_m, \quad (2.18)$$

где $t_{осн}$ - время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{зг}$ - расход флюса, кг/ мин;

k_p - коэффициент расхода флюса, $k_p = 1,1$;

$Ц_{зг}(фл)$ - Цена флюса за 1 кг, руб.;

$K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

$$t_{осн} = \frac{3,4}{3,6} = 0,94ч \text{ (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{3,4}{18} = 0,19ч \text{ (проектируемый вариант)}$$

Расход флюса

$$H_{ф} = K_{ф} H_{э} \quad (2.19)$$

$$H_{ф} = 1,3 \cdot 500 = 650г$$

На все изделие 6,033 кг

$$C_{др} = t_{осн} q_{зф} k_p Ц_{ф} K_m$$

$$C_{зф} = 11,4 \cdot 6,033 \cdot 1,1 \cdot 90 \cdot 1,05 = 7149 \text{ руб}$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{ЭН}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле

$$Z_{Э} = \alpha_{Э} \cdot M_{н} \cdot Ц_{Э}, \text{ руб} \quad (2.20)$$

где $\alpha_{Э}$ - удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $кВт \cdot ч/кг$;

$Ц_{Э}$ - цена за 1 $кВт \cdot ч$; $Ц_{Э} = 3,16 \text{ кВт} \cdot ч$.

$$Z_{Э} = 3 \cdot 9,282 \cdot 3,16 = 87,99 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{Э} = 4 \cdot 9,282 \cdot 3,16 = 117,32 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы (M_3) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле

$$M_3 = C_{ом} + C_{ЭН} + C_{др} \quad (2.21)$$

По базовому варианту:

$$M_3 = 131619 + 87,99 = 131707 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$M_3 = 131619 + 117,32 + 7149 = 138885,32 \text{ руб.}$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих ЧОР определяется для каждой операции по формуле:

$$Ч_{op} = \frac{T_{произв.пр}}{\Phi_{\partial} \cdot K_{\partial}} \quad (2.22)$$

где $T_{произв. пр}$ - трудоемкость производственной программы, час;

Φ_{∂} - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{\partial} = 1870$ час);

K_{∂} - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{op} = \frac{1423}{1870 \cdot 1,1} = 0,69 = 1чел \text{ (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{950}{1870 \cdot 1,1} = 0,46 = 1чел \text{ (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 1 сварщик, по новой измененной технологии работает 1 сварщик.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{ор}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

Расходы на оплату труда ($Z_{пр}$) рассчитываются по формуле.

$$Z_{пр} = Z_{по} + Z_{пд} \quad (2.23)$$

где $Z_{по}$ - основная заработная плата, руб.;

$Z_{пд}$ - дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле

$$Z_{пр} = P_{сд} + K_{пр} + K_{д} + K_{сс} + D_{вр} \quad (2.24)$$

где $P_{сд}$ - суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$K_{пр}$ - коэффициент премирования, (данные предприятия), $K_{пр} = 1,5$;

$D_{вр}$ - доплата за вредные условия труда, руб.;

$K_{сс}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $K_{сс} = 1,3$;

$K_{д}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{д} = 1,2$.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{см}$ сварщика ручной дуговой сварки - 50 руб./час, $T_{см}$ сварщика автоматической сварки - 60 руб./час.

Рассчитанное $T_{шт.к} = 1,423ч. = 56,4 мин.$ (базовый вариант);

$T_{шт.к} = 0,905ч. = 11,4 мин.$ (проектируемый вариант).

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($P_{сд}$) определяется по формуле

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60} \quad (2.25)$$

где $T_{ст}$ - тарифная ставка, руб./час;

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{сд} = \frac{50 \cdot 56,4}{60} = 47 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{сд} = \frac{60 \cdot 11,4}{60} = 11,4 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (2.26)$$

где $D_{вр}$ - доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ - тарифная месячная ставка, руб.

