

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА КОНВЕРТЕРА**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 723

Екатеринбург 2018

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Разработка технологического процесса изготовления корпуса
конвертера**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-404С _____ А.Ю. Большев

Руководитель:
ст. преподаватель _____ Е.В. Радченко

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

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 89 листов машинописного текста, 19 рисунков, 14 таблиц, 30 использованных источников литературы, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОНВЕРТЕР, РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМОВ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

В дипломном проекте разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки под слоем флюса металлургического конвертера, подобрано оборудование.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

В экономической части дипломного проекта представлено технико-экономическое обоснование изготовления сварной конструкции.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления металлургического конвертера с использованием автоматической сварки под флюсом.

В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления металлургического конвертера, 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 конвертера.

					<i>ДП 44.03.04. 723 ПЗ</i>					
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработка технологического процесса изготовления корпуса конвертера</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Большев А.Ю</i>						2	88	
<i>Руковод.</i>		<i>Радченко Е.В.</i>								
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плаксина Л.Т.</i>						<i>ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-404с</i>		
<i>Утверд</i>		<i>Гузанов Б.Н.</i>								
					<i>Пояснительная записка</i>					

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Технологический раздел	7
1.1 Описание конструкции	7
1.2 Химический состав и свариваемость	8
1.3 Выбор вида сварки и сварочных материалов	11
1.4 Выбор сварочных материалов	17
1.5 Расчёт режимов сварки	18
1.6 Выбор необходимого технологического оборудования.....	34
1.7 Сборка-сварка конвертера	43
2 Экономическая часть	47
2.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных.....	48
2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	51
2.3 Расчет численности производственных рабочих	53
2.4 Расчет капитальных вложений в приобретение оборудования и про	54
2.5 Расчет материальных затрат	56
2.5.1 Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$).....	56
2.5.2 Расчет затрат на электродную проволоку Св-08ГА	57
2.5.3 Расчет затрат на флюс	58
2.6 Расчет полной себестоимости.....	66
2.7 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	67
3 Методическая часть	73
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	74
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	78
3.3 Разработка плана занятия по предмету «Специальная технология»	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	86
Приложение А Спецификация	89

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

ВВЕДЕНИЕ

При сооружении большинства предприятий тяжелой промышленности важное место занимает изготовление технологических аппаратов, листовых емкостных конструкций, трубопроводов больших диаметров, например, реакторов, регенераторов, цилиндрических и сферических резервуаров, газгольдеров в нефтехимическом производстве; воздухонагревателей, скрубберов, электрофильтров и газовоздуховодов в черной металлургии; декомпозиров, отстойников, смесителей в цветной металлургии.

На заводах практически все соединения выполняют с помощью, механизированной или автоматической сварки.

Методы изготовления и монтажа технологической аппаратуры, емкостных сооружений постоянно совершенствуются. Снижению трудоемкости и стоимости работ, сокращению сроков строительства способствует реализация комплекса мероприятий, как перечисленных выше, так и ряда других.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки корпуса металлургического конвертора.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления корпуса металлургического конвертора с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления корпуса конвертора;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

- разработать технологию сборки-сварки корпуса металлургического конвертора;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления корпуса металлургического конвертора, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки корпуса конвертера.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

1 Технологический раздел

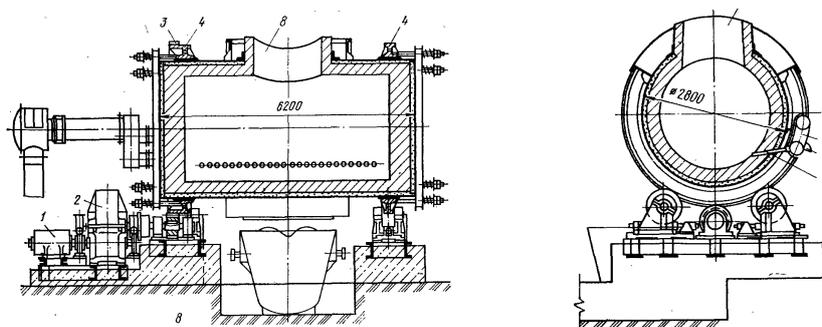
1.1 Описание конструкции

Основная цель процесса конвертирования - получение черновой меди за счет окисления железа и серы и некоторых сопутствующих компонентов.

Конвертор металлургический горизонтальный представляет собой железный сварной кожух с торцовыми днищами, футерованный хромомagneзитовым кирпичом. Вблизи торцовых днищ на корпусе закреплены два опорных банджа. Рядом с одним из них установлен зубчатый венец, соединенный через редуктор с электроприводом. С помощью этого устройства конвертер поворачивается вокруг горизонтальной оси.

Для избежания деформаций на корпус конвертора в нижней части, в местах бандажей и горловины навариваются панели.

Все обслуживание конвертера (загрузка, слив расплавов, удаление газов) осуществляют через горловину, находящуюся в средней части корпуса. Подачу воздуха в конвертер производят через фурмы, расположенные на одной стороне корпуса по его образующей.



1 электродвигатель; 2 редуктор; 3 зубчатый венец; 4 опорные бандажы;
5 фурма-коллектор; 6 шариковый клапан; 7 фурменная трубка; 8 горловина

Рисунок 1- Горизонтальный конвертер

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

1.2 Химический состав и свариваемость

Марка: 09Г2С

Классификация: Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций

Дополнение:

Сталь кремнемарганцовистая; по ГОСТ 27772-88 соответствует стали для строительных конструкций С345

Применение:

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до +450 С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей.

Таблица 1- Химический состав в % стали 09Г2С, ГОСТ 19281-2014 [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0.12	0.5 - 0.8	1.3 - 1.7	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Плотность стали 09Г2С = 7850 кг/м³

Технологические свойства стали 09Г2С

Температураковки

Начала 1250, конца 850.

Свариваемость

сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Обрабатываемость резанием

В нормализованном, отпущенном состоянии при $\sigma_B = 520$ МПа
К_{увтв.спл.} = 1,6, К_{уб.ст.} = 1,0.

Склонность к отпускной способности

не склонна

Свариваемостью называют свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. На свариваемость стали наибольшее влияние оказывает ее химический состав.

При оценке свариваемости стали помимо химического состава учитываются: конструктивные формы изделий, технологические особенности сварки, физические свойства металла, склонность к закаливанию, образованию трещин при сварке и после охлаждения, коррозионная стойкость при различных температурах, прочность, пластичность, вязкость и другие характеристики.

Различают два вида трещин в шве и зоне термического влияния: горячие и холодные.

Горячие или кристаллизационные трещины образуются при высокой температуре в период кристаллизации сварного соединения. На их образование влияют высокая скорость охлаждения и, как следствие, увеличение темпов деформации в сочетании с неблагоприятным химическим составом. Увеличенное содержание углерода, серы, меди и некоторых других элементов вызывает их межкристаллитную ликвацию, в результате чего замедляется затвердевание жидкого сплава между кристаллами. Это ослабляет их связь и при термической деформации приводит к образованию макроскопических трещин. Неблагоприятная форма сварного соединения также может вызвать образование горячих трещин. Горячие трещины, несмотря на их незначительную величину, могут вызывать ослабление сварного соединения и его разрушение, особенно при переменных или динамических нагрузках.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Холодные трещины возникают в швах и в зоне термического влияния при более низких температурах в процессе структурных изменений при охлаждении сварного соединения. Наиболее часто они возникают в сварных соединениях из закаливающих средне- и высоколегированных сталей. Они могут зарождаться и распространяться в течение нескольких часов или даже суток после сварки. Холодные трещины- наиболее опасный дефект, и для его предупреждения должны быть приняты меры по подбору более качественных материалов для сварки (основной металл, электроды), а также по применению оптимальной технологии сварки (правильная последовательность выполнения швов, проведение термической обработки и др.).

Для приближенной оценки влияния термического цикла сварки на закаливаемость околошовной зоны и ориентировочного определения необходимости снижения скорости охлаждения за счет предварительного подогрева можно пользоваться так называемым эквивалентом углерода. Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что $C_3 < 0,45\%$, то данная сталь может свариваться без предварительного подогрева; если $C_3 \geq 0,45\%$, то необходим предварительный подогрев, тем более высокий, чем выше значение C_3 .

Условия сварки углеродистых и низколегированных сталей рассчитываем по формуле:

$$C_3 = C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/15 + Mo/4 + V/5 + Cu/13 + P/2, \quad [4. 201] (1)$$

где символы элементов означают процентное содержание их в стали.

$$C_{э\text{кв}} = 0,12 + 1,3/6 + 0,3/5 + 0,3/15 + 0,3/13 = 0,43\%$$

Таким образом, основной металл не склонен к образованию холодных трещин.

Так как значение $C_3 = 0,52$, которое входит в промежуток $C_3 \geq 0,45\%$ сварку производить с высоким подогревом, либо в некоторых слу-

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

чаях с сопутствующим подогревом и последующей термообработкой (нормализация или отпуск).

Определим склонность к образованию горячих трещин по формуле:

$$HCS = \frac{C \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) 1000}{3Mn + Cr + Mo + V}, \quad (2)$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %;

C, S, P и другие химические элементы, %.

$$HCS = \frac{0.12 \left(0.04 + 0.035 + \frac{0.5}{25} + \frac{0.3}{100} \right) 1000}{3 \times 1.3 + 0.3} = 2,8$$

Так как расчетное значение параметра HCS менее 4, появление горячих трещин невозможно.

1.3 Выбор вида сварки и сварочных материалов

Для постановки прихваток при сборке конструкции, выбираем ручную дуговую сварку.

Сущность данного процесса заключается в том, что металл плавится за счет тепла электрической дуги, горящей между электродом и изделием. Защита расплавленного металла от окружающей среды производится за счет обмазки электрода.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Преимуществом этого способа является его простота в обращении, отличительной особенностью является универсальность и маневренность. Основной недостаток - низкая производительность.

В базовом проекте сварка корпуса конвертера осуществляется полуавтоматической сваркой в среде защитных газов. Предлагается заменить на автоматическую сварку под флюсом или автоматическую сварку в среде защитных газов. Рассмотрим все три вида сварки.

Полуавтоматическая дуговая сварка в среде CO₂

Наиболее широко сварка в углекислом газе применяется полуавтоматическая, заменяя во многих случаях ручную дуговую сварку покрытыми электродами благодаря простоте, дешевизне и высокой производительности. Сварка может выполняться в любом пространственном положении.

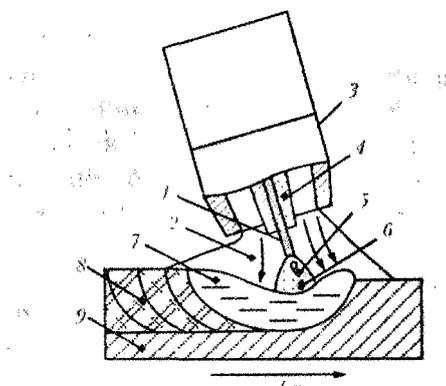
Полуавтоматической дуговой сваркой называют способ соединения деталей (листов, балок, труб и др.) посредством сварного шва, образующегося из расплавленного основного и электродного металла, при котором подача электродной проволоки осуществляется автоматически, а перемещение сварочной дуги производят вручную.

