

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
«__» _____ 2016 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ
ТОРМОЗНОГО ЦИЛИНДРА**

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: 615

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-501

А.М. Стецук

Руководитель:
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1	Технологический раздел	6
1.1	Описание изделия.....	6
1.2	Обоснование выбора конструкционного материала.....	6
1.3	Выбор способа сварки.....	7
1.4	Выбор сварочных материалов.....	14
1.5	Расчет параметров режимов сварки.....	15
1.6	Выбор оборудования.....	16
1.7	Разработка технологии.....	18
2	Экономический раздел.....	29
2.1	Определение капиталобразующих инвестиций.....	37
2.2	Расчёт количества оборудования и его загрузки.....	46
2.3	Расчет капитальных вложений.....	52
2.4	Расчет технологической себестоимости металлоконструкции.....	
2.5	Расчет полной себестоимости.....	
2.6	Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	
3	Методический раздел.....	59
3.1	Анализ квалификационных характеристик.....	59
3.2	Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических маши- нах».....	60
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	62
3.4	Разработка плана – конспекта.....	63
	Заключение.....	70
	Список использованных источников.....	71
	Приложение А – Лист задания.....	
	Приложение Б – Спецификация.....	

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 тормозного цилиндра.

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

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки тормозного цилиндра.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки тормозного цилиндра автоматической сваркой в среде CO₂.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки тормозного цилиндра;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки в среде CO₂;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

- разработать технологию сварки тормозного цилиндра;
- 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 тормозного цилиндра, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки тормозного цилиндра.

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 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

Окончание таблицы 1.1

Применение:	Электросварные трубы магистральных газопроводов высокого давления; сварные конструкции, листовые, клапанные конструктивные детали.
Зарубежные аналоги:	Нет данных

Таблица 1.2- Химический состав в % материала 14ХГС ГОСТ 19281 - 89

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.11 - 0.16	0.4 - 0.7	0.9 - 1.3	до 0.3	до 0.04	до 0.035	0.5 - 0.8	до 0.012	до 0.3	до 0.08

Таблица 1.3-Механические свойства при T=20°C материала 14ХГС

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5520-79			490	345	22		340-390	

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 1.2. 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.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

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

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. Нерасплавившаяся часть флюса собирается специальным пневмоотсосом в бункер и повторно используется.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

говой 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 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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

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.
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.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

1.4 Описание сварочных материалов

Электроды марки УОНИ-13/55 предназначены для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при работе в условиях пониженных температур. Сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз, постоянным током обратной полярности.

Основные характеристики металла шва и наплавленного металла

Механические свойства металла шва, не менее

- временное сопротивление разрыву, МПа: 510;
- предел текучести, МПа: 410;
- относительное удлинение, %: 20
 - Ударная вязкость, Дж/см², при температуре +20°C: 130
 - Ударная вязкость, Дж/см², при температуре -40°C: 100
 - Ударная вязкость, Дж/см², при температуре -60°C: 80

Химический состав наплавленного металла, %

- Углерод, не более: 0,12
- Марганец: 0,70-1,20
- Кремний: 0,20-0,50
- Сера, не более: 0,030
- Фосфор, не более: 0,030

Выбираем сварочную проволоку марки Св-08ХГ2С по ГОСТ 2246-70

Таблица 1.4 - Химический состав в % материала Св-08ХГ2С, ГОСТ 2246- 70

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0.05 - 0.11	0.7 - 0.95	1.7 - 2.1	до 0.25	до 0.025	до 0.03	0.7 - 1	до 0.018

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>			Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				15

В качестве защитного газа применяется углекислый газ.

Углекислый газ CO_2 не имеет цвета и запаха. Получают его из газообразных продуктов сгорания антрацита или кокса, при обжиге известняка и т. д. Поставляется в сжиженном состоянии в баллонах типа А вместимостью 40 л при максимальном давлении 20 МПа. Сварочная углекислота выпускается двух сортов: высшего — чистотой 99,8% и первого — чистотой 99,5%.

Углекислый газ, подаваемый в зону дуги, не является нейтральным, так как под действием высокой температуры он диссоциирует на оксид углерода и свободный кислород ($\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{O}$). При этом происходит некоторое окисление расплавленного металла сварочной ванны и, как следствие, металл шва получается пористым с низкими механическими свойствами.

1.5 Свариваемость стали

Свариваемость стали затрудняется ее легированием и разнообразием условий эксплуатации сварных конструкций (коррозионная стойкость, жаростойкость или жаропрочность). Общей сложностью сварки является предупреждение образования в шве и околошовной зоне кристаллизационных горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер, наблюдаемых в виде мельчайших микронадрывов и трещин. Горячие трещины могут возникнуть и при повышенных температурах.