$T_{вр}$ - время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{вр} = T_{шт-к} \cdot (0,1 \dots 0,31)$, мин.;

Коэффициент в пределах (0,10.. 0,31).

$$D_{вр} = \frac{50 \cdot 56,4 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,094 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$D_{вр} = \frac{60 \cdot 11,4 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,023 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$З_{пр} = 47 + 1,5 + 1,3 + 0,094 = 49,89 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$З_{пр} = 11,4 + 1,5 + 1,3 + 0,023 = 14,223 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле:

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

$$Z_{\text{пд}} = K_{\text{д}} \cdot Z_{\text{по}} \cdot K_{\text{сс}} \quad (2.27)$$

где $Z_{\text{пд}}$ - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$Z_{\text{по}}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{\text{д}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{\text{д}} = 1,13$;

$K_{\text{сс}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы, $K_{\text{сс}} = 1,3$.

$$Z_{\text{пд}} = 1,13 \cdot 49,89 \cdot 1,3 = 73,29 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пд}} = 1,13 \cdot 11,223 \cdot 1,3 = 16,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле, составляют:

$$Z_{\text{пр}} = 49,89 + 73,29 = 123,18 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 14,223 + 16,5 = 30,71 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $C_{\text{т}}$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 1000$ шт.) в таблицу.

Таблица 2.5 - Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{\text{ом}}$, руб.	139416	140717
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{\text{эн}}$, руб.	87990	117320
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{\text{пр}}$, руб.	123180	30710
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_{\text{т}}$ руб.	350586	288747

2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{пр}$ производят по формуле

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (2.28)$$

где C_T - технологическая себестоимость, руб.;

$P_{пр}$ - общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{хоз}$ - общехозяйственные расходы, руб.

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{ПП} \quad (2.29)$$

где C_A - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{пр}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{ПП}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot N_A \cdot n_0 \cdot T_{шт-к} \cdot K_0}{100 \cdot \Phi_d \cdot K_B} \cdot K_0 \quad (2.30)$$

где $K_{об}$ - балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

N_A - норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $N_A = 14,7 \%$;

Φ_d - действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_d = 1914$ час;

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час;

K_0 - коэффициент загрузки оборудования, $K_0 = 0,9$;

n_0 - количество оборудования, шт.;

K_B - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

Затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{123200 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,423}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} = 12,24 \text{ (базовый вариант)}$$

$$C_A = \frac{1495200 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 0,905}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} = 89,98 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (2.31)$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

где K_{06} - капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{369600 \cdot 3}{100} = 11079 \text{ руб}$$

на производственную программу или 11,08 руб в расчете на одно металлоизделие (11079 руб./1000), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{1495200 \cdot 3}{100} = 44856 \text{ руб}$$

на производственную программу или 44,86 руб./на металлоконструкцию (44856 руб./1000 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле:

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot ЗПо}{100} \quad (2.32)$$

где $ЗПо$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{пр}}$ - процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{\text{пр}}=10$.

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{123,18 \cdot 10}{100} = 1,2318 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{30,71 \cdot 10}{100} = 0,307 \text{ руб (базовый вариант)}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}} \quad (2.33)$$

где C_d - затраты на амортизацию оборудования, руб.

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{пр}}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{\text{пр}} = 12,24 + 11079 + 1,232 = 11092,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 89,98 + 44856 + 0,307 = 44977 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{хоз}}$ руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{п0}}}{100} \quad (2.34)$$

где $Z_{\text{п}}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.; %

$P_{\text{хоз}}$ - процент общехозяйственных расходов, %.

$$\%P_{\text{хоз}} = 25.$$

$P_{\text{хоз}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 123180}{100} = 30,795 \text{ (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 30,710}{100} = 7,6775 \text{ (проектируемый вариант)}$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, $C_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле

$$C_{\text{пр}} = 350586 + 1231,8 + 30795 = 382612,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 288747 + 307 + 7677,5 = 296731,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{к}} = \frac{\%P_{\text{к}} \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (2.35)$$

где $\%P_{\text{к}}$ - процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_{\text{к}}=0,1-0,5\%$.