Сущность этого вида сварки заключается в том, что электродная проволока (для защиты от коррозии ее часто покрывают тонким слоем меди) подается с постоянной скоростью в зону сварки; одновременно в эту же зону поступает углекислый газ, который обеспечивает защиту расплавленного или нагретого электродного и основного металлов от вредного воздействия окружающего воздуха. Защитный газ (углекислота) при этом подается от баллона через редуктор.

Поскольку защита сварочной ванны обеспечивается газовой средой (а не расплавленным веществом обмазки электрода, как при использовании штучного электрода), сварщик может наблюдать и контролировать весь процесс формирования шва. Кроме того, что полуавтоматическая сварка обеспечивает высокое качество шва, значительно облегчается поджиг дуги, резко возрастает удобство и скорость (т. е. эффективность) работы — сварщик избавлен от необходимости смены электродов и зачистки швов от шлака. К

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

преимуществам можно также отнести значительное снижение вредных выбросов (аэрозолей и дымов) в атмосферу, что улучшает условия труда и упрощает вентиляцию рабочего места.



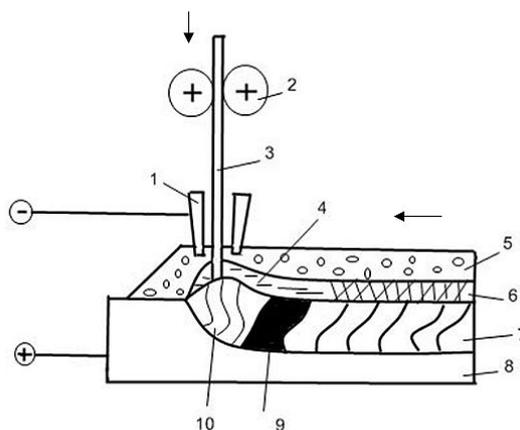
1- Плавящийся электрод 2- Область защищённая газом 3- Горелка
4- Токоподводящий наконечник 5- Дуга 6- Капли расплавленного металла
7- Сварочная ванна 8- Шов 9- Основной металл
Рисунок 2- Схема горения дуги и формирование металла шва при сварке в среде CO_2

Недостатком сварки в среде углекислого газа является сильное разбрызгивание металла и посредственное формирование шва. При сварке в открытых помещениях, а также при наличии сквозняков или ветра углекислый газ отесняется от свариваемых швов, что снижает его защитное действие. В результате в сварных швах могут появиться поры, которые снижают механические свойства наплавленного металла.

Необходимо особо отметить, что на качество сварного шва, кроме очевидных факторов - качества источника питания, проволоки, опыта сварщика и т. п., влияет также качество защитного газа. Например, повышенное содержание в углекислом газе азота и водорода, а также влаги приводит к порообразованию в металле шва.

В замкнутых сосудах сварку швов в среде углекислого газа применять не рекомендуется, так как в процессе сварки образуется значительная концентрация углекислого газа, при которой сварщик может угореть.

Автоматическая дуговая сварка под флюсом



1 – токопровод, 2 – механизм перемещения проволоки, 3 – проволока,
4 – жидкий шлак, 5 – флюс, 6 – шлаковая корка, 7 – сварной шов,
8 – основной металл заготовки, 9 – жидкий металл, 10 – электрическая дуга.
Рисунок 3- Схема автоматической дуговой сварки под флюсом

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса.

Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручными способами дуговой сварки электродами с качественными обмазками обеспечивает следующие преимущества:

1. Высокую производительность сварки за счет применения значительно больших токов при том же или меньшем диаметре проволоки. Так, напри-

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

мер, для проволоки диаметром 5 мм при ручной сварке ток в среднем равен 250А; при автоматической сварке под флюсом для проволоки диаметром 5 мм ток составляет 800 А и выше. Это обусловлено тем, что при сварке под флюсом ток подводят вблизи плавящегося конца электродной проволоки, а слой флюса предохраняет жидкий металл от разбрызгивания и выплескивания из ванны. Благодаря этому можно применять высокую плотность тока без опасения преждевременного расплавления электрода и выплескивания металла, что позволяет увеличивать скорость подачи проволоки в дугу, соответственно повышая производительность сварки.

При толщине листов 10 мм автоматическая сварка под флюсом снижает трудоемкость сварочных работ в два раза, а при больших толщинах - в четыре и более раза.

2. Высокие механические свойства и плотность наплавленного металла шва благодаря полной защите расплавленного металла флюсом от окисления, замедленному охлаждению, улучшению структуры наплавленного металла, удалению из него растворенных газов, обеспечению надежного провара корня и кромок шва.

3. Экономия электродной проволоки вследствие отсутствия потерь на угар, разбрызгивание и огарки.

4. Экономия электроэнергии благодаря лучшему использованию тепла сварочной дуги.

5. Менее вредно влияет на зрение сварщика, так как дуга горит под слоем флюса. При сварке не требуется применять щитки или шлемы для защиты зрения.

6. Автоматизацию и механизацию процесса сварки.

7. Упрощение контроля сварочного процесса.

Автоматическая дуговая сварка в среде CO_2

Сущность процесса сварки, что и у полуавтоматической сварки в среде CO_2 с той лишь разницей, при которой возбуждение дуги, подача электрода и

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

перемещение дуги относительно изделия выполняются механизмами без непосредственного участия человека.

Преимущество сварки в среде углекислого газа перед сваркой под флюсом состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом сварки и горением дуги, так как ока не закрыта флюсом; отсутствие флюса делает ненужными приспособления для его подачи и отсоса, усложняющие сварочное оборудование; отпадает необходимость в последующей очистке швов от шлака и остатков флюса, особенно при многослойной сварке.

Коэффициент наплавки при сварке в среде углекислого газа выше, чем при сварке под флюсом. При сварке током прямой полярности этот коэффициент в 1,5—1,8 раза выше, чем при сварке током обратной полярности. Процесс сварки отличается высокой производительностью, достигающей 18 кг/час наплавленного металла.

Скорость сварки достигает 60 м/час. Производительность сварки в среде углекислого газа в 2,5—4 раза выше, чем производительность ручной сварки покрытыми электродами, и в 1,5 раза выше, чем при сварке под флюсом.

Стоимость наплавки 1 кг металла при сварке в среде углекислого газа в 2—2,5 раза меньше, чем при ручной сварке, и на 10—20% меньше, чем при автоматической сварке под флюсом.

Сварка в защитной среде углекислого газа сейчас широко применяется в промышленности и во многих случаях успешно вытесняет не только ручную, но даже полуавтоматическую и автоматическую дуговую сварку под флюсом.

Главным достоинством процесса сварки в защитной среде углекислого газа являются:

1. Высокая степень использования тепла сварочной дуги, вследствие чего обеспечивается и высокая производительность сварки.
2. Высокое качество сварных швов.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

3. Возможность сварки в различных пространственных положениях и на монтаже 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 подкладок.

Проанализировав вышеперечисленные достоинства каждого вида сварки, для сборки конвертера будем применять автоматическую сварку под флюсом.

1.4 Выбор сварочных материалов

Для сварки

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей под флюсом выбираем сварочную проволоку Св-08ГА и флюс АН-348А.

Таблица 2-Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА, % ГОСТ 2246-70

Химический состав металла шва, % (номинальные значения)						
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
<=0,1	0,80-1,10	<=0,06	0,03	0,25	0,1	0,25

Назначение сварочного флюса АН-348А.

Предназначен для автоматической сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей низколегированной проволокой марки СВ-08ГА.

При сварке под флюсом АН-348А сварочная проволока и флюс АН-348А одновременно подаются в зону горения дуги, под воздействием теплоты которой плавятся кромки основного металла, электродная проволока и часть флюса АН-348А. Вокруг дуги образуется газовый пузырь, заполненный парами металла и материалов флюса. По мере перемещения дуги расплав-

ленный флюс всплывает на поверхность сварочной ванны, образуя шлак. Расплавленный флюс АН 348А защищает зону горения дуги от воздействия атмосферных газов и значительно улучшает качество металла шва.

Таблица 3- Химический состав флюса АН-348А,% ГОСТ 9087-81

SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P	CaF ₂
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

Для прихватки

Для прихватки выбираем электроды марки Э50А УОНИИ-13/55 по ГОСТ 9467-75- для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50кгс/мм², когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости

Характеристика электродов УОНИИ-13/55

Сварочная проволока: Св-08, Св-08А ГОСТ2246-70

Покрытие - основное.

Коэффициент наплавки - 9,5 г/А• ч.

Производительность наплавки (для диаметра 4,0 мм) - 1,4 кг/ч.

Расход электродов на 1 кг наплавленного металла - 1,7 кг.

Таблица 4-Химический состав наплавленного металла, % ГОСТ2246-70

C	Mn	Si	S	P
0,09	0,83	0,42	0,022	0,024

1.5 Расчёт режимов сварки

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, считаю целесообразным применить постоянный ток обратной полярности, так как при этом токе швы получаются плотными, беспористые, герметичные.

Для автоматической сварки под флюсом будем применять постоянный ток обратной полярности.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

При дуговой сварке под флюсом постоянным током основным преимуществом является стабильность процесса, недостатком — усложнение оборудования для сварки и необходимость применения сварочных выпрямителей.

При сварке постоянным током обратной полярности глубина провара примерно на 40—50 % больше, чем при сварке постоянным током прямой полярности. При сварке переменным током глубина провара на 15—20 % меньше, чем при сварке постоянным током обратной полярности. Такое влияние тока и полярности объясняется выделением различного количества теплоты на аноде и катоде.

При сварке корпуса конвертера используется сталь толщиной $S = 25$ мм. Выбираем сварку по ГОСТ 8713-79 двустороннее стыковое соединение без разделкой кромок С29: ширина шва $e = 30^{+4}$ мм, высота $g = 2.5^{+1.5}_{-2.0}$ мм, зазор $b = 5^{+1.5}$ мм, угол разделки кромки $\alpha = 30^{0 \pm 5}$



Рисунок 4-Стыковое соединение С 29 по ГОСТ 8713-79

Расчет режимов прихваток

Расчет режимов ручной дуговой сварки для выполнения прихваток стыкового шва С29.

Расчёт площади сечения прихваток выполняем аналогично корневому шву по формуле

$$F_{HK} = (5 \dots 7) \cdot d_{ЭК}^2, \text{ мм}^2, \quad (3)$$

где $d_{\text{э}}$ – диаметр электрода

Расчет $d_{\text{э}}$ производим по формуле

$$d_{\text{э}} = (K_d^{\text{шк}} \cdot S)^{0,7} + K_d^{\text{пш}} = h_p^{0,7} + K_d^{\text{пш}}, \text{мм} \quad (4)$$

где h_p – расчетная глубина проплавления

$K_d^{\text{пш}}$ – коэффициент влияние положения шва (нижнее), принимаем $K_d^{\text{пш}} = 1$

Расчетную глубину проплавления находим по формуле

$$h_p = 0,7 \cdot S \quad (5)$$

$$h_p = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ мм}$$

$$d_{\text{э}} = 17,5^{0,7} \cdot 1 = 7,4 \text{ мм}$$

принимаем диаметр электрода 5 мм.

