

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования

Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального  
обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой МСП

\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
КОРПУСА КОЖУХА**

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

Идентификационный код ВКР: 550

Исполнитель  
студент группы ЗСМ-403С

М.А. Вздорнов

Руководитель  
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 112 листов машинописного текста, 14 рисунков, 29 таблиц, 40 использованный источник литературы, 3 приложения, графическую часть на 9 листах формата А1.

Ключевые слова: КОРПУС КОЖУХА, СТАЛЬ 30Х2ГСН2ВМ, СТАЛЬ 42Х2ГСНМА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В СРЕДЕ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТА, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ ПО ПРОФЕССИИ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ», БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.

В технологическом разделе на основании выбора способа сварки, сварочных материалов, расчетов основных параметров режима сварки и геометрические размеры сварного шва, подобрано сварочное оборудование и разработана технология сборки и автоматической сварки корпуса кожуха.

В экономическом разделе произведены расчеты капиталобразующих инвестиций, себестоимость изготавливаемой конструкции и расчет основных показателей сравнительной эффективности.

В методическом разделе разработана программа переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5<sup>го</sup> квалификационного разряда.

В разделе безопасность труда и экологичность проекта рассмотрены условия и глобальные экологические проблемы современности.

Перв. примен.										
Справ. №										
Подп. и дата										
Ине. № дубл.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
Ине. № подл.										

						<b>ДП 44.03.04.550 ПЗ</b>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>						
Разраб.		Вздорнов М.А.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА КОЖУХА					
Провер.		Федулова М.А.								
Н. Контр.		Плаксина Л.Т.								
Утв.		Гузанов Б.Н.								
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
					2					
					ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО каф. МСП гр. ЗСМ-403С					

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1	Технологический раздел	7
1.1	Описание изделия	7
1.2	Характеристика конструкционного материала	8
1.3	Анализ базовой технологии	17
1.4	Выбор способа сварки	18
1.5	Расчет режимов сварки	23
1.6	Выбор сварочных материалов	29
1.7	Выбор сварочного оборудования	34
1.8	Проектирование сварочной оснастки	37
1.9	Контроль качества сварных соединений	39
1.9	Разработанная технология	42
2	Экономический раздел	54
2.1	Определение капиталоеобразующих инвестиций	54
2.2	Определение себестоимости изготовления металлоконструкций	62
2.3	Расчет основных показателей сравнительной эффективности	74
3	Методический раздел	80
3.1	Анализ квалификационных характеристик	80
3.2	Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда	83
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	84
3.4	Разработка плана - конспекта урока	85
4	Безопасность и экологичность проекта	91
4.1	Безопасность труда	91
4.1.1	Условия труда	92
4.2	Глобальные экологические проблемы современности	97

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ

4.3 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами	98
4.5 Основные требования экологизации проекта	101
4.6 Основные характеристики технологического проекта	102
Заключение	106
Список использованных источников	107
ПРИЛОЖЕНИЕ А Задание на выпускную квалификационную работу	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Спецификация	112
ПРИЛОЖЕНИЕ В Рецензия	113

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ



- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- разработать технологию сборки-сварки корпуса кожуха;
- выбрать и обосновать заготовительное, сварочное и сборочное оборудование;
- разработать программу переподготовки по профессии «Электросварщик автоматической и полуавтоматической сварки».

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

# 1 Технологический раздел

## 1.1 Описание изделия

Деталь «корпус кожуха» представляет собой изделие, состоящее из трех обечаек. Эскиз представлен на рисунке 1.

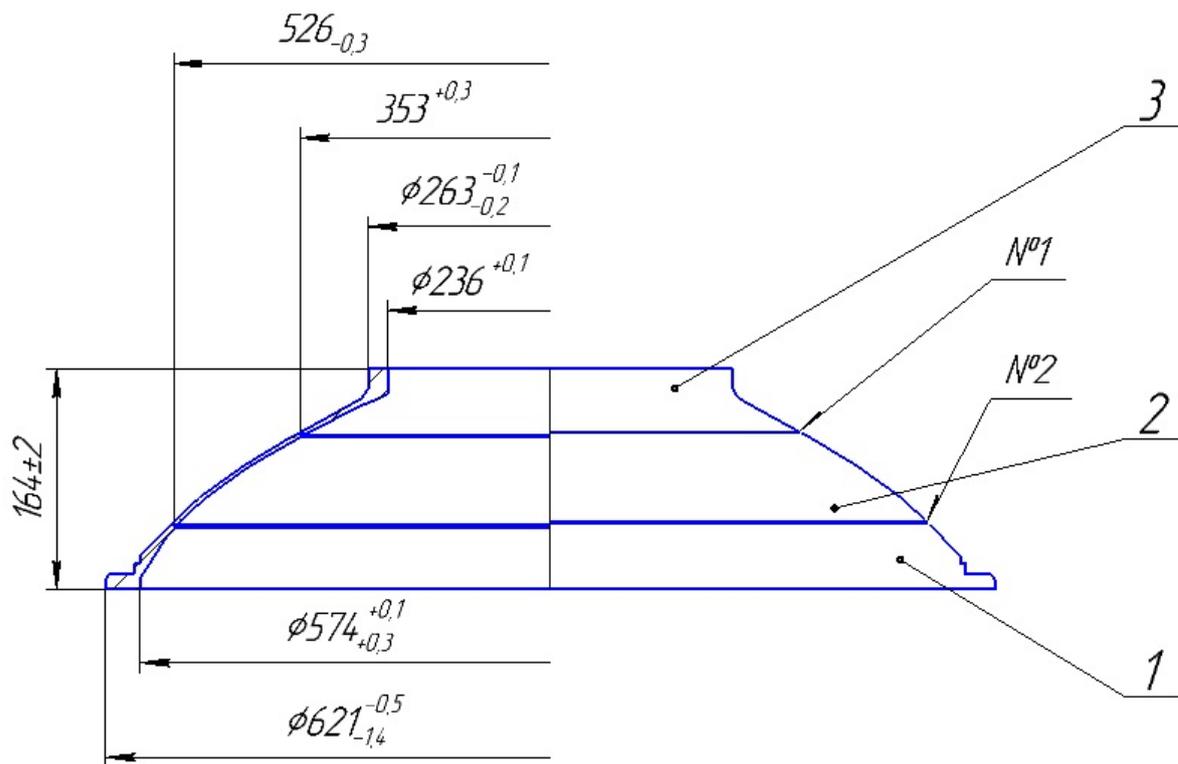


Рисунок 1 – Эскиз корпуса кожуха

Материал детали 1 и 2 - сталь 30X2ГСН2ВМ, 3 - сталь 42X2ГСНМА.

Для изготовления емкости ответственного назначения изделий разового действия, испытывающие кратковременные большие внутренние давления и работающие при температуре до  $400^{\circ}\text{C}$ .

В связи с выше сказанным для изготовления корпуса кожуха нам нужны высокопрочные стали с  $\sigma_{\text{в}} > 750 \text{ Мпа}$ .

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист  
7



Таблица 3 – Химический состав стали 42Х2ГСНМА по ТУ 24-1-1707-78, в % [3]

С	Cr	Mn	V	Si	Mo	Ni	P	S
							не более	
0,38-0,43	1,5-2	0,75-1	0,03-0,1	0,9-1,2	0,4-0,6	0,5-0,8	0,015	0,011

Таблица 4 – Механические свойства стали 42Х2ГСНМА

$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %
1450	1800	5

### Свариваемость

Качество сварных соединений среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей во многом определяется свойствами околошовной зоны и прежде всего ее сопротивляемостью образованию трещин. Сопротивляемость образованию холодных трещин связывается с формированием высокотемпературной химической микронеоднородности (ВХМН) у линии сплавления и последующим превращением аустенита в околошовной зоне, характером и величиной сварочных напряжений, распределением водорода в процессе сварки.