Возможность предотвращения в швах горячих трещин достигается ограничением содержания в швах вредных (фосфора и серы) примесей. Это достигается применением сварочных материалов, минимально засоренных вредными элементами, например, электродных проволок, изготовленных из сталей вакуумной выплавки, электрошлакового переплава и т.д. Ограничивается также проплавление основного металла.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

При сварке многослойных швов, жестких соединений околошовная зона и нижние слои металла шва могут заметно упрочниться, значит, увеличивается вероятность охрупчивания швов.

$$C_{\Sigma} = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Ni/15 + Cu/13 \quad (1.1)$$

$$C_{\Sigma} = 0.14 + 0.9/6 + 0.5/5 + 0.3/15 + 0.3/13 = 0.43$$

Сталь обладает ограниченной свариваемостью. Необходим предварительный подогрев.

$$T = 350\sqrt{C_{\Sigma} - 0,25} \quad (1.2)$$

$$T = 350\sqrt{0,43 - 0,25} = 148^{\circ}\text{C}$$

Принимаем температуру предварительного подогрева $T=150^{\circ}\text{C}$.

1.6 Расчет режимов прихватки

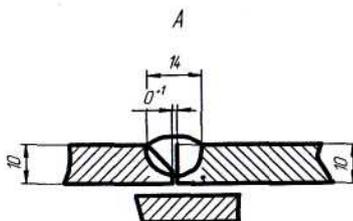


Рисунок 1.5-Эскиз соединения С9

Принимаем $d_{\Sigma} = 3 \text{ мм}$

Сварочный ток рассчитываем по формуле

$$I_c = K_I^{III} \cdot K_I^{III} \cdot d_{\Sigma}^{1.4}, \text{ А} \quad (1.3)$$

$$I_c = 20 \cdot 1 \cdot 3^{1.4} = 93 \text{ А}$$

Принимаем $I=93$ А

Таблица 1.5 - Значения коэффициента K_I^{III} в зависимости от типа покрытия

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

Таблица 1.6 - Значения коэффициента K_I^{III} в зависимости от положения шва

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

$$U_C = 12 + 0,36 \frac{I_C}{d_э}, \text{В} \quad (1.4)$$

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

Принимаем $U_C=24$ В

Общую площадь сечения шва $F_{НО}$ определяем по чертежу, а сечение корневого $F_{НК}$ и заполняющих $F_{НЗ}$ проходов можно рассчитывать приближенно по формулам

$$F_{НК} = (5...7) \cdot d_{эК} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ мм}^2 \quad (1.5)$$

Для прихватки принимаем $n=1$.

Скорость сварки V_C получаем из известного выражения коэффициента наплавки:

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

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

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

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

1.7 Расчет параметров сварки

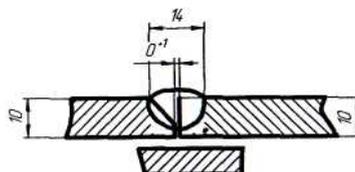


Рисунок 1.6-Эскиз соединения С9, ГОСТ 14771-76

1. Глубина проплавления

$$h_p = 0,8S - 0,5b \quad (1.6)$$

$$h_p = 0,8 \cdot 10 - 0,5 \cdot 1 = 7,5 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

2. Расчет площади наплавленного металла

$$F_H = F_{\Omega} + F_{\Pi} \quad (1.7)$$

$$F_{\Omega} = 0.73 \cdot e \cdot q \quad (1.8)$$

$$F_{\Omega} = 0.73 \cdot 16 \cdot 2 = 23,36 \text{ мм}^2$$

$$F_{\Pi} = b \cdot S$$

$$F_{\Pi} = 10 \cdot 1 = 10 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 23,36 + 10 = 33,36 \text{ мм}^2$$

3. Расчет диаметра сварочной проволоки

$$d_{\text{э}} = k_d \cdot F_H^{0.625} \quad (1.9)$$

$$d_{\text{э}} = 0.036 \dots 0.16 \cdot 33,36^{0.625} = 1,1 \div 1,5 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{э}} = 1,2 \text{ мм}$

4. Расчет значения сварочного тока

$$I_{\text{СВ}} = \frac{h_P}{k_d} \cdot 100 \quad (1.10)$$

$$k_d = 2.1 [3]$$

$$I_{\text{СВ}} = \frac{7,5}{2.1} \cdot 100 = 380 \text{ А}$$

5. Вылет электродной проволоки

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot d_{\text{э}} \quad (1.11)$$

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot 1.2 = 12 \text{ мм}$$

6. Коэффициент расплавления

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_3^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)} \quad (1.12)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 380^{(0,32)} \cdot 12^{(0,38)} \cdot 1,2^{(-0,64)} = 18,7 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

7. Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.13)$$

$$j = \frac{4 \cdot 380}{3,14 \cdot 1,2^2} = 338 \text{ А/м}^2,$$

8. Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \psi_n)}{100} \quad (1.14)$$

$$\psi_n = 3\% [4]$$

$$\alpha_n = 18,7 \cdot \frac{(100 - 3)}{100} = 18,2 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

9. Коэффициент потерь

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} j - 4,48 \cdot 10^{-4} j^2$$

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} 338 - 4,48 \cdot 10^{-4} 338^2 = 1,5 \%$$

10. Скорость сварки

$$V_{св} = \frac{\alpha_{нд} \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_H \cdot \rho} \quad (1.15)$$

$$V_{св} = \frac{18,2 \cdot 380}{3600 \cdot 0,33 \cdot 7,8} = 0,89 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 32 \text{ м/ч}$$