Находим расчетную площадь прихваток

$$F_{\text{HK}} = (5 \dots 7) \cdot 5 = 25 \dots 35 \text{ мм}^2$$

Принимаем 25 мм²

Сварочный ток рассчитываем по формуле

$$I_c = K_I^{\text{mn}} \cdot K_I^{\text{пш}} \cdot d_{\text{э}}^{1,4} \quad (6)$$

где I_c – сила тока, А

K_I^{mn} – коэффициент влияния типа покрытия согласно [3], при основном типе покрытия $K_I^{\text{mn}} = 20 \pm 3$;

$K_I^{\text{пш}}$ – коэффициент положения шва, согласно [3], при сварке в нижнем положении принимаем $K_I^{\text{пш}} = 1$.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$I_c = (20 \pm 3) * 1 * 5^{1.4} = 161 \div 219 \text{ A}$$

Принимаем 220 А

Напряжение на сварочной дуге U_c зависит от многих факторов: типа и толщины покрытия, состава и диаметра стержня (электрода), положения шва и длины дуги.

Напряжение на сварочной дуге U_c рассчитываем по формуле

$$U_c = 12 + 0,36 \frac{I_c}{d_{\text{э}}}, \text{В} \quad (7)$$

$$U_c = 12 + 0.36 * 220 / 5 = 27.8 \approx 28 \text{ В}$$

Скорость сварки V_c получаем из известного выражения коэффициента наплавки:

$$V_c = \frac{\alpha_H \cdot I_{ci}}{\rho \cdot F_{ШВ}}, \text{м/ч}, \quad (8)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (принимают из характеристики выbranного электрода) $\alpha_H = 9.5 \text{ г/А·ч}$;

$F_{ШВ}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), $F_{ШВ} = 25 * 10^{-2} \text{ см}^2$;

ρ – плотность металла электрода, г/см³ (для стали $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$).

$$V_c = \frac{9.5 * 220 * 10^{-2}}{7.8 * 25 * 10^{-2}} = 10,7 \text{ м/ч} \quad (9)$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом стыкового соединения С29 по ГОСТ 8713-79

Расчёт площади наплавляемого металла:

$$F_H = h \cdot b + 0.73 \cdot e \cdot g, \quad (10)$$

где S- толщина основного металла S= 15 мм;

b- зазор b= 2мм;

e- ширина шва e= 26 мм

g- высота шва g= 2 мм

$$F_H = 9 \cdot 2 + 0.73 \cdot 26 \cdot 2,5 = 66 \text{ мм}^2$$

Так как глубина проплавления существенно зависит от формы подготовки кромок, то при расчете режимов сварки вводится расчетная глубина проплавления h_p

Глубина проплавления h_p зависит от величины зазора между кромками b, формы подготовки кромок и толщины металла (s)

$$h_p = 0,7s - 0,5b \quad (11)$$

$$h_p = 0.7 \cdot 26 - 0.5 \cdot 2 / 2 = 9.6 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки $d_э$ рассчитываем в зависимости счетной глубины проплавления, мм

$$d_э = (0.29 \div 1.1) h_p \quad (12)$$

$$d_э = 0,5 \cdot 9.6 = 4.8 \text{ мм}$$

Принимаем $d_э = 5 \text{ мм}$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Расчет сварочного тока, А

$$I_{св} = \frac{H_1}{k_a}$$

$$H_1 = h - 0,5b$$

$$H_1 = 9 - 0,5 \cdot 2 = 8 \text{ мм}$$

$$I_{св} = \frac{8}{1,05} = 762 \text{ А}$$

Скорость сварки, мм/с.

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_c}{3600 \cdot \rho \cdot F_H} \quad (13)$$

Коэффициент наплавки, г/А*ч

$$\alpha_n = \alpha_p + (1 - \Psi * 0,1) \quad (14)$$

где Ψ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, %

$\Psi = 0$ (при сварке под флюсом).

α_p - коэффициент расплавления, зависит от режима сварки и может быть найден по формуле для постоянного тока обратной полярности, г/А*ч

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{св} \cdot d^{(-1,505)} \quad (15)$$

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 * 762 * 5^{(-1,505)} = 13,3 \text{ г/А*ч}$$

$$V_c = \frac{13,3 \cdot 762}{3600 \cdot 7,8 \cdot 66} = 23,1 \text{ мм/ч}$$

Расчет значения плотности сварочного тока, А/мм²

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$J = \frac{4 \cdot I_c}{\pi \cdot d_3^2} \quad (16)$$

$$J = 4 \cdot 762 / 3.14 \cdot 25 \approx 38,83 = 40 \text{ А/мм}^2$$

Напряжение на сварочной дуге U_C зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов:

$$U_C = 20 + 0.05 \frac{I_c}{\sqrt{d_3}} \quad (17)$$

$$U_C = 20 + 0.05 \cdot 762 / \sqrt{5} \approx 32 \text{ В}$$

Расчет вылета электродной проволоки, мм

$$l_B = 10d_{\text{эл}} \pm 2d_{\text{эл}} \quad (18)$$

$$l_B = 10 \cdot 5 \pm 2 \cdot 5 = 40 \div 60$$

Принимаем вылет электродной проволоки 40 мм.

Расчет скорости подачи электродной проволоки, мм/с

$$V_{\text{п.п}} = \frac{4 \cdot V_c \cdot F_H}{\pi \cdot d^2}, \quad (19)$$

где F_H – сечение заполняющего шва за один проход $F_H = 66 \text{ мм}^2$

V_c - скорость сварки $V_c = 6,4 \text{ мм/с} = 23 \text{ м/ч}$

$$V_{\text{п.п}} = 4 \cdot 6,4 \cdot 66 / 3.14 \cdot 25 = 40 \text{ мм/с} = 62 \text{ м/ч}$$

Расчет погонной энергии сварки, Дж/см

$$q_H = \frac{I_c \cdot U_d \cdot \eta}{V_c}, \quad (20)$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

где η - эффективный КПД дуги, во флюсе $\eta = 0,85$

V_c - скорость сварки в см/с $V_c = 6,4 \text{ мм/с} = 0.63 \text{ см/с}$

$$q_H = \frac{1050 \cdot 32 \cdot 0.85}{0.5} = 57120 \text{ Дж/см}$$

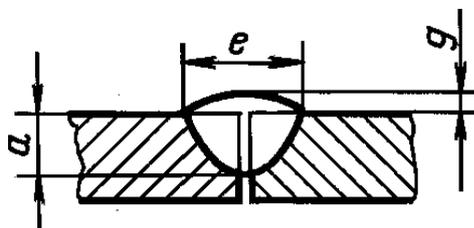


Рисунок 5 -Стыковое соединение с односторонней разделкой кромки С 47 по ГОСТ 8713-79

Расчет режимов ручной дуговой сварки для выполнения прихваток

Расчетная глубина проплавления

$$h_p = 8.4 \text{ мм}$$

Диаметр электрода принимаем 5 мм.

Сварочный ток

$$I_c = 220 \text{ А}$$

Напряжение на сварочной дуге

$$U_c = 28 \text{ В}$$

Скорость сварки

$$V_c = 10,7 \text{ м/ч}$$

Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом С47 по ГОСТ 8713-79

Расчёт площади наплавляемого металла:

$$F_H = 0,8Sb + 0.75eg \quad (21)$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

где S - толщина основного металла $S= 12$ мм;

b - зазор $b= 1$ мм;

e - ширина шва $e= 21$ мм

g - высота шва $g= 2$ мм

$$F_H = 12 \cdot 1 \cdot 0,8 + 0,75 \cdot 21 \cdot 2 = 43,5 \text{ мм}^2$$

Глубина проплавления h_p зависит от величины зазора между кромками b , формы подготовки кромок и толщины металла (s)

$$h_p = 0,7s$$

$$h_p = 0,7 \cdot 12 = 8,4 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки $d_э$ рассчитываем в зависимости счетной глубины проплавления, мм

$$d_э = (0,29 \div 1,1) \cdot h_p \quad (22)$$

$$d_э = 0,6 \cdot 8,4 = 5,04$$

Принимаем $d_э = 5$ мм

$$I_{св} = \frac{8,4}{1,05} = 800 \text{ А}$$

Скорость сварки, мм/с.

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_c}{3600 \cdot \rho \cdot F_H} \quad (23)$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Коэффициент наплавки, г/А*ч

$$\alpha_n = \alpha_p + (1 - \Psi * 0,1) \quad (24)$$

где Ψ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, %

$\Psi = 0$ (при сварке под флюсом).

α_p - коэффициент расплавления, зависит от режима сварки и может быть найден по формуле для постоянного тока обратной полярности, г/А*ч

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (25)$$
$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6.8 + 0.0702 * 800 * 5^{(-1.505)} = 12 \text{ г/А*ч}$$

$$V_c = \frac{13,3 \cdot 800}{3600 \cdot 7,8 \cdot 44} = 26 \text{ м/ч}$$

Расчет значения плотности сварочного тока, А/мм²

$$J = \frac{4 \cdot I_c}{\pi \cdot d_3^2} \quad (26)$$

$$J = 4 \cdot 800 / 3.14 \cdot 25 \approx 38,83 = 40,76 \text{ А/мм}^2$$

Напряжение на сварочной дуге U_c зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов

$$U_c = 20 + 0.05 \cdot \frac{I_c}{\sqrt{d_3}} \quad (27)$$

$$U_c = 20 + 0.05 \cdot 800 / \sqrt{5} \approx 32 \text{ В}$$

Расчет вылета электродной проволоки, мм

$$l_B = 10d_{ЭП} \pm 2d_{ЭП} \quad (28)$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$l_e = 10 * 5 \pm 2 * 5 = 40 \div 60$$

Принимаем вылет электродной проволоки 40 мм.

Расчет скорости подачи электродной проволоки, мм/с

$$V_{п.п} = \frac{4 * V_c * F_H}{\pi * d^2}, \quad (29)$$

где F_H –сечение заполняющего шва за один проход $F_H = 43,5 \text{ мм}^2$

V_c - скорость сварки $V_c = 7,2 \text{ мм/с} = 26 \text{ м/ч}$

$$V_{п.п} = 4 * 7,2 * 43,5 / 3,14 * 25 = 63 \text{ м/ч}$$

Расчет погонной энергии сварки, Дж/см

$$q_H = \frac{I_c * U_d * \eta}{V_c}, \quad (30)$$

где η - эффективный КПД дуги, во флюсе $\eta = 0,85$

V_c - скорость сварки в см/с $V_c = 7,2 \text{ мм/с} = 0,72 \text{ см/с}$

$$q_H = \frac{800 * 32 * 0,85}{0,72} = 56576 \text{ Дж/см}$$

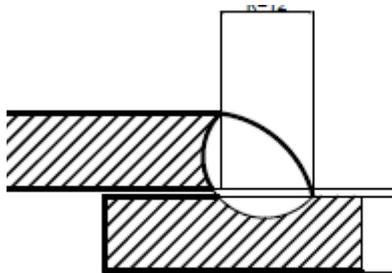


Рисунок 6 - Нахлесточное соединение Н1 по ГОСТ 8713-79

Нахлесточное соединение Н1: катет 10, зазор 0 мм, s=15.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Расчет режимов ручной дуговой сварки для выполнения прихваток нахлесточного соединения Н1.