Серьезные трудности при сварке термически упроченных среднеуглеродистых среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей возникают также из-за разупрочнения основного металла в участке зоны термического влияния, нагреваемого до температуры высокого отпуска. Особенности разупрочнения основного металла в этом участке целесообразно рассмотреть на стали 42Х2ГСНМА, так как она наиболее интенсивно разупрочняется при сварке из-за высоких прочностных характеристик.

Сталь 30Х2ГСН2ВМ имеет низкую критическую скорость закалки. Она закаливается на мартенсит при скоростях охлаждения, возможных при сварке. Установлено влияние скорости нагрева и структуры металла на критические точки, а следовательно, и температурный интервал участка разупрочнения. Показано, что изменение скорости нагрева в пределах 160...700 °С/с не оказывает существенного влияния на положение критических точек. Для стали

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

42Х2ГСНМА в состоянии закалки и низкого отпуска изменение скорости нагрева в пределах 30...200 °С/с смещает температурный интервал  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращения на 35...40 °С при точности измерения температуры  $\pm 10$  °С. Можно полагать, что смещение температурного интервала участка разупрочнения в область повышенных температур будет таким же незначительным.

Изучение влияния термических циклов сварки на структуру и твердость зоны термического влияния показывает, что разупрочнение имеет место в участке, нагреваемом до температур 500...770 °С. При этом его минимальная твердость остается практически постоянной и не зависит от погонной энергии сварки.

С повышением погонной энергии сварки увеличивается ширина участка разупрочнения и уменьшается предел прочности сварного соединения. Сравнение соединений стали 42Х2ГСНМА, выполненных двумя способами сварки, показало, что наименьшее разупрочнение в зоне термического влияния наблюдается при электронно-лучевой сварке с низкой погонной энергией около 6,8 %, в то время как при аргодуговой сварке оно значительно больше примерно 22,3 %.

При равной эффективной погонной энергии электронно-лучевая сварка по сравнению с аргодуговой дает более узкий разупрочненный участок и более высокие значения прочности сварных соединений из-за высокой концентрации энергии в электронном луче.

Методы, способствующие уменьшению склонности околошовной зоны сварных соединений к образованию трещин, целесообразно разделить на две группы в зависимости от их влияния на кинетику процесса формирования трещин. К первой группе следует отнести методы, способствующие уменьшению склонности к зарождению трещин, ко второй - методы, способствующие уменьшению склонности к их развитию.

В первую группу входят методы, предусматривающие сварку с применением источников, обеспечивающих концентрированный нагрев с малыми погонными энергиями; рафинирование и модифицирование основного металла;

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ



Для оценки свариваемости металлов определим показатели свариваемости, показывающие стойкость их против образования горячих и холодных трещин.

**Свариваемость** – свойство металлов или сочетания металлов образовывать при заданной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленными конструкцией и условиями эксплуатации изделия.

**Горячие трещины** — это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и зоны термического влияния, возникающие в твёрдо-жидком состоянии при завершении кристаллизации, а также в твёрдом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзёрненной деформации. Они могут возникать при неблагоприятном сочетании некоторых факторов, связанных с понижением деформационной способности металла вследствие наличия в структуре легкоплавких эвтектик, дефектов кристаллического строения, выделения хрупких фаз, включения водорода (водородная болезнь) и т. д.

**Холодные трещины** — это локальное межкристаллическое разрушение металла сварных соединений, возникающие под действием собственных сварочных напряжений. Формальными признаками холодных трещин, отличающими их от горячих, являются факт обнаружения трещин при визуальном наблюдении, как правило, после полного охлаждения сварного соединения и блестящий излом без следов высокотемпературного окисления.

### Горячие трещины

Показателем стойкости против образования горячих трещин для среднелегированных сталей является параметр HCS. Оценим склонность металла к образованию горячих трещин по расчету HCS по формуле.

$$HCS = \frac{C(S + P + \frac{Si}{25} + 0,01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}, \quad (1)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Где С, S, P, Si, Ni, Mn, Cr, Mo, V – процентное содержание элементов в сталях.

Рассчитаем для стали 30X2ГСН2ВМ параметр HCS по формуле.

$$HCS = \frac{0,31 \cdot (0,011 + 0,015 + \frac{1,2}{25} + 0,01 \cdot 2,5) \cdot 10^3}{3 \cdot 1 + 2 + 0,4 + 0} = 5,7$$

Получившийся HCS = 5,7 > 4 значит, что сталь склонна к образованию горячих трещин.

Рассчитаем для стали 42X2ГСНМА параметр HCS по формуле (1).

$$HCS = \frac{0,43 \cdot (0,011 + 0,015 + \frac{1,2}{25} + 0,01 \cdot 0,8) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,75 + 2 + 0,4 + 0,03} = 7,5$$

Получившийся HCS = 7,5 > 4 значит, что сталь склонна к образованию горячих трещин.

### Холодные трещины

Основными параметрами оценки склонности сталей к образованию холодных трещин являются эквивалент углерода ( $C_{\text{ЭКВ}}$ ) и параметр трещинообразования  $R_{\text{см}}$

Для определения значения эквивалента углерода в мировой практике используется несколько различных параметрических уравнений, наиболее полное из них представлено на формуле.

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/4 + V/14 + Ni/15 + Cu/15 + Nb/4 + Ti/4 + P/2 + 5 \cdot B \quad (2)$$

Где С, Mn, Cr, Mo, V, Ni, Cu, Nb, Ti, P, B – процентное содержание элементов в сталях.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

при  $C_{\text{ЭКВ}} > 0.45$  — сталь склонна к образованию холодных трещин;  
 при  $C_{\text{ЭКВ}} < 0.25$  — сталь не склонна к образованию холодных трещин.  
 Рассчитаем для стали 30Х2ГСН2ВМ параметр  $C_{\text{ЭКВ}}$  по формуле (2).

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,31 + 1,3/6 + 2/5 + 0,5/4 + 0/14 + 2,5/15 + 0/15 + 0/4 + 0/4 + 0,015/2 + 5*0 = 1,23$$

Получившийся  $C_{\text{ЭКВ}} = 1,23 > 0,45$  значит, что сталь склонна к образованию холодных трещин.

Рассчитаем для стали 42Х2ГСНМА параметр  $C_{\text{ЭКВ}}$  по формуле (2).

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,43 + 1/6 + 2/5 + 0,6/4 + 0,1/14 + 0,8/15 + 0/15 + 0/4 + 0/4 + 0,015/2 + 5*0 = 1,21$$

Получившийся  $C_{\text{ЭКВ}} = 1,21 > 0,45$  значит, что сталь склонна к образованию холодных трещин.

Данная оценка не учитывает жесткость конструкции, а только химический состав стали поэтому произведем оценку с учетом структурных превращений и жесткости изделия по Д. Сефериану

Д. Сефериан предложил оценить склонность стали к холодным трещинам по полному эквиваленту углерода по формуле.

$$[C] = [C]_x (1 + 0,005\delta) \quad (3)$$

где  $[C]_x$  – химические эквивалент углерода.

$\delta$  – толщина свариваемых листов, мм.

$$[C]_x = C + (Mn + Cr)/9 + Ni/18 + 28Mo/360 \quad (4)$$

Рассчитаем для стали 30Х2ГСН2ВМ параметры  $[C]$  и  $[C]_x$  по формулам (3), (4).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$[C]_x=0,31+(1,3+2)/9+2,5/18+28\cdot0,5/360=0,85 \%$$

$$[C]=0,85\cdot(1+0,005\cdot3)=0,86 \%$$

Получившийся  $[C] = 0,86 > 0,45$  значит, что сталь склонна к образованию холодных трещин.