11. Напряжение на дуге

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

$$U_d = 15 + 0.05 \cdot I_{CB} \quad (1.16)$$

$$U_d = 15 + 0.05 \cdot 380 = 37,75 \approx 38 \text{ В}$$

12. Погонная энергия сварки

$$q_n = \frac{I_{CB} + U_d + \eta}{V_{CB}} \quad (1.17)$$

$$\eta = 0,75$$

$$q_n = \frac{380 \cdot 38 \cdot 0,75}{0,89} = 14570 \text{ Дж/см}$$

13. Коэффициент формы провара

$$\varphi_{\text{ПР}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{CB}) \frac{d_э \cdot U_d}{I_{CB}} \quad (1.18)$$

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

$$K' = 0,367 \cdot i^{0,1925} \quad (1.19)$$

$$K' = 0,367 \cdot 120^{0,1925} = 0,92$$

$$\varphi_{\text{ПР}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 380) \frac{1,4 \cdot 38}{380} \approx 1,55$$

14. Глубина проплавления

$$h = 0,081 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{\text{ПР}}}} \quad (1.20)$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

$$h_1 = 0,081 \sqrt{\frac{14570}{1.55}} = 7,8 \text{ мм}$$

15. Скорость подачи сварочной проволоки

$$V_{\text{ППР}} = \frac{4V_{\text{св}} \cdot F_H}{\pi d^2} \quad (1.21)$$

$$V_{\text{ППР}} = \frac{4 \cdot 32 \cdot 33}{3,14 \cdot 1,2^2} = 738 \text{ м/ч}$$

16. Расход защитного газа

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot 380^{0,75} \approx 17 \text{ л/мин}$$

Таблица 1.8 - Режимы автоматической сварки в среде защитных газов

Обозначение сварного шва	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока $I_{\text{св}}, \text{А}$	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
С9	1,2	380	38	32	738
С10	1,2	380	38	32	738

1.8 Выбор оборудования

В качестве оборудования для выполнения прихваток выбираем выпрямитель ВДУ-306.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23



Рисунок 1.7 -Выпрямитель ВДУ-306

Таблица 1.9 – Технические характеристики ВДУ-306

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 выполнения сварочных работ выбираем следующее оборудование:

1. Автоматическая сварочная головка



Рисунок 1.8 -Техническая характеристика автомата А1416

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	от руки	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.615 ПЗ

Лист

25

скорость		
Регулировка угла наклона электрода (мундштука)	±25 гр. ручное	
Маршевая скорость перемещения сварочной головки	950 м/ч	
Масса сварочной головки	320-295 кг	
Масса источника питания	275 кг	550 кг
Габаритные размеры сварочной головки	960×860×1860 мм	
Габаритные размеры источника питания	805×600×1030 мм	960×680×890 мм

2. Выпрямитель ВДУ-506С



Рисунок 1.9 -Выпрямитель ВДУ-506С

Таблица 1.11-Технические характеристики выпрямителя

Напряжение питающей сети, В	3х380
Номинальный сварочный ток при ПВ-100%, А	500

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

OmniScan настолько небольшой и лёгкий (всего 4,6 кг), что его можно использовать на любом объекте, как внутри помещения, так и на улице. Время работы OmniScan составляет минимум 6 часов, благодаря двум литий-ионным аккумуляторам.



Рисунок 1.10 -Дефектоскоп OmniScan

1.11 Технологическая карта

Таблица 1.12 - Технологическая карта

№ операции	Наименование операции	Режимы операции	Оборудование и инструмент
1	2	3	4
005	Складирование Провести сбор материала на складе		Кран балка грузоподъемностью 5 тонн
010	Резка Провести резку листового материала		Установка для резки GZ-4000
015	Правка Провести правку листов		Машина МЛЧ 1725
020	Очистка Очистить материал		Дробеструйная установка УДГ-6700
025	Вальцовка Завальцевать обечайку		Вальцовочный стан СВА-900-2

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки тормозного цилиндра, изготавливаемой из стали марки 14ХГС с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

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 центратора, инверторный сварочный аппарат «Ресанта САИ 220», выпрямитель ВДУ-506с, электроды УОНИ 13/55 диаметром 4 мм.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки тормозного цилиндра на автоматическую сварку в смеси газов К18.

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:

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

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{нз}$ – 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.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

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 $\Sigma L_{шв} = 23,34$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 19,8$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 5,76$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{23,34}{5,76} = 4,05 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{23,34}{19,8} = 1,2 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) 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 $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = 0,405 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,12 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

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, $L_{шв} = 23,34 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 23,34 \cdot 0,6 = 14 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

$$t_{кр} = 23,34 (0,6 + 1,2 \cdot (2 - 1)) = 42 \text{ мин 9 базовый вариант)}$$

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 12.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

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_g

$$t_g = 0,083 + 0,14 + 0,14 + 0,21 + 0,14 = 0,713 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_g = 0,083 + 0,42 + 0,42 + 0,21 + 0,14 = 1,273 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 4,05 = 0,28 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,2 = 0,084 \text{ ч.}$$

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

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

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

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 10,6 = 0,74 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 2,8 = 0,196 \text{ ч.}$$