Расчет $d_{\text{э}}$ производим по формуле, мм

$$d_{\text{э}} = (K_d^{\text{шк}} \cdot S)^{0,7} + K_d^{\text{пш}} = h_p^{0,7} + K_d^{\text{пш}} \quad (31)$$

где h_p - расчетная глубина проплавления

$K_d^{\text{пш}}$ -коэффициент влияние положения шва положение нижнее или «ло- дочка», принимаем = 1

Расчетную глубину проплавления находим по формуле

$$h_p = K \leq 1,2 \cdot S$$

$$h_p = 10 \leq 1,2 \cdot 15 = 18$$

$$d_{\text{э}} = 18^{0,7} + 1 = 8,5 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр электрода 5 мм.

Находим расчетную площадь прихваток, мм²

$$F_{\text{НК}} = (5 \dots 7) \cdot d_{\text{ЭК}} \quad (32)$$

$$F_{\text{НК}} = (5 \dots 7) \cdot 5 = 25 \dots 35 \text{ мм}^2$$

Принимаем 25 мм²

Сварочный ток рассчитываем по формуле

$$I_c = K_I^{mn} \cdot K_I^{nu} \cdot d_{\text{э}}^{1,4} \quad (33)$$

где I_c - сила тока, А

K_I^{mn} - коэффициент влияния типа покрытия согласно [3], при основном типе покрытия $K_I^{mn} = 20 \pm 3$;

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

K_I^{nu} - коэффициент положения шва, согласно [3], при сварке в нижнем положении принимаем $K_I^{nu} = 1$.

$$I_c = (20 \pm 3) \cdot 1 \cdot 5^{1.4} = 161 \dots 218 \text{ A}$$

Принимаем 220 А

Напряжение на сварочной дуге U_c зависит от многих факторов: типа и толщины покрытия, состава и диаметра стержня (электрода), положения шва и длины дуги.

Напряжение на сварочной дуге U_c рассчитываем по формуле, В

$$U_c = 12 + 0,36 \frac{I_c}{d_э} \quad (34)$$

$$U_c = 12 + 0,36 \cdot 220 / 5 \approx 28 \text{ В}$$

Скорость сварки V_c получаем из известного выражения коэффициента наплавки, м/ч

$$V_c = \frac{\alpha_H \cdot I_{ci}}{\rho \cdot F_{шв}}, \quad (35)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (принимают из характеристики выбранного электрода) $\alpha_H = 9,5$ г/А·ч;

$F_{шв}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), $F_{шв} = 25 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2$;

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

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$V_c = \frac{9.5 \cdot 218 \cdot 10^{-2}}{7.8 \cdot 25 \cdot 10^{-2}} = 10,6 \text{ м/ч}$$

Расчет режимов автоматической дуговой сварки под флюсом нахлесточного соединения Н1 по ГОСТ 8713-79

Расчет катета шва

$$K = 0,4S + 2 \text{ мм} \quad (36)$$

$$K = 0.4 \cdot 15 + 2 = 10$$

Расчёт площади наплавляемого металла:

$$F_H = 0.5k^2 + 1.05k \quad (37)$$

$$F_H = 0.5 \cdot 10^2 + 1.05 \cdot 10 = 81.5 \text{ мм}^2$$

Так как глубина проплавления существенно зависит от формы подготовки кромок, то при расчете режимов сварки вводится расчетная глубина проплавления h_p

Глубина проплавления h_p зависит от величины зазора между кромками b , формы подготовки кромок и толщины металла (s)

$$h_p = (0,7 \dots 1.1)k$$

$$h_p = 0.7 \cdot 10 = 7 \text{ мм}$$

Принимаем 7 мм

Диаметр электродной проволоки $d_э$ рассчитываем в зависимости расчётной глубины проплавления, мм

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$d_3 = (0.29 \div 1.1) \cdot h_p \quad (38)$$

$$d_3 = 0.7 \cdot 7 = 4.9 \text{ мм}$$

Принимаем $d_3 = 5 \text{ мм}$

Нахлесточное соединение будем сваривать в один проход.

$$I_{св} = \frac{7}{1,05} = 680 \text{ А}$$

Скорость сварки, мм/с.

$$V_c = \frac{\alpha_n \cdot I_c}{3600 \cdot \rho \cdot F_H} \quad (39)$$

Коэффициент наплавки, г/А*ч

$$\alpha_n = \alpha_p + (1 - \Psi * 0,1) \quad (40)$$

где, Ψ – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, %

$\Psi = 0$ (при сварке под флюсом).

α_p - коэффициент расплавления, зависит от режима сварки и может быть найден по формуле для постоянного тока обратной полярности, г/А*ч

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{св} \cdot d^{(-1,505)} \quad (41)$$

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 6.8 + 0.0702 \cdot 680 \cdot 5^{(-1.505)} = 11 \text{ г/А*ч}$$

$$V_c = \frac{11 \cdot 680}{3600 \cdot 7,8 \cdot 82} = 24,3 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Расчет значения плотности сварочного тока, А/мм²

$$J = \frac{4 \cdot I_c}{\pi \cdot d_3^2} \quad (42)$$

$$J = 4 \cdot 680 / 3.14 \cdot 25 \approx 34,6 = 35 \text{ А/мм}^2$$

Напряжение на сварочной дуге U_C зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов

$$U_C = 20 + 0.05 \frac{I_c}{\sqrt{d_3}} \quad (43)$$

$$U_C = 20 + 0.05 \cdot 680 / \sqrt{5} \approx 30 \text{ В}$$

Расчет вылета электродной проволоки, мм

$$l_B = 10d_{эл} \pm 2d_{эл} \quad (44)$$

$$l_B = 10 \cdot 5 \pm 2 \cdot 5 = 40 \div 60$$

Принимаем вылет электродной проволоки 40 мм.

Расчет скорости подачи электродной проволоки, мм/с

$$V_{п.п} = \frac{4 \cdot V_C \cdot F_H}{\pi \cdot d^2}, \quad (45)$$

где F_H – сечение заполняющего шва за один проход $F_H = 81,5 \text{ мм}^2$

V_C – скорость сварки $V_C = 6,75 \text{ мм/с} = 24,3 \text{ м/ч}$

$$V_{п.п} = 4 \cdot 6,75 \cdot 84.6 / 3.14 \cdot 25 \approx 75.2 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Расчет погонной энергии сварки, Дж/см

$$q_H = \frac{I_c * U_d * \eta}{V_c}, \quad (46)$$

где η - эффективный КПД дуги, во флюсе $\eta = 0,85$

V_c - скорость сварки в см/с $V_c = 6,75 \text{ мм/с} = 0,675 \text{ см/с}$

$$q_H = \frac{680 * 30 * 0.85}{6.75} = 20187 \text{ Дж/см}$$

Все данные по режимам сварки, типу и виду сварного шва, вспомогательным материалам сведем в таблицу 5

Таблица 5 - Режимы сварки

Способ сварки	Сила тока, I_d , А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч	Гост шва, тип, вид,	Вспомогательные материалы
РДС	220	28	10.6	ГОСТ 5264-80, С29	Электроды Э50А, УОНИИ-13/55, ГОСТ 9467-75
				ГОСТ 5264-80, С47	
				ГОСТ 5264-80, Н1	
автоматическая под флюсом	762	32	23	ГОСТ 8713-79, С29	Проволока Св-08ГА, ГОСТ 2246-70; флюс АН-348А, ГОСТ 9087-81
	800	32	26	ГОСТ 8713-79, С47	
	680	30	25	ГОСТ 8713-79, Н1	

1.6 Выбор необходимого технологического оборудования

Источник питания для сварки

В качестве источника питания для сварки деталей корпуса конвектора был выбран выпрямитель сварочный тиристорный стационарный ВДУ-1250.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		



Рисунок 7 – Сварочный выпрямитель ВДУ-1250

Выпрямитель сварочный универсальный тиристорный стационарный ВДУ-1250 общего назначения в комплекте со сварочным полуавтоматом или автоматом предназначен для сварки в защитных газах или для сварки и наплавки под флюсом изделий из углеродистых сталей. При сварке в защитных газах и сварке под флюсом на автоматах с независимой скоростью подачи проволоки, выпрямитель работает на жестких внешних вольт-амперных характеристиках, и на падающих внешних вольтамперных характеристиках на автоматах с зависимой скоростью подачи проволоки.

ВДУ-1250 обеспечивает надежное зажигание и устойчивое горение дуги, имеет в наличии термозащиту от перегрузки, имеет возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров, обладает двумя видами жестких внешних вольтамперных характеристик для сварки и наплавки под флюсом, обладает высокой надежностью обмоточных узлов. Класс изоляции Н по ГОСТ 8865–70.

Технические характеристики сварочного выпрямителя:

Номинальный сварочный ток	1250 А
Номинальный режим работы (ПН)	100 %
Номинальное напряжение питающей сети	380 В
Первичный ток, при номинальной нагрузке, не более	180 А
Пределы регулирования сварочного тока	250-1250 А
Номинальное рабочее напряжение	56 В

Пределы рабочего напряжения	24-56 В
Напряжение холостого хода	55 В
Первичная мощность, не более	20 кВА
Габаритные размеры	600x790x1410 мм
Масса, не более	520 кг
Количество ступеней регулирования, шт.:	плавная регулировка



Рисунок 8 - Трактор сварочный ТС-16-1

Трактор сварочный ТС-16-1 предназначен для сварки и наплавки электродной проволокой под флюсом изделий из малоуглеродистых сталей со ступенчатой регулировкой скорости подачи электродной проволоки и ступенчатой регулировкой скорости перемещения тележки. Работает в комплекте с выпрямителями ВДУ-1250, ВДУ-1202, ВДУ-630 и др., выпускаемыми группой предприятий ИТС. Трактор сварочный ТС-16 представляет собой самоходное устройство, в котором подача сварочной проволоки и перемещение происходит автоматически.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Таблица 6 - Технические характеристики

Параметры	Величина
Напряжение питания, В	380
Частота, Гц	50
Вид электрической сети	трёхфазная
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	1000
Мощность электродвигателя, Вт	200
Скорость сварки, м/ч (рекомендуемая)	16-126
Диаметр электродной проволоки, мм	2,0-5,0
Вместимость сварочной кассеты, кг	15
Пределы регулирования скорости подачи проволоки, м/ч	52~403
Ёмкость бункера для флюса, дм ³	6.5
Масса трактора без проволоки, кг	45
Масса блока управления, кг	10
Габаритные размеры трактора (ДхШхВ), мм	716x346x540
Габаритные размеры блока управления (ДхШхВ), мм	370x215x215

Вспомогательное оборудование.