Рассчитаем для стали 42Х2ГСНМА параметр  $[C]$  и  $[C]_x$  по формулам (3), (4).

$$[C]_x=0,43+(1+2)/9+0,8/18+28\cdot0,6/360=0,85 \%$$

$$[C]=0,85\cdot(1+0,005\cdot3)=0,86 \%$$

Получившийся  $[C] = 0,86 > 0,45$  значит, что сталь склонна к образованию холодных трещин.

Сварные соединения из среднелегированных сталей подвергаются полной термообработке во всех случаях изготовления ответственных и тяжело нагруженных конструкций, когда это возможно. Последующую полную термообработку производят, если позволяют габаритные размеры конструкций и обеспечиваются условия предупреждения деформаций при термообработке.

После полной термообработки сварное соединение, как правило, становится равноценным основному металлу по всему комплексу физико-химических свойств при условии, что химический состав металла шва и свариваемой стали будет одинаков. В ряде случаев при одинаковых с основным металлом химическом составе и термообработке металл шва может иметь механические свойства, превышающие свойства основного металла. Это обусловлено более благоприятной структурой первичной кристаллизации и большей химической однородностью металла шва по сравнению с катаным металлом, полученным из относительно крупных слитков.

Ине. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Ине. № дубл.				
Изм.	Взам. инв. №				15
	Подп. и дата				
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	

В связи с этим сварку следует производить плавящимся электродом того же состава, что и основной металл, или же неплавящимся электродом, ограничивать угар легирующих элементов и предупреждать загрязнение металла шва газами и вредными примесями, которые могут проникнуть в зону сварки из окружающей атмосферы или сварочных материалов. Металлургическое воздействие при сварке среднелегированных сталей должно заключаться главным образом в улучшении первичной структуры металла шва путем ускорения кристаллизации и модифицирования его присадкой малого количества таких элементов, как титан, алюминий и др., а также регулирования количества, формы и распределения неметаллических включений.

Понижая содержание в шве этих элементов, с целью предупреждения чрезмерного ухудшения его механических свойств, прибегают к дополнительному легированию элементами, повышающими стойкость против образования кристаллизационных трещин (марганцем, хромом, титаном). Подобный метод повышения стойкости металла шва против образования кристаллизационных трещин следует применять совместно с использованием режимов сварки, обеспечивающих высокое значение коэффициента формы шва. Избегать узкой и глубокой разделки кромок под сварку и в отдельных случаях применять также предварительный подогрев. Комплексное использование методов борьбы с кристаллизационными трещинами позволяет получить соединения со швами, в меньшей степени отличающимися от основного металла по химическому составу.

При выборе состава проволоки для сварки среднелегированных сталей нужно учитывать, что часть легирующих элементов и углерода поступает в шов из основного металла в соответствии с его долей участия в образовании шва. Эта доля определяется методом и режимом сварки и может изменяться от 15 до 80 %. В сварных соединениях, подвергающихся полной термообработке, можно меньше считаться с влиянием первичной структуры на свойства металла шва, чем в соединениях, не подвергающихся термообработке. Грубозернистая струк-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

тура участка перегрева околошовной зоны при термообработке практически полностью устраняется. Все это позволяет применять для сварки термообрабатываемых конструкций высокопроизводительные методы и режимы сварки, при использовании которых в сварных соединениях непосредственно после сварки может образоваться грубо-кристаллическая структура. К таким методам относится электрошлаковая сварка, а также сварка под флюсом при большой погонной энергии [5].

### 1.3 Анализ базовой технологии

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы было представлено решение поставленной задачи – снижение трудоемкости и увеличение производительности процесса. Решение этой задачи реализовано следующими методами:

- переход с ручной на автоматическую сварку при выполнении стыкового кольцевого шва;
- модернизации крепления детали в сборочно-сварочной оснастке;
- сокращение времени на переходы.

Для этого планируется:

- переход от ручной сварки к автоматической посредством внедрения сварочного вращателя, колонна, сварочной головки с блоком подачи проволоки и принудительного колебания.
- модернизация оснастки, позволяющая производить полную сбоку перед сваркой.

Данные улучшения позволяют увеличить производительность процесса и снизить его трудоемкость, соответственно снизится и себестоимость изготовления корпуса кожуха.

Деталь представляет собой сварную конструкцию конического типа, состоящую из трех обечаек, сваренных между собой кольцевыми швами. В базовой технологии сварку производят вручную. После сварки применяется термо-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						17

обработка для релаксации внутренних напряжений, интервал времени между окончанием сварки и началом термообработки не должно превышать 15 минут поскольку стали подвержены закалке на воздухе. После термообработки проводится визуально-измерительный контроль на рабочем месте. Затем деталь отправляется на рентгеноскопический контроль, после гидравлическое испытание. Для проверки на возникновение трещины при гидравлическом испытании повторно назначают рентгеноскопический контроль. Контроль проходят детали в объеме 100%.

### **Недостатки базовой технологии**

Недостатком базовой технологии является:

- низкая автоматизация процесса сварки изделия.
- повышенная трудоемкость изготовления изделия.
- качество выполняемых швов.

В связи с этим выбираем более производительный способ сварки.

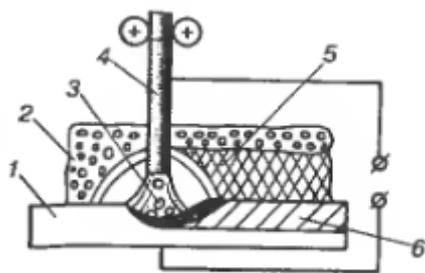
### **1.4 Выбор способа сварки**

#### **Механизированная сварка под флюсом**

С помощью механизированной сварки под флюсом в настоящее время изготавливают конструкции разнообразного назначения, преимущественно из металла толщиной 4...50 мм, в отдельных случаях под флюсом сваривают и более тонкий, и более толстый металл. Схема представлена на рисунке 2.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



1 – основной металл; 2 – флюс; 3 – сварочная дуга; 4 – электродная проволока;  
5 – закристаллизовавшийся шлак; 6 – сварной шов

Рисунок 2 - Схема автоматической дуговой сварки под флюсом

По сравнению с ручной дуговой сваркой, а также другими методами механизированной сварки сварка под флюсом обеспечивает более высокую производительность. Особенно значительны ее преимущества при однопроходной сварке. В этом случае можно наиболее полно использовать особенности сварки под флюсом для глубокого проплавления основного металла, применения больших токов, а также избежание затруднений с удалением шлаковой корки. Если соединения обладают достаточно высокой стойкостью против образования трещин и не подвергаются последующей термообработке, однопроходную сварку под флюсом можно производить на режимах, применяемых при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей.

При сварке сталей и соединений с пониженной стойкостью против образования трещин (повышенное содержание углерода и легирующих примесей, большая толщина листов или большая жесткость их закрепления) приходится применять дополнительные меры: использование постоянного тока обратной полярности, предварительный подогрев или разогрев области шва при наложении многослойного шва, сварку первого слоя по присадочной проволоке и при увеличенном угле разделки кромок.

Для сварки под флюсом среднелегированных сталей применяют высококремнистые марганцевые флюсы АН-348-А и ОСЦ-45, низкокремнистые флюсы АН-15, АН-15М, АН-17М, АН-20, АН-42 и др. Под высококремнистыми марганцевыми флюсами сваривают соединения, к которым не предъявляются высо-

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

кие требования по ударной вязкости металла шва. К преимуществам сварки под такими флюсами следует отнести повышенную стойкость швов против образования кристаллизационных трещин.