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

$$T_{шт-к} = 4,05 + 0,405 + 1,273 + 0,28 + 0,28 = 6,29 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 1,2 + 0,12 + 0,713 + 0,084 + 0,084 = 2,2 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 6,29 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 2,2 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

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.

$$T_{произв. пр.} = 6,29 \cdot 1000 = 6290 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 2,2 \cdot 1000 = 2200 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

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 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

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

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

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

$$C_p = \frac{6290}{1914 \cdot 1,2} = 2,74; \text{ примем } C_{\text{п}} = 3 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{2200}{1914 \cdot 1,2} = 0,96; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{п}}$ 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:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{\text{п}}}$$

где K_3 - коэффициент загрузки оборудования;

C_p - количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

$C_{\text{п}}$ - принятое количество оборудования, шт.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

$$K_3 = \frac{2,74}{3} = 0,91 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,96}{1} = 0,96 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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 выравнивания листового металла серии WDUBR	руб./шт.	500000	500000
Установка плазменной резки Master Cut PR 6000x1500x25	руб./шт.	1000000	1000000
Трехвалковая листогибочная машина Акуарак серии АН	руб./шт.	600000	600000
Стенд для сборки продольных стыков обечаек	руб./шт.	1200000	1200000
Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»	руб./шт.	10000	10000
Ультразвуковой дефектоскоп А1550 Intro Visor	руб./шт.	30000	300000
Сварочный аппарат «Ресанта САИ 220», Ц опт, 3 шт.	руб./шт.	30000	
Выпрямитель ВДУ-506	руб./шт.	80000	
Сварочный автомат А-1406 с источником питания ВДУ-506	руб./шт.	-	550000
Центратор	руб./шт.	785000	785000

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

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

$$K_{OB} = \Sigma K_{OBj} \cdot C_{II} \cdot K_3, \text{ руб.} \quad (2.8)$$

где K_{OBj} – балансовая стоимость оборудования, руб;

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

K_3 – коэффициент загрузки оборудования. $K_3 = 1$

$$K_{OB} = 123200 \cdot 3 \cdot 1 = 369600 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{OB} = 616000 \cdot 1 \cdot 1 = 616000 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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	123200	5845000
Количество штук	3	1
Балансовая стоимость, руб	123200	616000
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб	369600	616000

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:

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

$$C_T = M_3 + Z_Э + Z_{пр},$$

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, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (M_3 , руб.) рассчитываются по формуле

$$M_3 = C_{ом} + C_{ЭН} + C_{др}$$

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

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

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

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 14ХГС.

$$C_{\text{км}} = m_{\text{к}} \cdot Ц_{\text{км}}$$

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

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

$$C_{\text{км}} = 1,7 \cdot 189000 = 321300 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 321300 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08А и электроды проводим по формуле

$$C_{\text{св.пр}} = M_{\text{нм}} \cdot \psi \cdot Ц_{\text{сп}} \cdot K_{\text{тр}}, \text{ руб}$$

где $M_{\text{нм}}$ - масса наплавленного металла, кг;

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки = 1,15-1,20);

$Ц_{\text{с.п.}}$ - 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 $M_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле

$$M_{\text{нм}} = V_{\text{нм}} \cdot \rho_{\text{нм}},$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

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

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

$$M_{HM} = 933,6 \cdot 7,8 = 7282 \text{ г} = 7,282 \text{ кг}$$

Объем наплавленного металла V_{HM} рассчитывается по формуле

$$V_{HM} = L_{шв} \cdot F_0$$

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

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см .

$$V_{HM} = 2334 \cdot 0,4 = 933,6 \text{ см}^3$$

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

$$C_{св.пр} = 7,282 \cdot 1,2 \cdot 800 \cdot 1,05 = 7340,26 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{св.пр} = 7,282 \cdot 1,2 \cdot 200 \cdot 1,05 = 1835,06 \text{ руб. (проектируемый вариант-сварка в защитной смеси К-18).}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле

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

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

$q_{зг}$ - расход флюса, защитного газа, кг/мин ; л/мин .;

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

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

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.615 ПЗ

Лист

41

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

$$t_{\text{осн}} = \frac{23.34}{5.76} = 4.05\text{ч} = 243 \text{ мин (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{23.34}{19.8} = 1.2\text{ч} = 72 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

Расход защитного газа $q_{3r} = 10$ л/мин.

$C_{3r} = 72 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 17,75 \cdot 1,05 = 14760,9$ руб. (проектируемый вариант- защитная смесь K18).

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{\text{эн}}$, 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

$$Z_{\text{э}} = \alpha_{\text{э}} \cdot W \cdot Ц_{\text{э}}, \text{ руб}$$

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

W — расход электроэнергии, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$;

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

$$Z_{\text{э}} = 8 \cdot 7,282 \cdot 3,16 = 184,09 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{э}} = 5 \cdot 7,282 \cdot 3,16 = 115,06 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

$$M_3 = C_{\text{ом}} + C_{\text{ЭН}} + C_{\text{др}}$$

По базовому варианту:

$$M_3 = 321300 + 7340,26 + 184,09 = 328824,35 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$M_3 = 321300 + 14760,9 + 115,06 = 336175,96 \text{ руб.}$$

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

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{в}}}$$

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

$\Phi_{\text{др}}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{\text{др}} = 1870$ час);

$K_{\text{в}}$ - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{6290}{1870 \cdot 1,1} = 3,05 \text{ примем } Ч_{\text{ОР}} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{2200}{1870 \cdot 1,1} = 1,07 \text{ примем } Ч_{\text{ор}} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 4 сварщика, по новой измененной технологии работают 2 сварщика.