Велосипедная тележка с балконом ВТ-3

Техническая характеристика ВТ-3

Длина	4300 мм
Ширина	3600 мм
Высота	7000мм
Масса	5300 кг
Высота уровня сварки	2200- 4800 мм

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Скорость передвижения тележки

11 м/ч

Роликовый стенд для сборочных работ Т-60М

Вращение цилиндрических, конических и сферических изделий с определенной скоростью при сборке и сварке продольных и кольцевых швов в изделиях осуществляют на роликовых стендах. Эти же стенды могут быть использованы для установки изделия в удобное положение при контрольных операциях.

Выбор того или иного стенда определяется размерами, массой и конструктивными особенностями изготавливаемой обечайки.

В тех случаях, когда требуется вращать аппараты или их обечайки с выступающими наружу люками, штуцерами или другими конструктивными элементами, используют стенды с приводными роликоопорами, расположенными с двух сторон относительно продольной оси стенда и сочлененными между собой поперечными соединительными валами.

Приводные роликоопоры обычно объединяют с редуктором привода.

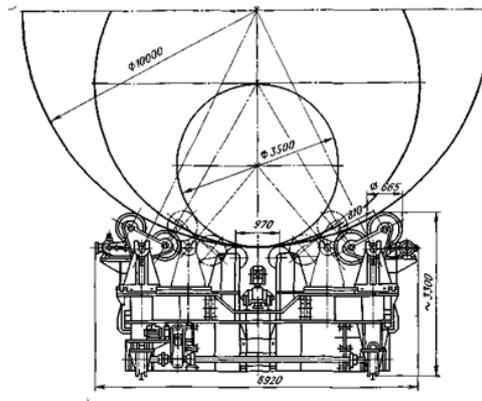


Рисунок 9 - Роликовый стенд Т- 60М

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, тс	60000
Рабочая скорость, м/год	8-130
Маршевая скорость, м/год	130
Диаметр ролика, мм	510

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Габариты роlikоопоры, мм	800x900x1150
Вес приводной роlikоопоры, кг	1085
Вес холостой роlikоопоры, кг	840
Масса привода, кг	621

Все заготовительные операции будут производиться на заготовительном участке цеха. В данном случае к заготовительным операциям будет относиться: очистка и правка листового проката, резка проката, обработка поверхностей, разделка кромок, изготовление обечаек и транспортировка на участок сборки-сварки.

Для очистки металла от ржавчины применим проходную дробеметную установку модели ДПУ 2x0,6-6.

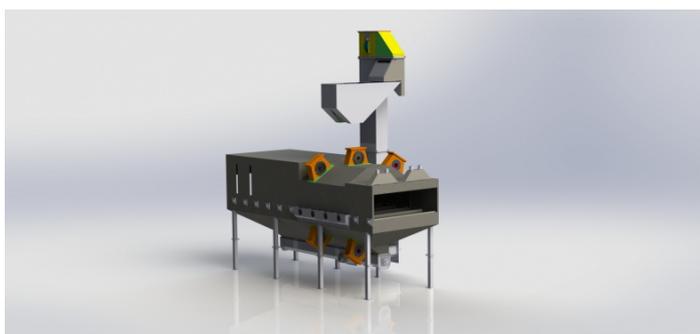


Рисунок 10 - Проходная дробеметная установка модели ДПУ 2x0,6-6.

Технические характеристики:

Эффективная ширина очистки (мм)	2000
Размерность входного окна (мм)	2200*600
Длина заготовки (мм)	1200-12000
Скорость рольганга (м/мин)	0.5-4
Толщина листового металла (мм)	3-60
Расход дроби (кг/мин)	6*250
Общая загрузка дроби (кг)	4500
Диаметр щетки очистки дроби (мм)	550

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Производительности системы очистки воздуха (м³/ч) 19550

Общая мощность (кВт) 156.6

Для правки листового проката применим листопрямильную машину модели PRH 360x1000. Данная машина способна править листы большой толщины (для стали 09Г2С – 15 мм.). Станок имеет 9 правильных валов, вариатор скорости прокатки, рольганг для подачи тяжелых листов шириной 1000 мм и длиной до 15 м, правильные валы закалены и отшлифованы. Имеются подающие (зажимные) валы с гидравлической регулировкой, цифровая индикация положения правильных валов на панели управления.



Рисунок 11 – Листопрямильная машина PRH 360x1000.

Ножницы листовые кривошипные с наклонным ножом для листа 25x3150 мм модели НЛ3433 предназначены для резки листового проката толщиной до 25 мм и пределом прочности меньше 500 МПа. Резка может производиться как по разметке, так и с применением заднего упора.

Технические характеристики:

Максимальное усилие реза, кН 1700

Наибольшие размеры разрезаемого металла с временным сопротивлением меньше 500 МПа, мм

толщина 25

ширина 3150

Расстояние от режущей кромки неподвижного ножа до станины (вылет), мм без вылета

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Частота ходов ножей, мин-1

при резке наибольших размеров разрезаемого металла, не более 4

Угол наклона подвижного ножа 2°30'

Высота над уровнем пола, мм 2980

Высота над уровнем стола, мм 800

Наибольшая длина отрезаемой полосы при работе с задним упором, мм
1000

Наименьшая длина отрезаемой полосы при работе с задним упором, мм
80

Габаритные размеры в мм: длина x ширина x высота 4200x2650x3300

Масса, кг 30420

Электродвигатель главного привода:

тип А200L4УЗ, IM1081

мощность, кВт 45

частота вращения, об/мин 1500

Электродвигатель заднего упора: мощность, кВт 0,55



Рисунок 12 - Ножницы листовые кривошипные модели НЛ3433

Обработка поверхности заготовок и разделка кромок будет осуществляться ручной машиной для снятия фаски серии «GERIMA- SGB ». Предназначенной для снятия фасок с прямолинейных и криволинейных поверхностей.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Обработка производится лепестковыми абразивными кругами (плавная регулировка угла фаски до 60°) или абразивной чашкой (модель 15.100, угол фаски определяется углом чашки и варьируется от 0° до 80°).

Таблица 7 – Технические характеристики SGC-40

Толщина металла (мм)	2-40
Ширина фаски (гипотенуза) (мм)	2-30
Угол фаски (град)	0/30/45/60*
Мощность двигателя (Вт)	1.500
Скорость вращения фрезы (об/ мин)	2.500-7.500
Масса (кг)	6,0
Напряжение (в/Гц)	230/50
Диаметр шлифовального круга (мм)	Конус/100/40
Производительность(см ³ /мин)	1 -3
Производительность на шлифовальный круг (см ³)	50-400



Рисунок 13 –Машина для снятия фаски « GERIMA- SGB »

Для вырезки боковин конвертера используем переносную газорезущую машину «Смена- 2М»

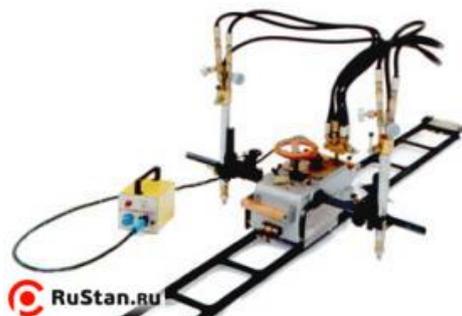


Рисунок 14 - Переносная газорезущая машина «Смена- 2М»

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Технические характеристики Смена - 2М

Толщина вырезаемых деталей, мм	5...150
Количество резаков	2
Длина прямоугольного реза, наибольшая, мм	6300
Радиус резки по циркулю, мм	150...1500
Угол скоса кромки от вертикали, град.	до 60
Угол скоса кромки от горизонтали (при снятии фасок), град.	от 25
Ширина полосы при резке двумя резаками, мм	10...850
Ширина полосы при резке с удлинителем штанги, мм	1450
Скорость перемещения резака, м/мин	0,05...1,6
Длина направляющей секции, мм	2200
Габариты ходовой части машины, мм	405 x 240 x 250
Масса ходовой части машины, кг	20
Рабочий газ	ацетилен / пропан-бутан / природный газ

1.7 Сборка-сварка корпуса конвертера

Сборка - сварка карт

После механической обработки заготовку подают на сборочно-сварочную плиту, где между заготовками выставляется зазор 5 мм при помощи щупа. Далее заготовки фиксируются затяжными прижимами, после чего по всей длине собираемого стыка прихватываются гребешки для фиксации требуемого зазора. После этого заготовка прихватывается. Длина прихваток 20 мм шаг между ними 200 – 250 мм. После сборки карт устанавливаются вводные и выводные планки, гребешки убирают, места прихваток тщательно зачищаются, производится внешний осмотр прихваток и замер зазора. Далее заготовка подаётся на сварку

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

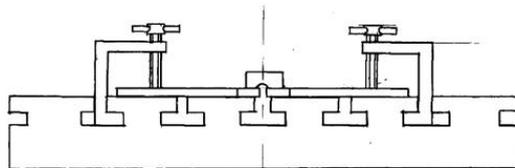


Рисунок 15 - Схема сборки поперечного сварного шва карты

Собранную заготовку укладывают на сварочный стол, где она закрепляется с помощью пневмоприжимов. После чего устанавливается сварочный автомат, который сваривает заготовку. Установка автомата осуществляется таким образом, чтобы начало сварки приходилось на вводные пластины. Перед сваркой проводим предварительный подогрев металла до температуры 260⁰С. Сварка производится на съёмной медной подкладке. После сварки стенка должна находиться в закреплённом состоянии до полного остывания. После чего шов зачищается и производится внешний осмотр шва.