### **Сварка плавящимся и неплавящимся электродом в защитных газах**

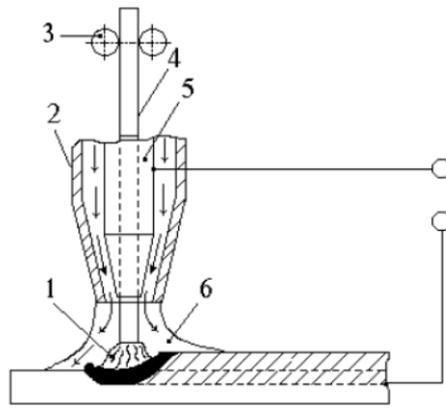
К технологическим особенностям сварки среднелегированных сталей в защитных газах следует отнести тщательную осушку газа с целью предельного снижения содержания водорода в металле шва, а также использование режимов сварки, обеспечивающих пониженные скорости остывания сварных соединений. Эти меры необходимы для повышения стойкости сварных соединений против образования холодных трещин. В качестве защитных газов при сварке среднелегированных сталей применяют преимущественно углекислый газ и аргон.

Применять сварку плавящимся электродом в защитных газах не рекомендуется из-за ряда причин. Металл относится к мартенситно-бейнитному классу, а значит предъявляются высокие требования к форме шва. Данным способом сварки сложно получить плавного перехода от основного металла к металлу шва, что приведет к появлению концентраторов напряжения и к зарождению трещины. Большой перегрев металла в сравнение с неплавящимся электродом в аргоне приведет к увеличению зоны разупрочнения. Требование получения равнопрочного соединения основному металлу не выполняется. Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом представлена на рисунках 3.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ



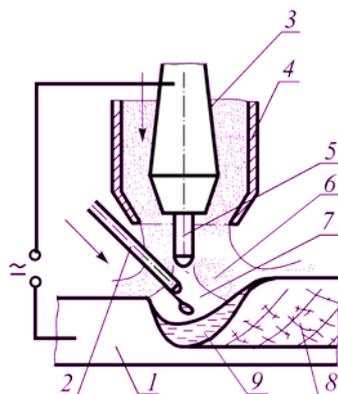
1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3– подающие ролики; 4 – электродная проволока;  
5 – токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

Рисунок 3 - Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом

Для получения сварных соединений, полностью равноценных по конструктивной прочности основному металлу, рекомендуется применять автоматическую аргонодуговую сварку с поперечными перемещениями неплавящегося электрода. Как правило, предусматривают выполнение сварного соединения в два слоя. При первом слое, выполняемом без поперечных перемещений электрода, обеспечивается полное проплавление свариваемых кромок. При сварке второго слоя электроду придают низкочастотные поперечные колебания (3...6 колебаний в секунду). Сварку осуществляют по присадочной проволоке, которая с помощью специального устройства подается в зону дуги. При этом достигается хорошее формирование шва. Схема дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунках 4.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



1 – основной металл; 2 – присадочный металл; 3 – держатель электродов;  
 4 – сопло; 5 – неплавящийся электрод; 6 – струя газа; 7 – дуга; 8 – шов; 9 – сварочная ванна  
 Рисунок 4 – Схема дуговой сварки неплавящимся электродом

Поперечные перемещения дуги оказывают многостороннее положительное влияние на качество сварных соединений, улучшается формирование шва и обеспечивается плавный переход от шва к основному металлу. Существенно ослабляются столбчатая ориентация структуры металла шва и перегрев в околошовной зоне. Это достигается вследствие пульсирующего изменения температуры металла околошовной зоны вблизи линии сплавления. Время пребывания околошовной зоны при температурах, превышающих 1000 °С, многократно уменьшается, и перегрев соответственно ослабевает. Непрерывное изменение фронта кристаллизации, перемещающейся сварочной ванны, способствует изменению направления роста столбчатых кристаллитов, их дроблению и измельчению.

Присадочная проволока применяется диаметром 0,8...1,6 мм. С ее помощью удается хорошо сформировать усиление шва, а также регулировать химический состав металла шва и его пластические и прочностные свойства.

Аргонодуговую сварку неплавящимся электродом всегда выполняют на прямой полярности, поэтому анод расположен на основном металле. В результате существенно увеличивается глубина и уменьшается ширина проплавления основного металла. Открываются дополнительные возможности уменьшения перегрева околошовной зоны и улучшения структуры металла шва вследствие ускорения его кристаллизации и благодаря микролегированию через флюс-пасту

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

металла шва титаном, цирконием, церием и др. Особо высокое качество сварных соединений можно получить при двухслойной или трехслойной аргонодуговой сварке вольфрамовым электродом с применением флюсов-паст в первом слое и поперечных перемещений электрода во втором и третьем.

### **Выбор способа сварки**

Критерии, по которым не прошли остальные способы, приведены далее:

- Толщина свариваемого металла 3 мм;
- Длина шва 2200 мм;
- Положение сварки нижнее;
- Стоимость оборудование;
- Сложность технологического процесса.

Основными критериями при выборе способа сварки является толщина, положение при сварке, длина шва, стоимость оборудование, сложность технологического процесса. Из всех рассмотренных случаев наиболее оптимальным является сварка неплавящимся электродом в инертном газе. При данном способе сварки обеспечивается удовлетворительная производительность, небольшой участок разупрочнения, получения шва с плавным переходом к основному металлу.

### **1.5 Расчет режимов сварки**

#### **Выбор типа сварного соединения**

При выборе соединения руководствуемся такими требованиями, как полное проплавление металла, запрещается использовать какие-либо подкладки (увеличиться прокаливаемость металла), нельзя выбирать замковое соединение (образуются дополнительные концентраторы напряжения), необходимо обеспечить плавный переход от основного металла к металлу шва. С учетом перечисленных требований было предложено нестандартное сварное соединение, приведенное на рисунке 5.

Ине. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Ине. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

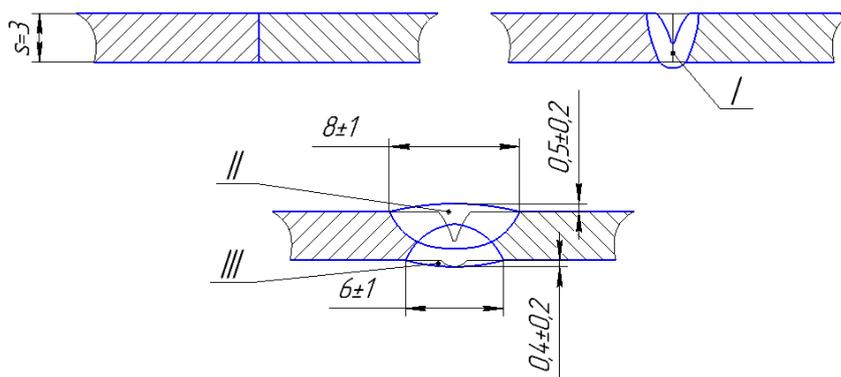


Рисунок 5 – Сварное соединение

Следует уделять большое внимание чистоте кромок, так как загрязненная поверхность кромок металла приводит к плохому провару и образованию в сварном шве неметаллических включений. Большое влияние на образование горячих трещин оказывает водород. Поэтому наличие ржавчины на кромках и сварочной проволоке недопустимо. Перед сваркой кромки, а также прилегающие участки на ширину 15...20 мм должны очищаться до металлического блеска от окалины, ржавчины, масла, краски и других загрязнений. Очистка производится хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном. Затем зачищают детали под сварку от ржавчины шлифовальной машиной обезжиренную область. Так же должна быть очищена сварочная проволока от загрязнений.

### Расчет режима механизированной сварки в инертных газах стыкового соединения по размерам шва $e$ и $h$

1. Параметры режима дуговой сварки в среде инертных газов неплавящимся электродом;

- диаметр электродной проволоки  $d_{Э.П}$ ;
- сварочный ток  $I_C$ ;
- скорость сварки  $V_C$ ;
- плотность тока  $J$ ;
- напряжение на сварочной дуге  $U_d$ ;
- вылет электродной проволоки  $l_B$ ;
- скорость подачи электродной проволоки  $V_{Э.П}$ ;

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- расход защитного газа  $q_{з.г.}$

При механизированной сварке в среде инертных газов перемещение горелки выполняется вручную и в этом случае параметры  $V_C$  и  $l_B$  жестко не контролируются, хотя их расчет выполняется.