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 заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

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

$$З_{пр} = З_{по} + З_{пд}$$

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

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

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

$$З_{пр} = Р_{сд} + К_{пр} + К_{д} + К_{сс} + Д_{вр}$$

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

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

K_d - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_d = 1,2$.

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

Рассчитанное $T_{шт-к} = 6,29 \text{ ч.} = 377,4 \text{ мин.}$ (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 2,2 \text{ ч.} = 132 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант).

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

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60}$$

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

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

$$P_{сд} = \frac{50 \cdot 377,4}{60} = 314,5 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{сд} = \frac{60 \cdot 132}{60} = 132 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

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

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

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

Коэффициент в пределах (0,10.. .0,31).

$$D_{вр} = \frac{50 \cdot 377,4 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,63 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$D_{вр} = \frac{60 \cdot 132 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,26 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

$$З_{пр} = 314,5 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,63 = 386,36 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$З_{пр} = 132 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,26 = 66,92 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

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

$$З_{зд} = K_d \cdot З_{по} \cdot K_{cc}$$

где $З_{зд}$ - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$З_{по}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

K_d - коэффициент дополнительной заработной платы. $K_d = 1,13$;

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

$$З_{зд} = 1,13 \cdot 386,36 \cdot 1,3 = 567,56 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{зд} = 1,13 \cdot 66,92 \cdot 1,3 = 98,31 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

где C_T - технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{np} = C_A + C_p + P_{ПР}$$

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» ($P_{ПР}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

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_v - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_v = 1,1$.

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

$$C_A = \frac{123200 \cdot 14.7 \cdot 3 \cdot 6.29}{100 \cdot 1914 \cdot 1.1} = 162.32 \text{ (базовый вариант)}$$

$$C_A = \frac{616000 \cdot 14.7 \cdot 1 \cdot 2.2}{100 \cdot 1914 \cdot 1.1} = 94.62 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}$$

где $K_{об}$ - 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;

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

$$C_p = \frac{616000 \cdot 3}{100} = 18480 \text{ руб}$$

на производственную программу или 18,48 руб./на металлоконструкцию (18480 руб./1000 шт), - проектируемый вариант.

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

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot ЗП_0}{100}$$

где ЗП₀ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{953920 \cdot 10}{100} = 95392 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{165230 \cdot 10}{100} = 16523 \text{ руб (базовый вариант)}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}$$

где C_д - затраты на амортизацию оборудования, руб

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

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

$$P_{\text{пр}} = 162,32 + 11079 + 95392 = 106633,32 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 94,62 + 18480 + 16523 = 35097,62 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.615 ПЗ

Лист

50

В статью «Общехозяйственные расходы» ($R_{хоз}$ 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

$$R_{хоз} = \frac{\%R_{пр} \cdot З_{п0}}{100}$$

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

$R_{хоз}$ - процент общехозяйственных расходов, %.

$$\%R_{хоз} = 25.$$

$R_{хоз}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$R_{хоз} = \frac{25 \cdot 386,36}{100} = 96,59 \text{ (базовый вариант)}$$

$$R_{хоз} = \frac{25 \cdot 66,92}{100} = 16,73 \text{ (проектируемый вариант)}$$

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

$$C_{пр} = 9182648 + 106633,32 + 96590 = 9280304 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{пр} = 635081 + 35097,62 + 16730 = 686909 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_k , 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:

$$P_k = \frac{\%P_k \cdot C_{пр}}{100}$$

где $\%P_k$ - процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_k$ -0,1-0,5%.

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 9280304}{100} = 9280 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 686909}{100} = 686,9 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

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

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

$$C_{п} = C_{пр} + P_k,$$

где P_k - коммерческие расходы, руб.

$$C_{п} = 9280304 + 9280 = 928958,4 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{п} = 686909 + 686,9 = 687596 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 16

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

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

$$\Delta C = (9182648 - 635081) 1000 = 8547567 \text{ тыс. руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте ниже технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на вспомогательные материалы (проволока, газ)

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

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

$$П = В - C_{\Pi},$$

где В - выручка от реализации продукции;

C_{Π} - полная себестоимость.

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

$$\Delta C_{\Pi} = C_{\Pi 1} - C_{\Pi 2},$$

где $C_{\Pi 1}$ $C_{\Pi 2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия Ц по формуле

$$Ц = C_n \cdot K_p,$$

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

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

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.

$$Ц_1 = 928958,4 \cdot 1,3 = 1207646 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 687596 \cdot 1,5 = 1031394 \text{ руб.}$$

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

$$B = Ц \cdot N$$

где N - годовой объем производства продукции.

$$B_1 = 1207646 \cdot 1000 = 1207646000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 1031394 \cdot 1000 = 1031394000 \text{ руб.}$$

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.