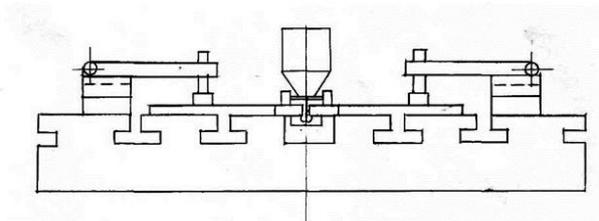


Рисунок 16 - Схема сварки поперечного сварного шва карты

Сборка - сварка обечаяек конвертора

После установки обечайки на роликовый стенд приступают к сборке продольного стыка. Для сборки продольных стыков цилиндрических обечаяек пользуются гидравлическими струбцинами, снабженными зажимными, выравнивающими и стягивающими гидроцилиндрами. С помощью струбцин обеспечивается выравнивание кромок и необходимый зазор 5 мм. После чего по всей длине собираемого стыка прихватываются гребешки для фиксации требуемого зазора. После этого заготовка прихватывается ручной дуговой сваркой. Длина прихваток 20 мм шаг между ними 200 – 250 мм. После устанавливаются вводные и выводные планки, гребешки убирают, места прихваток тщательно зачищаются, производится внешний осмотр прихваток и замер зазора.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

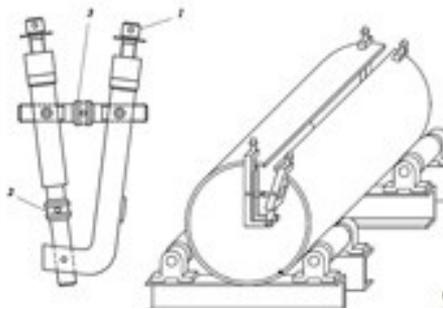


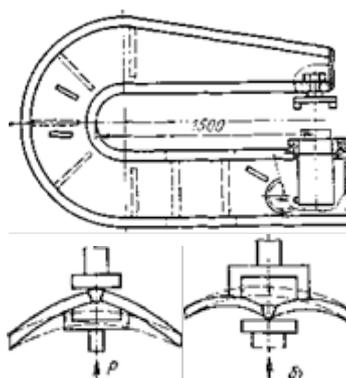
Рисунок 17 - Сборка продольного стыка обечайки

Сварка обечаек конвертора

Перед сваркой проводим предварительный подогрев металла до температуры 260°C . Сварка продольных стыков осуществляется сварочным автоматом А1410.

После чего проводят внешний осмотр стыка.

В отдельных случаях возникает необходимость исправлять вогнутость и выпуклость в зоне продольных стыков цилиндрических обечаек. Для этой цели предусмотрено гидравлическое приспособление, выполненное в виде подковообразной скобы, которую навешивают краном на стык вертикально установленной обечайки



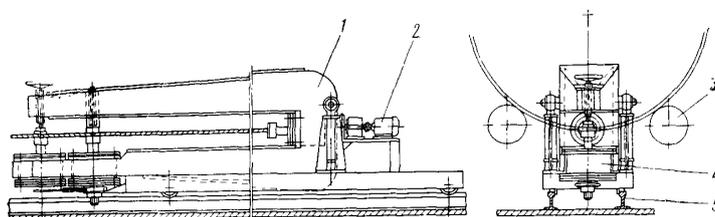
а) при выпучивании; б) - при западании

Рисунок 18 - Приспособление для правки продольных стыков обечаек

Сборка кольцевого стыка между обечайками является более трудоемкой операцией. Для ее механизации роликовый стенд оборудуется скобой, установленной на тележке. Тележка передвигается вдоль стенда по рельсовому пути. Настройка скобы в вертикальной плоскости осуществляется тягой. Собираемые обечайки на роликовый стенд подают краном. Скобу про-

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

двигают так, чтобы опора гидроцилиндра оказалась в плоскости собираемого стыка, и закрепляют на первой обечайке включением гидроцилиндра. После того, как торцовый гидроцилиндр, продвигая вторую обечайку к первой, установит требуемый зазор в стыке, гидроцилиндром выравнивают кромки и ставят прихватку. Поворот собираемых обечаек на некоторый угол для постановки других прихваток требует отвода не только прижимов гидроцилиндров и, но и опор и. Последнее осуществляется путем небольшого поворота скобы вокруг оси под действием штока поршня гидроцилиндра. Шток при движении вниз, встретив неподвижную регулирующую опору, поднимает цилиндр, поворачивая скобу.



1 - скоба; 2 - привод; 3 - вращатель; 4 - домкрат; 5 - направляющие

Рисунок 19 - Механизированное устройство для сборки кольцевых стыков между обечайками

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

2 Экономическая часть

В дипломном проекте спроектирован технологический процесс сборки и сварки корпуса металлургического конвертера, изготавливаемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки под флюсом.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO₂. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГО-510 с источником ВДУ-506, сварочная горелка, роликовый стенд Т-60М, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки корпуса конвертера на автоматическую сварку под флюсом.

Представим исходные данные по базовому и проектному варианту в таблице 8.

Таблица 8 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Цена приобретения	
		Базовый вариант	проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	170	170
Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с источником питания ВДУ-506, Ц _{онт}	руб./шт.	82210	
Сварочный автомат А-1410 с источником питания ВДУ-1201К	руб./шт.	-	458988
Роликовый стенд Т-20А		600000	1200000
Роликовый стенд Т- 60М			1100000
Установка для сборки			2100000
Установка для сварки продольных швов			1800000
Сталь 09Г2С, Ц _{к.м}	руб./тонна	40000	40000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,2 мм, Ц _{о.р.м}	руб./кг	116	
Сварочная проволока Св-08ГА, Ø 5мм, Ц _{о.р.м}	руб./кг		80
защитный газ CO ₂ , Ц _{з.г}	руб./л	0,08	
Флюс	руб./кг		90

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Расход защитного газа	л/мин.	10	
Расход флюса	г/мин		13.2
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВтчас.	3,16	3,16
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электро-сварщика	разряд	5	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	144	168
Масса конструкции	т	18	18

Разработанная технология обеспечивает:

- повышение качества сварных соединений (увеличение долговечности сварных соединений, снижение брака);
- рост производительности труда за счет сокращения трудоемкости сварочных операций;
- высвобождение численности производственных рабочих;
- снижение текущих затрат прежде всего за счет сокращения расхода на сварочные материалы.

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

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

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (48)$$

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

$t_{осн}$ – основное время, час.;

$t_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, час.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, час.;

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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

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

Основное время – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (49)$$

где $t_{осн}$ – основное время, час;

$L_{шв}$ – сумма длин всех швов, см. геометрическая длина всех сварных швов $\sum L_{шв} = 72,1$ м. Сварные швы, выполняемые механизированной сваркой в среде защитных газов выполняются в 6 проходов. Поэтому общая длина сварного шва в 2 проход составляет $72,1 \cdot 6 = 432,6$ м. при сварке автоматической под слоем флюса выполняется в 2 прохода. Отсюда общая длина сварных швов в 1 проход составит $72,1 \cdot 2 = 144,2$ м.

$V_{св}$ – скорость сварки шва, м/час, $V_{св} = 26$ м/час. (проектируемый вариант), $V_{св} = 8$ м/час (базовый вариант),

$$t_{осн} = \frac{432,6}{8} = 54,1 \text{ час.}$$

$$t_{осн} = \frac{144,2}{26} = 5,5 \text{ час.}$$

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:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = 10\% 54,1/100 = 5,41 \text{ час.}$$

$$t_{нз} = 10\% 5,5 = 0,55 \text{ час.}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_6 = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (50)$$

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

$$t_э = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ час.}$$

Время зачистки кромок или шва вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (51)$$

где $t_{кр}$ – время на осмотр и очистку свариваемых кромок, мин;

n_C – количество слоёв при сварке за несколько проходов $n_C = 6$ базовый, $n_C = 2$ проектируемый;

$L_{шв}$ – длина шва, м. $L_{шв} = 72,1$ м.

$$t_{кр} = 72,1 * (0,6 + 1,2(6-1)) = 476 \text{ мин} = 7,93 \text{ час.}$$

$$t_{кр} = 72,1 * (0,6 + 1,2(2-1)) = 130 \text{ мин} = 2,16 \text{ час.}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,456 \text{ мин.} = 0,0076 \text{ ч.}$

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

$$t_{уст} = 0,14 \text{ час.}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Таким образом рассчитываем значение t_e для проектного варианта

$$t_e = 0,083 + 7,93 + 7,93 + 0,14 + 0,0076 = 16,09 \text{ час.}$$

$$t_e = 0,083 + 2,16 + 2,16 + 0,14 + 0,0076 = 4,55 \text{ час.}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \div 0,08) * t_{осн} \quad (52)$$

$$t_{обс} = 0,07 * 54,1 = 3,8 \text{ час.}$$

$$t_{обс} = 0,07 * 5,5 = 0,39 \text{ час}$$

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

$$t_n = 0,07 * t_{осн} \quad (53)$$

$$t_n = 0,07 * 54,1 = 3,8 \text{ час.}$$

$$t_n = 0,07 * 5,5 = 0,39 \text{ час.}$$

Таким образом, расчет общего времени на выполнение сварочной операции по проектируемому варианту может быть представлен

$$T_{шт-к} = 24,1 + 5,41 + 16,09 + 3,8 + 3,8 = 83,2 \text{ час. (базовый вариант)}$$

$$T_{шт-к} = 5,5 + 0,55 + 4,55 + 0,39 + 0,39 = 11,4 \text{ час. (базовый вариант)}$$

2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным технологического процесса.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса:

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N \quad (54)$$

где N – годовая программа, шт. $N = 170$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 83,2 * 170 = 14144 \text{ час. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 11,4 * 170 = 1938 \text{ час. (проектный вариант);}$$

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_P , шт.:

$$C_P = \frac{T_{\text{произв пр}}}{\Phi_D K_H K_{\text{см}}} \quad (55)$$

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

Φ_D – действительный фонд времени работы оборудования, (1914 час).

K_H – коэффициент выполнения норм ($K_H = 1,1 \dots 1,2$).

$$C_P == \frac{14144}{1914 \cdot 1.2} = 4,85 ;$$

$$C_P == \frac{1938}{1914 \cdot 1.2} = 0,84 ;$$

Примем $C_P = 5$ шт. $C_P = 1$ шт

По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки под флюсом.

Принятое количество оборудования, $C_{\text{П}}$, определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования производим по формуле:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}} \quad (56)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_P – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

C_{II} – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{4.85}{5} = 0.97 \text{ (базовый вариант)}$$

$$K_3 = \frac{0.84}{1} = 0.84 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 0.84, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

2.3 Расчет численности производственных рабочих

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ОР}$, определяется для каждой операции по формуле:

$$Ч_{ОР} = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_B} \quad (57)$$

где $\Phi_{\text{др}}$ – действительный фонд времени производственного рабочего (1870 час.);

$Ч_{ОР}$ – численность основных рабочих, чел.;

K_B – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$C_{op} = \frac{14144}{1870 \cdot 1.1} = 6.87$$

Примем $C_{OP} = 7$.

$$C_{op} = \frac{1938}{1870 \cdot 1.1} = 0.94$$

Примем $C_{OP} = 1$.

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 7 сварщика. По новой измененной технологии достаточно 1 сварщика.

2.4 Расчет капитальных вложений в приобретение оборудования и проведение строительно-монтажных работ

Для внедрения новой технологии необходимо приобрести или изготовить новое оборудование и техоснастку, так как их не имеется в наличие на производстве. Затраты на приобретение оборудования будут являться дополнительными затратами на внедрение новой технологии.

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ ($K_{об, руб.}$) определяется по формуле:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{обj} \cdot K_{зj}, \quad (58)$$

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость j -огооборудования, руб.;

$C_{обj}$ – принятое количество j -огооборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j -ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

Балансовая стоимость оборудования ($K_{обj}$) определяется:

$$K_{обj} = C_{обj} * (1 + K_{мз}), \quad (59)$$

где $C_{обj}$ – цена приобретения единицы j -ого оборудования, руб.;

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$K_{мз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{мз} = 0,12$).