2. Подготовка исходных данных. В исходные данные входят:

- тип соединения: стыковое нестандартное;
- толщина свариваемого металла (3 мм);
- положение шва и проходов: нижнее;

Расчет режима сварки по размерам шва (ширине  $e=8\text{мм}$  и глубине проплавления  $h$ ) производится для однопроходных швов. Сначала определяем основные параметры режимы  $d_{э.п.}$ ,  $V_C$  и  $I_C$  непосредственно зависящие от размеров шва  $e$  и  $h$ , затем - дополнительные параметры:  $U_{д.}$ ,  $l_B$ ,  $V_{э.п.}$  и  $q_{з.г.}$ , являющиеся производными основных.

Диаметр электродной проволоки может изменяться в сравнительно широких пределах, а скорость сварки и сварочный ток определяются; однозначно при строго заданных двух размерах шва.

1. Диаметр электродной проволоки  $d_{э.п.}$  зависит от толщины металла  $S$  и глубины проплавления  $h$ . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора  $b$  между кромками, формы подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления  $h_p$  которую можно определить по формуле.

$$h_p = 0,6s - 0,5b ; \quad (5)$$

$$h_p = 0,6 \cdot 3 - 0,5 \cdot 0 = 1,8\text{мм}$$

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволока по формуле, мм:

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$d_{э.п} = \sqrt[3]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (6)$$

$$d_{э.п} = \sqrt[3]{1,8 \pm 0,05 \cdot 1,8} = 1,16 \pm 0,09 = 1,07...1,25 \text{ мм}.$$

Предельные значения  $d_{эп}$  ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положением шва. Полученный расчетным путем  $d_{эп} = 1,07$  округляем до стандартного значения 1,6 и в дальнейших расчетах используем стандартное значение  $d_{эп} = 1,6$  мм.

2. Скорость сварки  $V_C$  рассчитываем по формуле, мм/с:

$$V_C = K_V \frac{h_p^{1,61}}{l^{3,36}}, \quad (7)$$

Коэффициент  $K_V$  зависит от диаметра электродной проволоки; его значения, полученные экспериментальным путем, приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Значения коэффициента  $K_V$

$d_{эп}$ , мм	0,8	1,0	1,2	1,4	<b>1,6</b>	2,0
$K_V$	1030	1065	1060	1100	<b>1120</b>	1150

$K_V = 1120$ , согласно таблице 5.

3. Вылет электродной проволоки рассчитываем по формуле, мм:

$$l = 10d_{э.п} \pm 2d_{э.п}, \quad (8)$$

$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 16 \pm 3,2 = 12,8...19,2 \text{ мм},$$

Скорость сварки рассчитываем по формуле:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ					

$$V_C = 1120 \frac{1,8^{1,61}}{16^{3,36}} = 0,26 \text{ мм/с} = 4,33 \text{ м/ч},$$

Предельные значения скорости сварки ограничиваются уровнем автоматизации процесса: при механизированной сварке  $V_C = 4 \dots 10$  мм/с, тогда принимаем  $V_C = 4$  м/с.

4. Сварочный ток  $I_C$  определяем в зависимости от размеров шва рассчитываем по формуле, А:

$$I_C = K_I \frac{h_p^{1,32}}{l^{1,07}}, \quad (9)$$

Значения коэффициента  $K_I$ , полученного экспериментальным путем и зависящего от диаметра электродной проволоки, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения коэффициента  $K_I$

$d_{ЭП}$ , мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
$K_I$	335	335	430	440	460	480

Принимаем  $K_I = 430$ .

Сварочный ток рассчитываем по формуле (9).

$$I_C = 460 \frac{1,8^{1,32}}{16^{1,07}} = 52 \text{ А},$$

5. 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 рассчитываем по формуле, В:

$$U_d = 14 + 0,05 I_C, \quad (10)$$

Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ			27	

$$U_0 = 14 + 0,05 \times 52 = 16B,$$

6. Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле:

$$V_{\text{э.п}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_c}{d_{\text{э.п}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_c^2}{d_{\text{э.п}}^3}, \quad (11)$$

$$V_{\text{э.п}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{52}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{52^2}{1,6^3} = 11,23 \text{ мм/с} = 3,12 \text{ м/ч},$$

7. Расход защитного газа зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета  $q_{3.Г}$  предлагается эмпирическая зависимость по формуле:

$$q_{3.Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \text{ л/с}, \quad (12)$$

$$q_{3.Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 52^{0,75} = 0,064 \text{ л/с}$$

ИЛИ

$$q_{3.Г} = 0,2 \cdot I_c^{0,75} \text{ л/мин}, \quad (13)$$

$$q_{3.Г} = 0,2 \cdot 52^{0,75} = 3,87 \text{ л/мин}, \text{ принимаем } q_{3.Г} = 4 \text{ л/мин}$$

8. При сварке в защитных газах величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления в связи с потерями электродного металла.

Для сварки коэффициенты расплавления  $\alpha_p$  и наплавки  $\alpha_n$  необходимо рассчитывать по формуле:

Инв. № подл.					Подп. и дата	
						Инв. № дубл.
						Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	
						28

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_3^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (14)$$

$$a_p = 1,21 \cdot 52^{0,32} \cdot 16^{0,38} \cdot 1,6^{-0,64} = 9,1 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

9. Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (15)$$

где  $F_{эл}$  - площадь поперечного сечения электрода

$$j = \frac{4 \cdot 52}{3,14 \cdot 1,6^2} = 25,88 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитанные результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные

$d_{эл}$ , мм	$I_C$ , А	$U_d$ , В	$V_{эл}$ , м/ч	$a_p$ , г/А*ч	$j$ , А/мм <sup>2</sup>	$q_{3.Г}$ , л/мин	$V_C$ , м/ч
1,6	50-55	16	3-4	10	26	4	4

Результаты полученные опытным путем приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Полученные данные

$d_{эл}$ , мм	$I_C$ , А	$U_d$ , В	$V_{эл}$ , м/ч	$a_p$ , г/А*ч	$j$ , А/мм <sup>2</sup>	$q_{3.Г}$ , л/мин	$V_C$ , м/ч
1,6	115-125	8-10	12-15	-	-	13-15	-

## 1.6 Выбор сварочных материалов

### Сварочная проволока

Сварочная проволока выбирается на основании легирующих элементов, т.е. легирующие элементы сварочной проволоки должны быть максимально

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

схожими с легирующими элементами основного металла Св-20Х2Г2СНВМ по ТУ 14-1-4292-87 [6]. Химический состав приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав проволоки Св-20Х2ГСНВМ по ТУ 14-1-4292-87, в %

C	Cr	Mn	W	Si	Mo	Ni	P	S
							не более	
0,18-0,25	1,5-2	0,9-1,3	0,9-1,3	0,8-1,2	0,4-0,5	1-1,3	0,02	0,02

### Защитный газ

Инертные газы применяют для сварки химически активных металлов (титан, алюминий, магний и др.), а также во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом (высоколегированные стали и др.). Инертные газы обеспечивают защиту дуги и свариваемого металла, не оказывая на него металлургического воздействия.

Аргон поставляется по ГОСТ 10157—79 «Аргон газообразный и жидкий» следующих сортов с содержанием аргона не менее (%) [7]:

- высшего сорта (99,99),
- 1-го сорта (99,98),
- 2-го сорта (99,95),
- остальное — кислород (0,005), азот (0,004), влага (0,03).