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

$$\Pi_1 = 1207646000 - 928958,4 = 1206717042 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 1031394000 - 687596 = 1030706404 \text{ руб.}$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1; \quad (30)$$

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

$$\Delta\Pi = 1030706404 - 1206717042 = -176010638 \text{ руб.}$$

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

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер}}$$

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.

$$N_{кр1} = \frac{928958,4 - 9182648}{1207646 - 9280304} = 10,2 \text{ шт}$$

$$N_{кр2} = \frac{687596 - 635081}{1031394 - 686909} = 1,5 \text{ шт}$$

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

Расчет рентабельности продукции, R, проводим по формуле

$$R = \frac{\Pi}{C_n} 100$$

$$R1 = \frac{1206717042}{928958,4} 100 = 30\%$$

$$R2 = \frac{1030706404}{687596} 100 = 50\%$$

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

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{\text{Ч}_{ор}}$$

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

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

$$\Pi_{тр1} = \frac{1207646}{4} = 3019115 \text{ руб/чел} = 3019,115 \text{ тыс. руб/чел}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{10313940}{2} = 5156970 \text{ руб/чел} = 5156,970 \text{ тыс. руб/чел}$$

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

$$T_0 = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi}$$

где ΔK_d - дополнительные капитальные вложения, руб.;

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

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

$$T_0 = \frac{5911000}{2503418} = 2,4 \text{ года}$$

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	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	11297220	25646040	14348820
3	Капитальные вложения, К	руб.	5664600	5911000	246400
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, Ст	руб.	9182648	635081	8547567
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, Сп	руб.	928958,4	687596	241362,4
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	1206717042	1030706404	176010638
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{ТР}	тыс.руб./чел.	3019,115	5156,970	2137,85
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Ток)	лет	2,4		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	11	2	9

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

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, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 2 человека.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59

3 Методический раздел

Проблема, решаемая в методической части дипломного проекта состоит в том, какими должны быть структура и содержание программы обучения сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах, если организовать переподготовку на предприятии. Поэтому, в методической части дипломного проекта будут рассмотрены вопросы организации обучения высококвалифицированных сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах в специально создаваемых структурах в настоящее время – центрах обучения персонала.

Целью методической части является разработка программы переподготовки рабочих «Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 разряда до 5 разряда.

Задачи, решаемые в методической части дипломного проекта:

- анализ квалификационных характеристик и планирование содержание обучения;
- разработка учебного плана подготовки сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработка тематического плана по предмету «Специальная технология»;
- разработка плана урока по теме «Оборудование автоматической сварки.

3.1 Анализ квалификационных характеристик «Электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 и 5 разрядов

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка ответственных сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка под флюсом неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавка дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавка сложных и ответственных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Должен знать: устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основные законы электротехники в пределах выполняемой работы; способ испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов.

Проанализировав квалификационные характеристики «Электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 и 5-ого разряд выяснили, что переподготовка рабочих может проводиться в минимальные сроки, т.е. в течение 1 месяца, т.к. рабочие-сварщики имеют первоначальные знания и умения в профессиональной области:

- знают устройство и принцип работы электрооборудования;
- знают и умеют выполнять технологические приемы подготовки, сборки и сварки изделий;
- знают виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения

3.2 Разработка учебного плана обучения электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах

Учебный план подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5 разряда приведен в таблице 3.1.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

Таблица 3.1 – Учебный план

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	44
1.1	Экономический курс. Основы рыночной экономики и предпринимательства	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Электротехника	4
1.4.	Специальная технология:	32
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	96
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, газовой аппаратурой, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	6
2.2	Подготовка автомата к работе, присоединение редукторов, осушителей и подогревателей газа.	6
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока и защитного газа. Регулирование подачи сварной проволоки.	6
2.4	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков в нижнем положении.	6
2.5	Многослойная наплавка	6
2.6	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборками и установкой режима	6
2.7	Сварка пластин в стык в нижнем и вертикальном положениях сварного шва	6
2.8	Сварка прямолинейных угловых швов	6
2.9	Сварка кольцевых швов с поворотом и без поворота свариваемых деталей	6
2.10	Комплексные работы	42
	КОНСУЛЬТАЦИИ	4
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	8
	Итого:	152

В учебном плане представлено обучение в объеме 152 часов из них теоретический курс 44 часов, а практический курс – 96 часов.

Всего обучение продолжается 1 месяц. Остановимся на предмете «Специальная технология»

3.3 Разработка тематического плана изучения предмета «Специальная технология»

Тематический план – это документ, отражающий целевые установки и содержательную основу учебного предмета по соответствующему учебному плану, логику построения курса, принципы выбора технологий обучения, методов контроля достигнутого образовательного уровня.