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 682210 * (1 + 0,12) = 754075 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{об} = 7758988 * (1 + 0,12) = 9310786 \text{ руб.}$$

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

$$K_{об} = 764075 * 0,97 * 5 = 3705764 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 9310786 * 1 * 0,84 = 7821060 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 6.

Таблица 9 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена единицы оборудования	682210	7758988
Коэффициент загрузки	1	1
Количество штук	5	1
Балансовая стоимость	3705764	7821060
Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ	3705764	7821060

2.5 Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др} \quad (60)$$

где $C_{o.m}$ – стоимость основных материалов, руб.;

$C_{эн}$ – стоимость энергоресурсов, руб.

К основным относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также учитываются и сварочные материалы: электроды, сварочная проволока, присадочный материал (защитный газ, сварочный флюс). Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитываем по формуле:

$$C_{o.m} = (C_{к.м} + C_{св.пр.} + C_{зг} + C_{св.фл.}) * K_{тр} \quad (61)$$

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

2.5.1 Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \times Ц_{к.м},$$

где m_k – масса конструкции, т; $m_k = 18000 \text{ кг} = 18 \text{ т}$

$Ц_{к.м}$ – цена одной тонны конструкционного материала, руб.;

$Ц_{к.м} = 40000 \text{ руб./т}$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$C_{к.м} = 18 \cdot 40000 = 720000 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 720000 руб., как для базового, так и проектируемого вариантов.

2.5.2 Расчет затрат на электродную проволоку Св-08ГА

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (62)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавленного металла, кг;

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла, $\psi=1.02$;

Ц – оптовая цена 1 кг сварочной проволоки;

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

Масса наплавленного металла ($M_{нм}$) рассчитывается по формуле:

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (63)$$

где $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, см³;

$\rho_{нм}$ - плотность наплавленного металла, г/см³ ($\rho_{стали} = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Объем наплавленного металла ($V_{нм}$) рассчитывается по формуле

$$V_{нм} = L_{шв} \cdot F_o, \quad (64)$$

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Таким образом, исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 72,1 \text{ м} = 721 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 191 \text{ мм}^2 = 19,1 \text{ см}^2.$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$V_{HM} = 72100 * 19,1 = 1377110 \text{ см}^3.$$

$$M_{HM} = 1377110 * 7,8 = 10741458 \text{ г} = 10741,5 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ по формуле:

$C_{св.пр} = 10741,5 * 1,2 * 80 * 1,05 = 108274,32$ руб. (базовый вариант – сварка в CO_2)

$C_{св.пр} = 10741,5 * 80 * 1,02 * 1,05 = 920331,72$ руб. (проектируемый вариант – сварка под флюсом).

2.5.3 Расчет затрат на флюс

$$C_{зз} = t_{осн} \cdot q_{\phi} \cdot k_P \cdot C_{\phi} \cdot K_m \quad (65)$$

где $t_{осн}$ – время сварки, ч, $t_{осн} = 54,1$ ч (проектируемый вариант) $t_{осн} = 5,5$ ч (базовый вариант);

q_{ϕ} – расход флюса, кг/м.; $q_{\phi} = 90$ кг/м.;

k_P – коэффициент флюса; $k_P = 1,1$;

C_{ϕ} – цена флюса за один кг., руб.;

K_m – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$C_{зз} = 54,1 * 16 * 1,1 * 0,08 * 1,05 = 79,98$ руб. (базовый вариант – защитный газ CO_2)

$C_{зз} = 5,4 * 90 * 1,1 * 0,42 * 1,05 = 48$ руб. (проектируемый вариант – флюс).

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).

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Затраты на электроэнергию на операцию

$$C_{эН} = \alpha_{э} \cdot W \cdot Ц_{э}, \text{ руб.} \quad (66)$$

где $\alpha_{э}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг.

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$Ц_{э}$ – цена за 1кВт/ч; $Ц_{э} = 3,16$ кВт/ч.

$$C_{эН} = 2,431 \cdot 8 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 46 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{эН} = 2,431 \cdot 5 \cdot 0,752 \cdot 3,16 = 29 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Стоимость основных материалов ($C_{о.м}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле:

$$C_{о.м} = (720000 + 108274,32 + 79,98) \cdot 1,05 = 801060 \text{ руб.}$$

$$C_{о.м} = (720000 + 920331,72 + 236) \cdot 1,05 = 1722596,11 \text{ руб.}$$

Таким образом, материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие составят:

По базовому варианту:

$$MЗ = (869772 + 0,07 + 46) = 869818 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = (1722596,11 + 0,16 + 29) = 1722625,3 \text{ руб.}$$

Расчет расходов на оплату труда производственных рабочих

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих (З_{пр}) с отчислениями на социальное страхование рассчитывается по формуле (при применении повременной формы оплаты труда сварщиков и вспомогательных рабочих)

$$Z_{\text{пр}} = (R_{\text{пв}_{\text{св}}} + R_{\text{пв}_{\text{вс}}}) \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} + D_{\text{вр}}, \quad (67)$$

$$R_{\text{пв}} = T_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{р}} \cdot \text{Ч} / N \quad (68)$$

где $\Phi_{\text{р}}$ - годовой действительный фонд времени одного рабочего, час.

($\Phi_{\text{р}} \approx 1870$ час.);

$T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка; для сварщиков в базовом варианте - 144 руб./час., в проектируемом - 168руб./час.; для вспомогательных рабочих - 130 руб/час.;

Ч - количество рабочих; в базовом варианте сварщиков $\text{Ч}_{\text{св}} = 1$ чел. в проектируемом $\text{Ч}_{\text{св}} = 1$ чел.

N - годовая программа выпуска металлоизделий, $N = 170$ шт.

$R_{\text{пв}}$ –расценка за единицу изделия для сварщиков $R_{\text{пв}_{\text{св}}}$ и вспомогательных рабочих $R_{\text{пв}_{\text{вс}}}$, руб.;

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

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

$K_{\text{д}}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, (статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% -20% от основной зарплаты), $K_{\text{д}} = 1,2$;

$D_{\text{вр}}$ – доплата за вредные условия труда, руб.

$$R_{\text{пв}_{\text{св}}} = 144 \cdot 1870 \cdot 7 / 170 = 11088 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$R_{\text{пв}_{\text{св}}} = 168 \cdot 1870 \cdot 1 / 170 = 1848 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Доплата за вредные условия труда (только для сварщиков) рассчитывается по формуле

$$D_{вр} = T_{ст} \cdot T_{вр}, \quad (69)$$

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

$T_{ст}$ – тарифная ставка сварщиков, для базового варианта $T_{ст} = 144$ руб.;
для проектируемого $T_{ст} = 168$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда,

$T_{вр} = T_{шт-к} (0,05 \dots 0,51)$, мин.; для механизированной и автоматической сварки коэффициент принимаем соответственно 0,51 и 0,05.

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ (с учетом доплат за вредность для сварщиков) приходящихся на одно изделие:

$$Z_{пр} = 11088 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 25946$$

$$Z_{пр} = 1848 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 4324,3$$

$$D_{вр} = 144 \cdot 83,2 \cdot 0,51 = 6110 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = 25946 + 6110 = 32056 \text{ руб.}$$

$$D_{вр} = 168 \cdot 11,4 \cdot 0,05 = 95,76 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

$$Z_{пр} = 4324,3 + 95,76 = 4420 \text{ руб.}$$

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ на годовую программу:

$$Z_{год} = N \cdot Z_{пр}$$

$$Z_{год} = 170 \cdot 32056 = 5449520 \text{ руб. (базов. вариант)}$$

$$Z_{год} = 170 \cdot 4420 = 751400 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $Ст$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 170$ шт.) в таблицу 10.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Таблица 10 – Результаты расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, Со.м, руб.	869772	1722596,11
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), Сэн, руб.	46	29
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), Зпр, руб.	5449520	751400
Технологическая себестоимость, Ст, руб./металлоизделие	6319338	2474025,11

Расчет производственной себестоимости изготовления металлоизделия

Производственная себестоимость ($C_{\text{ПР}}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{\text{ПР}}$ проводят по формуле:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}}, \quad (70)$$

где $C_{\text{Т}}$ – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{\text{пр}}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{\text{хоз}}$ – общехозяйственные расходы, руб.

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{\text{пр}}$, руб.) включаются:

- амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов;
- расходы на охрану труда работников и др.

$$P_{\text{пр}} = C_{\text{А}} + C_{\text{р}} + P_{\text{пр}} \quad (71)$$

где $C_{\text{А}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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

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

Затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на одно изделие (C_A), при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии рассчитаем по формуле:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O \quad (72)$$

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

H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{шт-к}$ – время на выполнение сварочной операции на годовую программу производства, час.;

K_O – коэффициент загрузки оборудования;

по – количество оборудования, шт.;

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

Базовый вариант:

$$C_A = \frac{764075 \cdot 14,7 \cdot 83,2}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,04 = 178 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_A = \frac{9310786 \cdot 14,7 \cdot 11,4}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,02 = 148 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Другие затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, Ср, руб. рассчитываются по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100} \quad (73)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

Значение $Д$ принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{764075 \cdot 3}{100} = 22922 \text{ руб}$$

$$C_p = \frac{9310786 \cdot 3}{100} = 279324 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение), прочие цеховые расходы принимаются в процентах от заработной платы производственных рабочих

$$P_{пр}^* = \frac{\%P_{пр} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (74)$$

$$P_{пр}^* = \frac{5449520 \cdot 10}{100} = 544952 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{пр}^* = \frac{751400 \cdot 10}{100} = 75140 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

где $ЗП_{пр}$ – заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

Расчет общехозяйственных расходов. В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{хоз}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация зданий и сооружений

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

общезаводского назначения; расходы на содержание зданий и сооружений общезаводского назначения (ремонт и расходы по эксплуатации, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, прочие расходы по содержанию и охране, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний и т.д.). Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\%P_{\text{ХОЗ}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (75)$$

где ЗП – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

% Р_{ХОЗ} – процент общехозяйственных расходов, % Р_{ХОЗ} = 25%.

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 5449520}{100} = 1362380 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 751400}{100} = 187850 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Выполним расчет общепроизводственных расходов (2.27)

по базовому варианту:

$$Р_{\text{пр}} = 178 + 22922 + 544952 = 568052 \text{ руб.}$$

по проектируемому варианту:

$$Р_{\text{пр}} = 148 + 279324 + 75140 = 354612,2 \text{ руб.}$$

Выполним расчет производственной себестоимости по формуле

По базовому варианту:

$$С_{\text{пр}} = 6319338 + 568052 + 1362380 = 8249770 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

По проектируемому варианту

$$C_{\text{ПР}} = 2474025,11 + 354612,2 + 187850 = 3016487 \text{ руб.}$$

2.6 Расчет полной себестоимости

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, Сп производим по формуле:

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{К}}, \quad (76)$$

где $P_{\text{К}}$ – коммерческие расходы, руб.