Гелий выпускают по МРТУ 51-04-23-64 составов (%):

- марка I (99,6—99,7),
- марка II (98,5—99,5),
- остальное — азот.

Аргон и гелий поставляют в баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа. Баллон для аргона окрашен в серый цвет, надпись зеленого цвета; баллон для гелия — коричневый, надпись белого цвета. В связи с тем что гелий в 10 раз легче аргона, расход гелия при сварке увеличивается в 1,5—2 раза.

Гелий — практически инертный химический элемент.

Изн. № подл.	Подп. и дата
	Изн. № дубл.
Изн. № инв.	Взам. инв. №
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Простое вещество гелий — нетоксичное, не имеет цвета, запаха и вкуса. При нормальных условиях представляет собой одноатомный газ. Его точка кипения ( $T = 4,215 \text{ К}$  для  $^4\text{He}$ ) наименьшая среди всех веществ; твёрдый гелий получен лишь при давлениях выше 25 атмосфер — при атмосферном давлении он не переходит в твёрдую фазу даже при абсолютном нуле. Экстремальные условия также необходимы для создания немногочисленных химических соединений гелия, все они нестабильны при нормальных условиях.

Для защиты сварочной ванны используем инертный газ гелий с поддувом аргона из за особенности материала детали. Гелий даст достаточную защиту сварочной ванны и уменьшит нагрев детали, а поддув аргона увеличит глубину проплавления.

### Неплавящийся электрод

Вольфрам - самый тугоплавкий из металлов, его температура плавления  $3422 \text{ }^\circ\text{C}$ . Они имеют превосходные механические качества: твердость, износостойчивость при сильном нагреве и наименьший коэффициент температурного расширения среди металлов. У вольфрамовых электродов хорошая теплопроводность, очень высокое сопротивление температурной ползучести и очень высокий модуль упругости. В зависимости от условий использования, применяются различные добавки:

1. Вольфрамовые электроды без специальных добавок, вольфрама не менее 99,5%, остальное примеси. Маркировка WP (зеленый).
2. Чистый вольфрам характеризуется очень высокой энергией, необходимой для выхода электрона из атома, вследствие чего зажигать дугу сложнее, чем с легированными электродами. Кроме того, из-за высокой энергии выхода электрона, температура на кончике выше, что приводит к короткому сроку службы электрода. Эти электроды используются только для сварки переменным током, однако лучше их вообще не использовать.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ

3. Вольфрамовые электроды, легированные оксидом иттрия 1,8-2,2%  $Y_2O_3$ . Маркировка WY-20 (темно-синий). Стойко выдерживают большие токи не загрязняя металл шва вольфрамом. Иттрий повышает стабильность катодного пятна на конце электрода, вследствие чего улучшается устойчивость дуги в широком диапазоне рабочих токов. Используются для сварки особо ответственных соединений постоянным током [8].

Из всех рассмотренных вариантов наиболее подходящими являются вольфрамовые электроды, легированные оксидом иттрия, т.к. не загрязняют металл шва, не имеют в своем составе радиоактивных элементов и возможно использование при постоянном токе.

### Активирующий флюс

Активирующий флюс подразумевают газообразное, жидкое или твердое вещество, состоящее из солей, галогенидных соединений и оксидов, которое водится при сварке в зону горения дуги и плавления металла, в целях комплексного влияния на сварочную ванну и дуговой разряд, которое выражается в увеличении глубины проплавления, улучшении формирования и качества сварных соединений. Под термином «Активирующий материал» понимают металлический или неметаллический сварочный материал, в состав которого входит активирующий флюс. Активирующий материал позволяет использовать активирующее воздействие, с получением дополнительного экономического эффекта за счет увеличения производительности, точности, качества сборочных и сварочных операций, улучшения формирования и качества сварных соединений. Активирующие флюсы характеризуются эффективностью, под данным термином понимают способность флюсов изменять свойства дуги и сварного шва, которая количественно выражается коэффициентами изменения глубины проплавления, плотности тока, размеров дуги и механических характеристик шва.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Активирующие флюсы классифицируются по физическому состоянию, химическому составу, по области, цели и технике применения. Классификация представлена на рисунке 6.

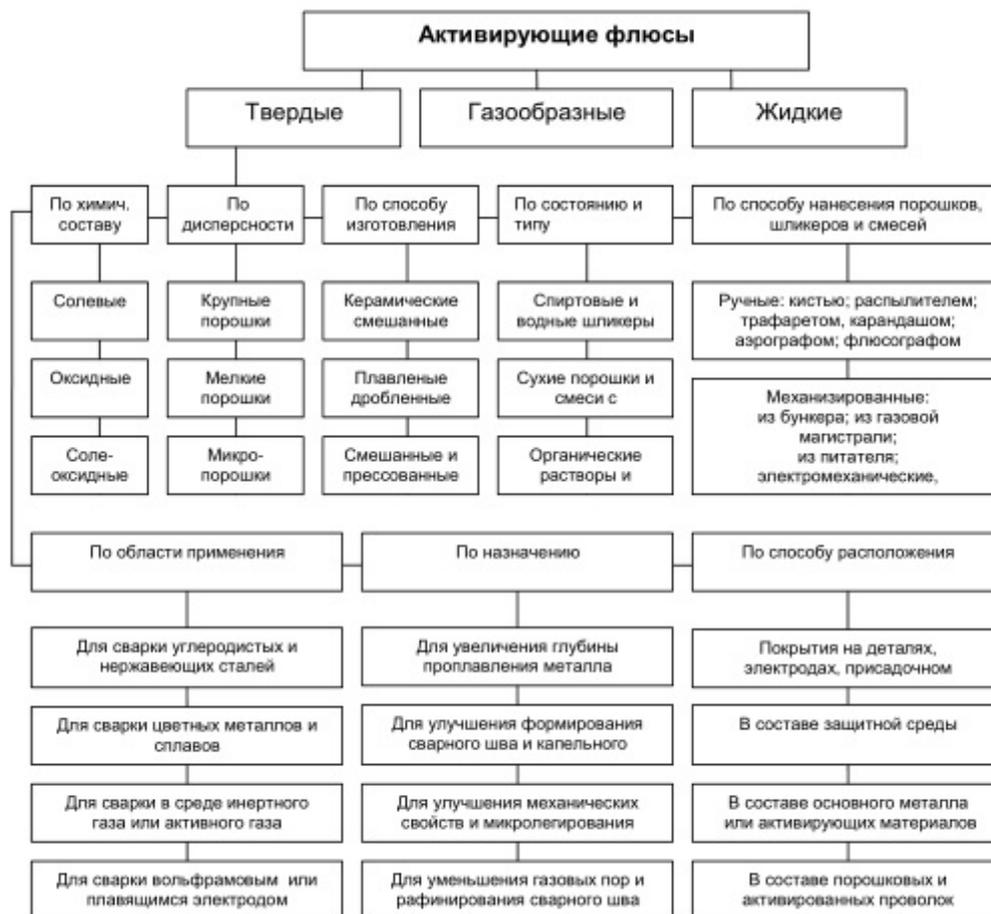


Рисунок 6 - Классификация активирующих флюсов

Для сварки сталей 30X2ГСН2ВМ и 42X2ГСНМА рекомендуется применять флюс ФС-71, представляющий смесь компонентов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Химический состав флюса приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Химический состав ФС-71, в %

$\text{SiO}_2$	$\text{NaF}$	$\text{TiO}_2$	$\text{Ti}$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$
57,3	6,4	13,6	13,6	9,1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 1.7 Выбор сварочного оборудования

Автоматическая сварка корпуса кожуха производится на установке, которая состоит из сварочной головки, источника питания, вращателя сварочной колонны и сборочно-сварочной оснастки.