По данной программе изучается предмет «Специальная технология», на который отводится 32 часа. Тематический план предмета приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Тематический план предмета «Специальная технология»

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Распределение по видам (час)				
		Всего	Теория	ЛЗ	ПЗ	С/Р
1	Раздел 1 . Общие сведения.	2	2			
2	Раздел 2. Технология и оборудование автоматической сварки	8	4	2	2	
3	Раздел 3. Технология и оборудование автоматической сварки под флюсом	12	6	2	2	2
4	Раздел 4. Технология и оборудование автоматической сварки в защитных газах	8	2	2	2	2
5	Раздел 5. Нормирование сварочных работ	2	2			
	ИТОГО	32	16	6	6	4

В плане выберем тему «Технология и оборудование автоматической сварки в среде защитных газов ». На изучение, которой отводится 8 часов из них 2 часа теории, 2 часа лабораторных занятий, 2 часа практических занятий и 2 час самостоятельной работы.

В ходе самостоятельной работы, на которую отводится также 2 часа, обучаемые готовятся к урокам теоретического обучения, к практическим и лабораторным занятиям и работают с рабочей тетрадью, разделы которой они представляют на проверку преподавателю после изучения темы.

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

Тема программы: Технология и оборудование автоматической сварки в среде защитных газов

Тема урока: «Оборудование автоматической сварки в среде защитных газов»

Цели урока:

Образовательная

- сформировать у обучающихся знания об оборудовании для автоматической сварки в среде газов.
- 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, упражнения

Учебно-материальное оснащение: плакат «Сварочная головка А-1416»

Таблица 3.3 – План – конспект урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Методика действия и приемы
1	2	3
Организационный этап 3 мин.	Здравствуйте. Прекратите разговоры, и проведем переключку	Взаимное приветствие педагога и обучающихся, проверка отсутствующих
Мотивация 2 мин.	Изучаемая сегодня тема является базовой для вашей работы, обратите на это внимание, смотрите, слушайте, записывайте и запоминайте. Помните, что только подготовленный квалифицированный рабочий может найти свое место в жизни	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).

Проверка домашнего задания
15 мин.

«Сегодня мы займемся изучением оборудования автоматической сварки

Вопрос 1. Какие виды сварки металлов вообще вы уже знаете.
Ответ: газовая, ручная дуговая, контактная.

Вопрос 2. Какие способы восстановления деталей машин с увеличением поперечного размера можете предложить?
Ответ: Наплавка

Вопрос 3. Что такое сварочная дуга?
Ответ:
Направленный поток ионизированных частиц, разогревающих сварочную ванну.

Вопрос 4. Для чего применяется дуговая сварка?
Ответ – для сварки металлов преимущественно стали

Вопрос 5 С помощью каких устройств осуществляются процессы дуговой сварки
Ответ С помощью сварочных трансформаторов
А также применяются электроды сварочные.

Перейти к актуализации опорных знаний.
Проводить устный фронтальный опрос.
Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах.
После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся.
Наблюдать и фиксировать, кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
<p>Сообщение нового материала 40 мин.</p>	<p style="text-align: center;">Основные сведения</p> <p>Сварка в серийном производстве основном автоматический или полуавтоматический процесс. Вид автоматической сварки обеспечивает высокую производительность (до 40 кг в час) и качество сварного шва. Для этого процесса следует правильно выбрать напряжение и скорость подачи электрода. Значение этих параметров должно обеспечивать горение дуги под слоем флюса или в среде защитного газа, но в то же время на определенной высоте над основным металлом. При автоматической сварке механизированы все основные рабочие движения и операции: возбуждение и поддержание горения дуги, подача электрода, перемещение электрода вдоль свариваемых кромок со скоростью сварки, защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (по необходимости), колебательные движения электрода (по необходимости), прекращение процесса сварки и заварка кратера в конце шва и пр. В связи с этим различают инструмент и приспособления для ручной сварки, сварочный полуавтомат или автомат (самоходная или подвесная головка), станок и установку для полуавтоматической или автоматической сварки. Сварочный автомат АДФ-1005 Урал предназначен для дуговой сварки под флюсом постоянным током 300 - 1200 А электродной проволокой диаметром 3-6 мм. В комплект автомата АДФ-1005 входят сварочный трактор, шкаф распределительного устройства и сварочный преобразователь ПС-1000.</p> <p>Конструкция сварочного трактора АДФ-1005 идентична конструкции трактора автомата АДС-1000-2, за исключением установки на пульте амперметра и вольтметра для измерения постоянного тока. Шкаф управления</p>	<p>Акцентировать внимание учащихся на важности темы, повысить внимание и заинтересованность. Во время объяснения нового материала проходить по аудитории и обращать внимание на то. Чем занимаются обучающиеся, слушают внимательно, не отвлекаются.</p> <p>При рассказе стоять в стороне от плаката и указкой показывать сущность процесса.</p> <p>Используем плакат «Автоматическая сварка: сварочный автомат» для демонстрации процессов сварки плавящимся электродом и физики процесса сварки.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.615 ПЗ