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 382613}{100} = 383 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 296731,5}{100} = 297 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{п}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{пр}}$) и коммерческие расходы ($P_{\text{к}}$) и рассчитывается по формуле

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, $C_{\text{п}}$ производим по формуле:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{к}}, \quad (2.36)$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

где P_k - коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 382613 + 383 = 382995 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 296731 + 297 = 297028 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	-
1. Материальные затраты, МЗ:	131707	138885	-7178
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\text{пр}}$	123180	30710	92470
3. Технологическая себестоимость C_t , руб.	350586	288747	61839
4. Общепроизводственные расходы, РПР	12318	307	12011
5. Общехозяйственные расходы, Рхоз	30795	7678	23117
6. Производственная себестоимость, Спр	382613	296732	85881
7. Коммерческие расходы, P_k ,	382	297	85
8. Полная себестоимость, Сп	382995	297028	85967

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. -реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (тормозной цилиндр) составляет 1000 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.549 ПЗ					

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (2.37)$$

где C_{T1} C_{T2} - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит в соответствии с формулой

$$\Delta C = (350586 - 288747) 1000 = 61839000 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте ниже технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на зарплату рабочим и вспомогательные материалы.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле.

Выручкой от реализации продукции (B , руб.) и полной себестоимостью C_{Π} , руб.

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (2.38)$$

где B - выручка от реализации продукции;

C_{Π} - полная себестоимость.

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле по базовому и проектируемому вариантам.

$$\Delta C_{\Pi} = C_{\Pi1} - C_{\Pi2}, \quad (2.39)$$

где $C_{\Pi1}$ $C_{\Pi2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия Ц по формуле

$$Ц = C_n \cdot K_p, \quad (2.40)$$

где C_n - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц_1 = 382995 \cdot 1,3 = 497893 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 297028 \cdot 1,5 = 445542 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц \cdot N \quad (2.41)$$

где N - годовой объем производства продукции.

$$В_1 = 497892 \cdot 1000 = 497893000 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 445542 \cdot 1000 = 445542000 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

$$\Pi = B - C_{\Pi},$$

$$\Pi_1 = 497893000 - 382995 = 497510005 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 445542000 - 297028 = 445244972 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле:

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1; \quad (2.42)$$

где Π_1 , Π_2 - прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta\Pi = 445244972 - 497510005 = -52265033 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, ($N_{кр}$)) проводим по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер}} \quad (2.43)$$

где $N_{кр}$ - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{пост}$ - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, $C_{п}$, за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, $C_{т}$);

$Ц$ - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{пер}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

$$N_{KP1} = \frac{8281}{445542 - 288747} = 0,05 \text{ шт}$$

$$N_{KP2} = \frac{43496}{445542 - 350586} = 0,45 \text{ шт}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле

$$R = \frac{\Pi}{C_n} 100 \quad (2.44)$$

$$R1 = \frac{497510005}{382995} 100 = 30\%$$

$$R2 = \frac{445244972}{297028} 100 = 50\%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{\text{тр}}$ производим по формуле соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}} \quad (2.45)$$

где B - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ор}}$ - численность производственных рабочих, чел.

$$\Pi_{\text{тр}1} = \frac{497893}{1} = 497893 \text{ руб/чел}$$

$$\Pi_{\text{тр}2} = \frac{445542}{1} = 445542 \text{ руб/чел}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{\text{ок}}$ производим по формуле:

$$T_0 = \frac{\Delta K_{\text{д}}}{\Delta \Pi} \quad (2.46)$$

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

где ΔK_D - дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta\Pi$ - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_0 = \frac{1495200}{52265033} = 2,8 \text{года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 2.7 - Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции,	шт.	1000	1000	-
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	497893000	445542000	52351000
3	Капитальные вложения, К	руб.	123200	1495200	-1372000
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, Ст	руб.	350586	288747	61839
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий,	руб.	382995	297028	85967
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	497510005	445244972	52265033
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	-
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{ТР}	тыс.руб. / чел.	497893	445542	52351
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Ток)	лет	2,8		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	5	4,5	0,5

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

3 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки резервуара. В процессе разработки предложена замена ручной дуговой сварки резервуара на автоматическую сварку под слоем флюса. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочный автомат для производства процесса сварки. 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 базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд)», в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *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;