### Сварочная головка

Сварочная головка должна обеспечивать режим сварки установленный в технологии, а также позволять в ручном режиме в процессе сварки выполнять корректировку положения головки.

Сварочная головка ПКТБА-СГПГн применяется для сварки и наплавки в инертном газе неплавящимся электродом.

Особенности:

- 1) Сварка может производиться как с применением присадочной проволоки, так и без нее.
- 2) Полностью программируемая работа механизма регулировки длины дуги.
- 3) Сварочная головка дополнительно может комплектоваться механизмом колебания горелки.

Сварочная головка приведена на рисунке 7.

Ине. № дубл.	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист

34



Рисунок 7 – Сварочная головка ПКТБА-СГПГн

Технические характеристики приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики сварочной головки ПКТБА-СГПГн

Технические характеристики		Параметры
Вертикальное перемещение сварочной головки, мм		300
Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), мм		±50
Амплитуда колебания сварочной горелки, мм		0-50
Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм		100
Диаметр не плавящегося электрода, мм		1,0-6,4
Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин		0,2-10

### Источник питания

Для сварки неплавящимся электродом можно использовать выпрямители, инверторные источники, трансформаторы. Трансформаторы и выпрямители более громоздкие по сравнению с инверторными источниками. Инверторные источники более универсальны и на них можно производить сварку на постоянном и переменном токе, а также импульсную сварку. Выбираем инверторный источник питания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Ине. № подл.

Lorch V30 - промышленный источник. Встроенная память позволяет сохранять до 100 сварочных параметров. Возможно как газовое, так и водяное охлаждение. Система Lorchnet позволяет произвести полную автоматизацию.

Технические характеристики приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики Lorch V30

Технические характеристики	Параметры
Диапазон регулирования тока, А	3 – 300
Ток при ПВ 100%, А	300
Диаметр сварочных электродов, мм	1,0-4,0
Габаритные размеры, мм	1130 x 450 x 815
Масса, кг	93,6

### Вращатель

Требования, предъявляемые к вращателю:

- 1) Возможность установления необходимой скорости вращения и постоянство скорости вращения;
- 2) Обеспечение необходимой грузоподъемности, которая должна быть не менее 225 кг.

Исходя из требований выбираем вращатель ПКТБА- ВСУ-3.

Планшайба имеет электропривод наклона планшайбы 0°...90° для обеспечения оптимального положения сварки. Цифровая индикация частоты вращения планшайбы. Пульт дистанционного управления. Технические характеристики приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики ПКТБА- ВСУ-3

Технические характеристики	Параметры
1	2
Грузоподъемность, кг	400
Диаметр планшайбы, мм	800

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

### Окончание таблицы 13

1	2
Скорость вращения планшайбы, об/мин	0,063-3,15
Габаритные размеры Д x Ш x В, мм	1060 x 830 x 800
Масса, кг	420

### Сварочная колонна

Требования к сварочной колонне следующие:

- 1) Минимальные размеры;
- 2) Возможность обратной связи с источником питания для поддержания постоянства параметров сварки.

Исходя из требований выбираем сварочную колонну ML 1,5 x 1,5.

Колонна имеет опорно-поворотный круг для поворота колоны на 360° со стопорными устройствами, двигатель с цепной передачей для подъема горизонтальной консоли, трехфазный двигатель с инверторным управлением для перемещения горизонтальной консоли, подставка под источник питания, шкаф управления. Размеры колонны приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Размеры колонны ML 1,5 x 1,5

Технические характеристики	Параметры
Ширина платформы, мм	1400
Длина платформы, мм	1500
Высота колонны, мм	2800
Минимальная высота горизонтальной консоли от пола, мм	650

### 1.8 Проектирование сварочной оснастки

#### Описание оснастки

Сварку кольцевых швов корпуса кожуха предлагается производить в оснастке, приведенной на рисунке 8.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

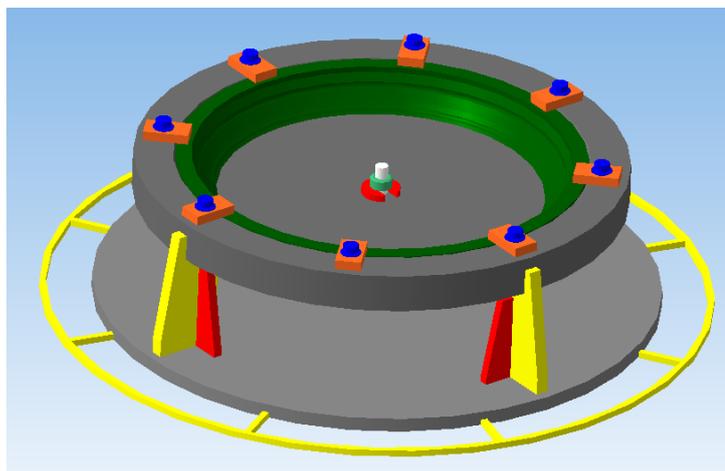
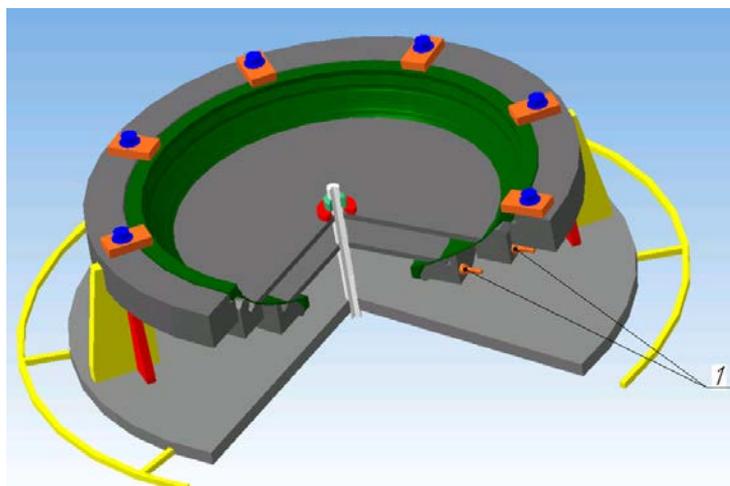


Рисунок 8 - Сборочно-сварочная оснастка

Оснастка состоит из стальных деталей, которые свариваются между собой ручной дуговой сваркой ввиду конструктивных особенностей. Защита обратной стороны шва обеспечивается за счет поддува аргоном через штуцера 1 изображенном на рисунке 9.



1 – штуцер

Рисунок 9 – Разрез оснастки

Име. № подл.	Подп. и дата			
Взам.име. №	Име. № дубл.			
Подп. и дата	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



**Горячие трещины** — появляются в процессе кристаллизации металла при температурах 1100—1300°С вследствие резкого снижения пластических свойств и развития растягивающих деформаций.

**Холодные трещины** — возникают при температурах ниже 120°С, то есть сразу после остывания сварочного шва.

**Поры** — представляют собой полости внутри шва, заполненные не успевшим выделиться газом (в первую очередь водородом).

**Шлаковые включения** — это дефекты сварного шва, выраженные в наличии полостей, заполненных не успевшим всплыть шлаком.

**Вольфрамовые включения** — возникают при нарушении защиты сварочной ванны при сварке неплавящимся вольфрамовым электродом.

**Оксидные включения** — образуются в результате образования трудно-растворимых тугоплавких пленок.

Для выявления выше приведенных дефектов используем визуально-измерительный метод контроля, радиографический контроль и гидравлические испытания.