Лист

66

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Оборудование</p> <p>Сварочной установкой называется комплекс, в состав которого входит следующее оборудование: а) электросварочное - сварочный аппарат, источник сварочного тока, аппаратура регулирования и контроля сварочного процесса; б) механическое – устройства и механизмы для крепления сварочного аппарата и движения его или изделия в заданном направлении, устройства для размещения и перемещения сварщиков, а также аппаратура контроля и регулирования; в) вспомогательное – флюсовая и газовая аппаратура, токоподводы, устройства и механизмы для зачистки места под сварку, устройства и механизмы для очистки шва и прилегающей зоны изделия от шлаковой корки и брызг металла, устройство для очистки зоны обслуживания от пыли и вредных газов.</p> <p>Эффективность применения механизированной сварки зависит от совершенства сварочного оборудования и аппаратуры, для развития которых рекомендуется обеспечить: а) максимальную механизацию и автоматизацию технологического цикла сварки; б) максимальную производительность и эффективность сварки, в том числе применение сварки одного или нескольких швов одновременно несколькими головками (так называемая многоголовчатая сварка); в) применение программного управления для автоматизации сварочных операций; г) соблюдение эргономических и эстетических требований к оборудованию.</p> <p>Элементы оборудования рабочего места.</p> <p>Немаловажную роль в увеличении производительности труда электросварщика и качества сварки зависит от условий, в которых производятся сварочные работы, другими словами от того, как правильно организовано рабочее место сварщика (сварочный пост).</p>	<p>Акцентируется внимание на плакате «Сварочный автомат А-1416»</p> <p>Плакат «Сварочный автомат А-1416», объяснить каждое требование</p> <p>Записать основные показатели и требования эффективности процесса автоматической сварки</p>

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Рабочее место сварщика может быть расположено в зависимости от выполняемой работы, непосредственно у свариваемого изделия или в специальных кабинах. При сварке больших размеров непосредственно у свариваемого изделия. Такое место, как правило, является передвижным, оно ограждается переносными щитами. При сварке же небольших изделий рабочее место оборудуют в специальных кабинах, а постоянных местах. Переносные рабочие щиты и кабины для сварщиков, кроме других функций, служат для защиты рядом работающих сварщиков и других рабочих от излучений электрической дуги.</p> <p>Спецодежда сварщика изготавливается из плотного брезента или сукна. Она не должна иметь открытых карманов. Обувь должна иметь глухой верх рукавицы сварщика должны изготавливаться из кожи, плотного брезента или асбестовой ткани. При работе в закрытых сосудах пользование диэлектрическими калошами и резиновыми ковриками, испытанными на электрический пробой в соответствии с правилами техники безопасности является обязательным.</p> <p>Общие требования для автоматической сварке.</p> <p>Для автоматической сварки плавящимся электродом, предъявляется ряд общих требований:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение стабильности горения дуги и процесса сварки; 2. Получение заданного химического состава металла сварных швов и их свойств; 3. Обеспечение хорошего формирования металла и шлаков; 4. Получение швов без трещин, с минимальным количеством шлаковых включений и пористостью; <p>Легкая отделяемость шлаковой корки от поверхности швов.</p> <p>Решение этих задач связано с состав свариваемого металла и применяемой электродной проволоки. В связи с этим применяют и разнообразные флюсы</p>	<p>Записать основные показатели и требования эффективности процесса автоматической сварки</p> <p>Записать на доске и сформулировать с обучающимися общие требования к условиям сварочной работы</p> <p>Рассказываю о рабочем месте сварщика</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.615 ПЗ

Лист

68

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 квалификационную характеристику рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план- конспект урока по предмету «Спецтехнология»,
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале работы над дипломным проектом была поставлена задача разработать технологию сборки и сварки тормозного цилиндра.

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы.

В проекте разработана технология сборки-сварки тормозного цилиндра из стали 14ХГС. Произведен выбор способа сварки и необходимых сварочных материалов, подбор оборудования для автоматической сварки в среде защитных газов. Рассчитаны параметры режимов сварки. Описан необходимый контроль.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка экономической эффективности конструкторско-технологических решений, обеспечивающих экономию затрат на выполнение автоматической сварки тормозного цилиндра по сравнению с РДС.

В методическом разделе разработана программа обучения рабочих на предприятии.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

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 Глизманенко, Д.Л. Сварка и резка металлов: учеб.пособие / Д.Л. Глизманенко. - М.: Высш. шк, 1975. - 479 с.
- 3 Грачева, К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства - М.: Машиностроение, 1984. - 368с.
- 4 Гуревич, СМ. Справочник по сварке металлов / СМ. Гуревич. - Наукова думка, 1981. – 608 с.
- 5 Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Экономика, 1989. – 32 с.
- 6 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.
- 7 Ерохин, А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки/ А.А. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1964. - 356 с.
- 8 Зубченко А.С, Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.
- 9 Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
- 10 Патон, Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.
- 11 Рыжков, Н.И. Производство сварочных конструкций в тяжелом машиностроении / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. – 375 с.
- 12 Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

13 Кругликов, Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: пособие для студентов высш. пед. учеб, заведений / Г.И. Кругликов, - М: Издательский центр «Академия», 2002. - 80 с.

14 Жученко, А.А. Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание / А.А Жученко Г.М., Романцев, Е.В. Ткаченко. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

15 Практикум по методике преподавания машиностроительных дисциплин: учеб. пособие / А.М. Копейкин, В.И. Никифоров. Б А. Соколов и др.: Под ред. В.И. Никифорова. – 315 с.

16 Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина. - Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос гос. проф.-пед. ун-т, 2008. - 38 с.

17 ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 60 с.

18 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1970. – 59 с.

					<i>ДП 44.03.04.615 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73