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. 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).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением РДС.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	«Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Подготовка, сборка, сварка и зачистка после сварки сварных швов элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
Трудовые действия	<p>Ознакомление с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку</p> <p>Выбор пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки</p> <p>Удаление ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и др)</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию.</p> <p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки под слоем флюса.</p>
Необходимые умения:	<p>Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку</p> <p>Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>Использовать измерительный инструмент</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки и сварки под слоем флюса</p>

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
	<p>для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p>	
<p>Необходимые знания</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах Правила подготовки кромок изделий под сварку Основные группы и марки свариваемых материалов Сварочные (наплавочные) материалы Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения Правила сборки элементов конструкции под сварку Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки Способы устранения дефектов сварных швов Правила технической эксплуатации электроустановок Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>	<p>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. Сварочные автоматы для сварки под флюсом</p>
<p>Другие характеристики:</p>	<p>Выполнение работ под руководством работника более высокого квалификационного уровня Рекомендуемое наименование профессии: сварщик Наименование квалификационного сертификата, выдаваемого по данной трудовой функции: сварщик, 2-й квалификационный уровень Данную трудовую функцию может выполнять слесарь-монтажник с аналогичными трудовыми функциями, установленными соответствующим профессиональным стандартом</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом резервуара тормозной системы локомотива</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

69

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
Характеристики выполняемых работ:	Прихватка элементов конструкции ручной дуговой сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; Ручная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций резервуар тормозной системы локомотива	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

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.

Сварочные автоматы для сварки под флюсом

Необходимые умения:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки давлением, 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 давлением Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением.

- Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением
- Требования к подготовке конструкции под сварку
- Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением
- 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.
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 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 переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в за-

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

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 сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 3.2. Продолжительность обучения 3 месяц.

Таблица 3.2 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	48
1.1	Основы рыночной экономики и предпринимательства	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Электротехника	2
1.4.	Чтение чертежей	2
1.5.	Спецтехнология	36
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	128
2.1	Упражнения по автоматической сварке под флюсом в мастерских центра по обучению персонала	48
2.2	Работа на рабочем месте	66
2.3	Консультации	6
2.4	Квалификационная (пробная) работа	8
	Итого:	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производ-

ства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формирования ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

Таблица 3.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№	Тема	Часы
1	Источники питания	6
2	Стандартное оборудование	6
3	Оборудование автоматической сварки под флюсом	6
3.1	Общие сведения и классификация сварочных автоматов	1
3.2	Устройство и основные узлы автоматов для сварки под флюсом	2
3.3	Электрические схемы автоматов для сварки под флюсом	2
3.4	Техническое обслуживание автоматов	1
4	Технология автоматической сварки под флюсом	6
4.1	Особенности автоматической сварки под флюсом	1
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	1
4.3	Технология сварки во всех пространственных положениях	
4.4	Режимы автоматической сварки под флюсом	2
5	Виды контроля качества	6
6	Охрана труда	6
	Итого	36

3.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов

Тема урока: «Устройство и основные узлы автоматов»

Цели урока:

Образовательная

- сформировать у обучающихся знания об оборудовании для автоматической сварки под флюсом.

- сформировать знания требований автоматической сварки

Воспитательная

- формировать уважение к профессии сварщика.

- воспитывать аккуратность, трудолюбие, дисциплинированность.

Развивающая

- развивать познавательную активность обучающихся.

Тип урока: комбинированный.

Методы проведения урока: рассказ, беседа, демонстрация, иллюстрация.

Учебно-материальное оснащение: плакат «Сварочный автомат для сварки под флюсом»