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

$$P_{\text{К}} = \frac{\%P_{\text{К}} \cdot C_{\text{ПР}}}{100} \quad (77)$$

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

$$P_{\text{К}} = \frac{0,1 \cdot 8249770}{100} = 8249,77 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{К}} = \frac{0,1 \cdot 3016487}{100} = 3016,49 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

$$C_{\text{П}} = 8249770 + 8249,77 = 8258019,8 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{П}} = 3016487 + 3016,49 = 3019503,5 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Результаты расчетов себестоимости изготовления металлоизделий сво-
дятся в таблицу

Таблица 11 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам, руб.

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируе- мый вариант	Отклонения (+,-) проектируемый вариант в срав- нении с базовым
1. Материальные затраты:	869818	1722625	-852807
2. Затраты на технологическую электроэнергию	46	29	17
3. Заработная плата производ- ственных рабочих	5449520	751400	4698120
Итого технологическая себесто- имость, Ст	6319338	2474025	3845313
4. Общепроизводственные расхо- ды, Р _{ПР}	544952	75140	469812
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз.}	1362380	187850	1174530
Итого производственная себе- стоимость, Спр	8249770	3016487	5233283
6. Коммерческие расходы, Р _к	8250	3017	5233
Итого полная себестоимость, Сп	8258020	3019504	5238516

2.7 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет годовой экономии по полной себестоимости, $\Delta C_{п}$, руб., произво-
дим по формуле:

$$\Delta C_{п} = C_{п1} - C_{п2}, \quad (78)$$

$$\Delta C_{п} = 8258020 - 3019504 = 5238516$$

где $C_{п1}$, $C_{п2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базо-
вому и проектируемому вариантам соответственно.

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте меньше тех-
нологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на

заработную плату и общехозяйственные нужды, а также за счет снижения коммерческих расходов.

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

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

$$Ц = (C_n * K_p) / N, \quad (79)$$

где N – годовой объем выпуска изделий, шт., N = 170

$$Ц_1 = (8258020 \cdot 1,3) / 170 = 63150 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = (3019504 \cdot 1,5) / 170 = 26643 \text{ руб.}$$

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

$$В = Ц * N \quad (80)$$

$$В_1 = 63150 \cdot 170 = 10735500 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 26643 \cdot 170 = 4529256 \text{ руб.}$$

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

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (81)$$

$$\Pi_1 = 10735500 - 8258020 = 2477480 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 4529256 - 3019504 = 1509752 \text{ руб.}$$

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (82)$$

$$\Delta\Pi = 1509752 - 2477480 = -967728 \text{ руб.}$$

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

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (83)$$

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

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

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

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

$$C_{пер} = C_{тех}/N \quad (84)$$

$$C_{пер} = 6319338/170 = 37173 \text{ руб}$$

$$C_{пер} = 2474025/170 = 14553 \text{ руб}$$

$$N_{кр1} = \frac{8258020 - 6319338}{63150 - 37173} = 74,6 \approx 75 \text{ шт.}$$

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

$$N_{кр2} = \frac{3019504 - 2474025}{26643 - 14553} = 45,1 \approx 46 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , выполняем по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (85)$$

$$R_1 = \frac{22435517}{7478783,3} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{694026}{1388052} \cdot 100 = 50 \%$$

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

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{оп}} \quad (86)$$

$$\Pi_{тр1} = \frac{10735500}{7} = 1533643 \text{ руб./чел.}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{4529256}{1} = 4529256 \text{ руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производим по формуле:

$$T_o = \frac{\Delta K_{\delta}}{\Delta \Pi} \quad (87)$$

$$T_o = \frac{3705764 - 7821060}{967728} = 4,2 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов сгруппируем результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Таблица 12 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	170	170	-
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	10735500	4529256	6206244
3	Капитальные вложения, К	руб.	3705764	7821060	-4115296
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	6319338	2474025	3845313
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	8258020	3019504	5238516
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	2477480	1509752	967728
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	7	1	6
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	руб./чел.	1533643	4529256	-2995613
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	год		4,2	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	75	46	29

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения качества и увеличения срока службы сварных соединений металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных рас-

ходов 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 1 человек.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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 сварочного автомата 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:

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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

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 13 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».

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Окончание таблицы 13

1	2	3
<i>Другие характеристики:</i>	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: механизированная сварка каркаса блока аккумуляторов вагона	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом резервуара тормозной системы локомотива
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций типа каркаса блока аккумуляторов вагона	

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 плавлением, и обозначение их на чертежах

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

– 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.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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 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 14. Продолжительность обучения 3 месяца.

Таблица 14 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Кол-во часов
1	2	3
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	60
1.1	Экономический курс. Основы рыночной экономики и предпринимательства	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника с основами промышленной электроники и электрооборудование	4
1.4.	Допуски и технические измерения	4
1.5.	Специальная технология:	40

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Окончание таблицы 14

1	2	3
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	100
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 автоматов к работе, присоединение аппаратуры.	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	8
2.6	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборками и установкой режима	12
2.7	Сварка пластин в стык в нижнем и вертикальном положениях сварного шва	8
2.8	Сварка прямолинейных угловых швов	12
2.9	Сварка кольцевых швов с поворотом свариваемых деталей	12
2.10	Комплексные работы	12
	КОНСУЛЬТАЦИИ	4
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	8
	Итого:	160

Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Таблица 15 – Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

Номер раздела	Наименование разделов	Кол-во часов
1	Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса	8
2	Сварочные материалы	5
3	Сварные конструкции	10
4	Технология автоматической сварки	8
5	Механизация и автоматизация сварочного производства	8
6	Охрана труда	1
	Итого:	40

3.3 Разработка плана занятия по предмету «Специальная технология»

Тема урока: Устройство, технические характеристики и конструктивные особенности отдельных узлов сварочного трактора ТС-16

Цели занятия:

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Обучающая: Формирование знаний в изучении конструкции сварочного трактора ТС-16, его назначение и принцип работы.

Развивающая: развивать познавательную деятельность, самостоятельность в выборе способов действий.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Методическое оснащение урока:

1. Материально-техническая база:

– кабинет технологии;

2. Дидактическое обеспечение:

рабочая тетрадь;

плакаты с изображением сварочного оборудования, техническими характеристиками, схемами;

учебник В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»; Александров А.Г справочник рабочего «Эксплуатация сварочного оборудования»

Методы обучения: объяснительно-иллюстративные методы.

Таблица 16 - План-конспект урока. Тема «Устройство, технические характеристики и конструктивные особенности сварочного трактора ТС-16»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте!	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минуты	Тема сегодняшнего занятия «Устройство, технические характеристики и конструктивные особенности сварочного трактора ТС-16»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии.
	Цель нашего занятия: Изучение конструкции сварочного автомата ТС -16, назначение, принцип работы.	Озвучиваю цель урока.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Продолжение таблицы 16

1	2	3												
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того, что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно.</p>												
<p>Изложение нового материала 30 минут</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <p>Сварочный трактор ТС-16 на котором вы будете работать предназначен для сварки под флюсом продольных и кольцевых швов стыковых, угловых и нахлесточных соединений.</p> <p>Основные принципы работы сварочного автомата: Устойчивый процесс сварки и хорошее качество сварных швов обеспечиваются при оптимально выбранных параметрах режима сварки.</p> <p>ТРАКТОР СВАРОЧНЫЙ ТС-16-1</p>  <p>Технические характеристики</p> <table border="1" data-bbox="427 1451 1050 2078"> <tr> <td>Напряжение питания, В</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>Частота, Гц</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Вид электрической сети</td> <td>трёхфазная</td> </tr> <tr> <td>Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>Мощность электродвигателя, Вт</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Скорость сварки, м/ч (рекомендуемая)</td> <td>16-126</td> </tr> </table>	Напряжение питания, В	380	Частота, Гц	50	Вид электрической сети	трёхфазная	Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	1000	Мощность электродвигателя, Вт	200	Скорость сварки, м/ч (рекомендуемая)	16-126	<p>Диктую новую тему, заранее написанную на доске.</p> <p>Рассказываю предназначение сварочного трактора ТС-16</p> <p>Диктую под запись, хожу по аудитории, контролирую учащихся по успеваемости.</p> <p>Рассказываю. Хожу по аудитории и показываю наглядно на плакате.</p>
Напряжение питания, В	380													
Частота, Гц	50													
Вид электрической сети	трёхфазная													
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	1000													
Мощность электродвигателя, Вт	200													
Скорость сварки, м/ч (рекомендуемая)	16-126													

	<p>Сварочная головка служит для подачи в зону дуги электродной проволоки, поддержания в процессе сварки неизменными силы тока и напряжения дуги или измерения их по заданной программе, она оснащена, как правило, системой коррекции положения электрода по отношению к шву.</p> <p>Ходовой механизм предназначен для перемещения автомата относительно свариваемого стыка по траектории, необходимой для получения швов заданной конфигурации, со скоростью, равной скорости сварки.</p> <p>Система подачи и удаления флюса состоит из бункера с флюсом, дозирующего устройства, вакуумного устройства, предназначенного для удаления не расплавившейся части флюса, и шлангов.</p> <p>Он оснащен автоматизированными приводами с механизмами слежения, вертикального и поперечного перемещения мундштука.</p>	
<p>Первичное закрепление материала 10 минут</p>	<p>Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы, для того, чтобы выяснить на сколько вы усвоили новый материал.</p> <p>1. Как устроен и работает сварочный трактор ТС-16?</p> <p>2. Для каких видов сварки предназначены трактор ТС-16?</p>	<p>Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю отметки в журнал.</p>
<p>Выдача домашнего задания 2 минут</p>	<p>Запишите домашнее задание: «Эксплуатация сварочного оборудования» стр.152 в учебнике Александрова А.Г; стр. 144 в учебнике В.С. Виноградов. В тетради сделать таблицу «Технические характеристики сварочного трактора ТС-16»</p>	<p>Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего значения.</p>

Подготовка, переподготовка и повышение квалификации работников в настоящее время должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности. Предприятия должны рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии.

Подготовка кадров заключается в обучении трудовым навыкам, нужным для качественного выполнения работы. Для эффективности непрерывного обучения нужно, чтобы работники были в нем заинтересованы.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

В связи с этим методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был проанализирован базовый вариант изготовления металлургического конвертера, 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».

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

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. – 256с.
- 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.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

- 11 Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: 1995. – 336 с.
- 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 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - Москва. ред. 2011. – 19с.
- 18 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.
- 19 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана
- 20 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.
- 21 Сварка в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

22 Справочное пособие по нормированию материалов и электро-энергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

23 Зубченко, А. С. Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

24 Верховенко, Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.

25 Чвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.

26 Толстов, И.А. Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Металлургия, 1990. – 143 с.

27 Крагельский, И.В. Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.

28 Потапов, Н.Н. Основы выбора флюсов при сварке сталей/ Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.

29 Винокурова, В.А. Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.

Т.1. – 504с.

Т.2.- 462с.

Т.3. – 567с.

30 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		

Приложение А Спецификация

					ДП 44.03.04. 723 ПЗ	Лист
		№ документа	Подпись	ата-		