Таблица 3.4 – План – конспект урока

Этапы урока, затраты времени.	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебной деятельности
1	2	3
Организационная часть 3 – 5 мин.	Тема: «Устройство и основные узлы автоматов». Цели: дать понятие о устройстве и основных узлах сварочных автоматов. Правила техники безопасности при работе на наплавочных установках.	Приветствие преподавателя, проверка присутствующих по учебному журналу группы; тема урока, ее актуальность.
Сообщение нового материала 50 – 55 мин.	Автоматы для сварки плавящимся электродом Классификация автоматов и основные узлы Автоматы для сварки плавящимся электродом классифицируются: 1) по способу защиты зоны сварочной дуги — для <u>сварки под флюсом, в защитных газах</u> , без внешней защиты и универсальные, допускающие сварку несколькими способами; 2) по способу перемещения вдоль шва — тракторного типа, подвесные и самоходные; 3) по количеству электродов — одноэлектродные, многоэлектродные (несколькими изолированными токопроводами, от отдельных источников сварочного тока или расщепленным электродом от одного источника); 4) по типу плавящегося электрода — для сварки электродной проволокой, ленточным электродом или стержнями; 5) по роду тока — для сварки на постоянном и переменном токах. Автомат для сварки плавящимся электродом включает следующие основные узлы: механизм подачи электродной проволоки (ленты), токоподвод,	Методы обучения (по источнику знаний)– словесный, наглядный. <u>Словесный – объяснение.</u> Речь преподавателя в меру громкая, членораздельная, литературно и технически грамотная. Объяснение ведется, повернувшись к аудитории. Рассказываю классификацию сварочных автоматов. <u>Методика руководства конспектированием слушателей.</u> Вывешиваю плакат.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

74

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<p>механизмы настроечных или регулировочных перемещений, кассету с электродной проволокой, флюсовую или газовую аппаратуру, тележку, пульт управления, источник сварочного тока.</p> <p>Современные автоматы комплектуются системами слежения за линией шва.</p> <p><i>Подвесные самоходные автоматы и головки</i></p> <p>При сварке или наплавке крупных изделий, таких как балки, цилиндрические сосуды и валы, плоские секции, прямошовные и спиральношовные трубы, изделий с односторонними швами и многих других преимущественно в серийном и массовом производстве используются стационарные самоходные автоматы или подвесные сварочные головки. Обычно они входят в состав установок, включающих в себя, кроме собственного сварочного оборудования — автоматов и источников сварочного тока, еще и разные манипуляторы, кантователи, служащие для крепления и поворота свариваемых изделий, а также для перемещения изделий в направлении сварки.</p> <p>Серийно производятся подвесные самоходные сварочные автоматы и головки как общего назначения, так и специальные.</p> <div data-bbox="622 1064 949 1624" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок 1 - Автоматическая сварочная головка А-1416</p> <p>Автомат А-1416 предназначен для однодуговой сварки под флюсом и состоит из следующих основных узлов: собственно сварочной головки, содержащей механизм подачи проволоки с правильным устройством, токоподводящий мундштук и устройство для защиты зоны дуги флюсом; подъемного механизма, позволяющего осуществлять</p>	<p>Объясняю, чем комплектуются сварочные автоматы</p> <p>Рассказываю, какие сварочные головки производятся серийно</p> <p>Вывешиваю плакат.</p> <p>Методика демонстрации</p> <p>Веду объяснение по плакату.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<p>механизированное перемещение подвесной сварочной головки на вертикальной штанге; флюсоаппарата, снабженного флюсоотсасывающим устройством эжекторного типа; самоходной тележки велосипедного типа, на которой закреплены узлы автомата и служащей для перемещения его вдоль свариваемого изделия с рабочей и маршевой скоростями.</p> <p>Скорости сварки и подачи электродной проволоки регулируются подбором сменных шестерен.</p> <p>Самоходный автомат А-1412 предназначен для двухдуговой сварки под флюсом переменным током и комплектуется двумя трансформаторами типа ТДФЖ-1002.</p> <div data-bbox="624 723 919 1189" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Рисунок 2 - Автоматическая сварочная головка А-1412</p> <p>Он конструктивно унифицирован с А-1416 и содержит те же основные узлы. Тележка перемещается с маршевой скоростью — от асинхронного электродвигателя, с рабочей — от электродвигателя постоянного тока. Рабочая скорость тележки регулируется изменением частоты электродвигателя в десятикратном диапазоне с помощью тиристорного регулятора. От опрокидывания автомат удерживается специальной стойкой, состоящей из двух сварных кронштейнов и ролика. Для регулирования положения мундштуков в зависимости от уровня сварки и требуемого вылета электродов служит механизм подъема с редуктором и электродвигателем. Ременные шестерни механизма подъема зацепляются за ходовую рейку, прикрепленную вдоль образующих штанги, чем обеспечивается необходимое вертикальное перемещение головки.</p>	<p>Вывешиваю плакат «Автоматическая сварочная головка А-1412». Объясняю по плакату.</p> <p>Веду объяснение по плакату.</p>


Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

76

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<p>Головка ГДФ1001УЗ предназначена для дуговой автоматической сварки плавящимся электродом под слоем флюса стыков труб диаметром 529—1420 мм из углеродистой и низколегированной сталей для нефтегазопроводов и входит в состав оборудования полевой автоматической установки ПАУ-1001.</p>  <p>Рисунок 3 - Головка ГДФ1001УЗ</p> <p>Головка состоит из механизмов подъема, подачи проволоки, правильно-прижимного, системы слежения за линией стыка, суппортов продольного и поперечного перемещений, флюсоаппарата с бункером, катушек для проволоки с тормозным устройством, пульта управления, опорных роликов, горелок и светоуказателя. Электрооборудование головки позволяет работать в полуавтоматическом и наладочном режимах.</p> <p>Автомат А-1406 входит в комплект станков, на которых выполняется наплавка наружных, внутренних поверхностей цилиндрических и конических тел вращения, а также деталей с плоскими поверхностями, можно также сваривать детали, имеющие кольцевые и продольные швы простой конфигурации. На нем можно выполнять наплавку и сварку под слоем флюса одинарным и расщепленным электродами, открытой дугой порошковыми проволоками и лентой, а также в среде защитного газа. Механизм поперечных колебаний с приводом от электродвигателя позволяет обеспечить колебания электрода с амплитудой 15—70 мм и ручное смещение центра колебаний на ±50 мм. Скорость колебаний в пределах 80—200 м/ч регулируется сменными шестернями. Кроме основного мундштука для сварки под флюсом, в комплект автомата входят мундштуки для сварки <u>порошковой проволокой</u>, порошковой лентой и расщепленным электродом.</p>	<p>Вывешиваю плакат «Автоматическая сварочная головка ГДФ1001УЗ». объясняю по плакату.</p> <p>Веду объяснение по плакату.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.549 ПЗ

Лист

77

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
Первичное закрепление	Вопросы: 1. Какие устройства сварочного автомата А-1416 вы знаете? 2. Чем отличается А-1416 от А-1412? 3. Какие виды проволоки использую при сварке? 4. В чем плюсы и минусы автомата ГДФ 1001УЗ?	Провожу первичное закрепление в форме беседы. Задаю вопросы. учащиеся отвечают. Затем обобщаю ответы

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план- конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы был проанализирован базовый вариант изготовления резервуара тормозной системы локомотива, выявлены его минусы. Были рассмотрены другие способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Сделаны расчеты режимов сварки.

Рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства.

В дипломном проекте произведен расчет экономической эффективности от внедрения проектируемых технологических решений, и разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
- 2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 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.
- 4 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах / Т.1 Н.П. Алешин - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.
- 5 Милютин В. С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х Т.1 / Редкол. Г.А. Николаев (пред.) и др. Под ред. Н.А. Ольшанского.- М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
- 7 Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. / Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия, 2006. – 448 с.
- 8 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. / Походня И.К., Явдошин И.Р., Пальцевич А.П., Котельчук А.С. Под редакцией Походни И.К. - Киев: Наукова думка 2004. - 442 с.
- 9 Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1989г. – 256 с.
- 10 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.
- 11 Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: 1995. – 336 с.

					ДП 44.03.04.549 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		80

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

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

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

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

19 РТМ 26-17-034-84. Группа В05. Руководящий технический материал. Сварка автоматическая и ручная химнефтеаппаратуры из высоколегированных хромоникелевых и хромоникельмолибденовых коррозионностойких сталей. - Введ. 1985-05-01. – М.: Минхиммаш, 1986. – 62 с.

20 СТО 00220368-013-2009. Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из высоколегированных сталей. Введ. 2009-02-20. – Волгоград: ВНИИПТ химнефтеаппаратуры, 2009. – 75 с.

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		81

Приложение А Лист задание на ВКР

					<i>ДП 44.03.04.549 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82