Визуально-измерительный метод контроля является частью работы сварщика, и он периодически проводит внешний осмотр, используя универсальные измерительные инструменты на непровар, подрез и т.д. несколько раз до полного окончания всего объема работы по ГОСТ 23479-79 и РД 03-606-03. [10, 11]

Инструмент: Универсальный измеритель для сварных соединений WG1 в соответствие с паспортом производителя ООО «ЮРТЭКС», Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89. [12]

Радиографический контроль — неразрушающий контроль для проверки материалов на наличие скрытых дефектов. Радиографический контроль использует способность рентгеновских волн глубоко проникать в различные материалы. Радиографический контроль используется для обнаружения в сварных швах таких дефектов, как трещины, непровары, шлаковые включения, газовые поры и др. по ГОСТ 7512-82 и РТМ-1166. [13, 14]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Оборудование: рентгеновский аппарат 0,3 СБК-150 приведен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Рентгеновский аппарат 0,3 СБК-150

Гидравлические испытания — один из наиболее часто используемых видов неразрушающего контроля, проводящееся с целью проверки прочности и плотности сосудов, трубопроводов, теплообменников, насосов и другого оборудования, работающего под давлением, их деталей и сборочных единиц. По принятой в большинстве стран практике, всё оборудование, работающее под давлением, подвергают гидравлическим испытаниям по ГОСТ 4220-75 и ГОСТ 2874-82 [15, 16].

Инв. № подл.	Подп. и дата				
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
ДП 44.03.04.550 ПЗ					

## 1.9 Разработанная технология

### 005 Входной контроль

Материалы: обечайка 00.004 (30X2ГСН2ВМ), обечайка 00.014 (30X2ГСН2ВМ), обечайка 00.015 (42X2ГСНМА), проволока диаметром  $\varnothing 1,6$  Св-20X2ГСНВМ ТУ 14-1-4292-87, вольфрамовый электрод ЭВИ-1- $\varnothing 4$ -150 ГОСТ 23949-80, аргон высший сорт ГОСТ 10157-79, гелий ГОСТ 20461-75, активирующий флюс ФС-71 [17,18].

1. Проверить на деталях или бирках к ним наличие клейма БТК на их годность. Произвести внешний осмотр. Наличие вмятин не допускается.
2. Проверить сертификаты качества на поставляемые сварочные материалы.
3. Проверить детали внешним осмотром на отсутствие механических повреждений. Царапины, забоины, вмятины не допускаются.
4. Проконтролировать геометрические размеры обечаек в соответствии с рисунком 11.

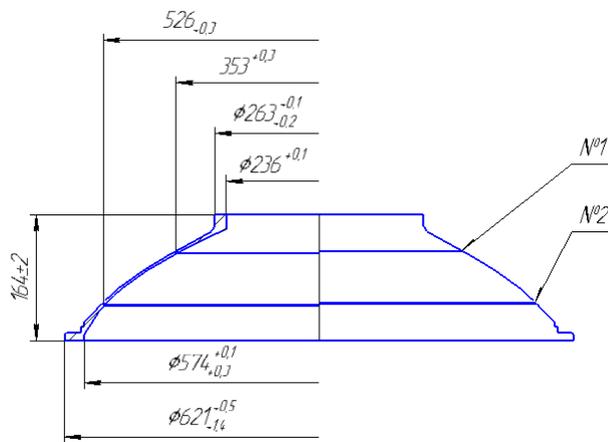


Рисунок 11 – Эскиз детали

Инструменты: Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1-1 ГОСТ 166-89, Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 010 Подготовка сварочных материалов

Оборудование: Станок машинной очистки и намотки сварочной проволоки СППС-7

Материалы: проволока 1,6 Св-20Х2ГСНВМ ТУ 14-1-4292-87.

1. Удалить загрязнения с поверхности проволоки на станке.
2. Проконтролировать состояние поверхности проволоки. Наличие ржавчин, масляных пятен недопустимо. Для длительного хранения поместить проволоку в герметичный металлический пенал, заполненный аргоном высшего сорта.

## 015 Зачистка

Оборудование: пневматическая шлифмашина калибр ПЭШМ-6,3/125В ПРОФИ.

Материалы: хлопчатобумажная ветошь ГОСТ 4643-75, ацетон высший сорт ГОСТ 2768-84 [19,20].

1. Зачистить детали под сварку от ржавчины шлифовальной машиной свариваемые кромки и прилегающую область на расстояние 20 мм с обеих сторон.
2. Проконтролировать качество поверхности свариваемых кромок внешним осмотром. Наличие ржавчины недопустимо.
3. Проконтролировать подготовку кромок свариваемых обечаек в соответствии с рисунком 12.

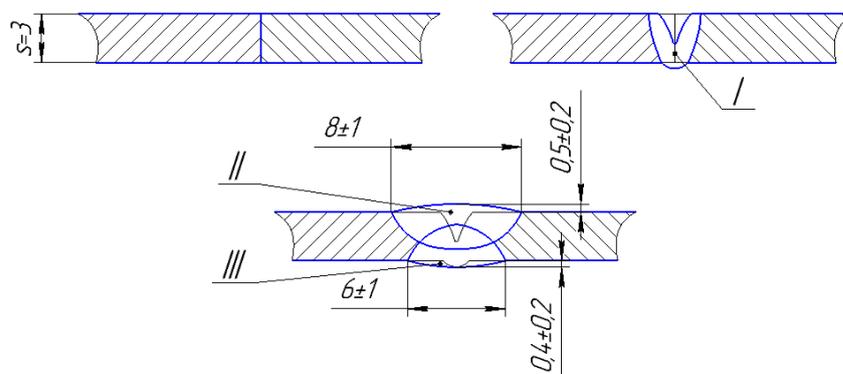


Рисунок 12 – Эскиз сварного соединения

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист  
43

Инструмент: Универсальный измеритель для сварных соединений WG1 в соответствии с паспортом производителя ООО «ЮРТЭКС», очки защитные, шарошка KWB 5550-00.

### 020 Сборка

Оборудование: сварочный вращатель ПКТБА-ВСУ-3, сборочно-сварочное приспособление.

Материалы: активирующий флюс ФС-71, хлопчатобумажная ветошь ГОСТ 4643-75, ацетон высший сорт ГОСТ 2768-84.

1. Обезжирить посадочные поверхности приспособления хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном.

2. Протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном свариваемые кромки и места под сварку по обе стороны от шва на ширине не менее 20 мм.

3. Нанести флюс на свариваемые торцы путем прочерчивания карандашом деталей.

4. Собрать детали в приспособлении под сварку. Допускаемый зазор в стыке 0,2 мм. Допускаемое смещение кромок 0,2 мм. При большом смещении допускается рихтовка кромок с последующим обезжириванием. Сборку производить в трикотажных перчатках.

Инструмент: Универсальный измеритель для сварных соединений WG1 в соответствии с паспортом производителя ООО «ЮРТЭКС», молоток цеховой.

### 025 Автоматическая дуговая сварка неплавящимся электродом в аргоне с подачей присадочной проволоки

Оборудование: Инвертор LORCH V30, РМФ-1,6 ГУЗ Ротаметр ГОСТ 13045-81, сварочный вращатель ПКТБА-ВСУ-3, сварочная колонна ML 1,5 x 1,5, сварочная головка ПКТБА-СГПГн, пневматическая шлифмашина калибр ПЭШМ-6,3/125В ПРОФИ. [21]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Материалы: проволока 1,6 Св-20Х2ГСНВМ, вольфрамовый электрод ЭВИ-1-Ø4-150 ГОСТ 23949-80, аргон высший сорт ГОСТ 10157-79, хлопчатобумажная ветошь ГОСТ 4643-75, ацетон высший сорт ГОСТ 2768-84.

1. Наклонить планшайбу для первого прохода I шва на угол, приведенный в таблице 15.

Таблица 15 – Параметры сварки I шва

Параметр		Единицы измерения	I шов		
			1 проход	2 проход	3 проход
Наклон планшайбы от горизонтали		градус	68±1	68±1	65±1
Поперечные колебания	Частота	Гц	-	3-4	3-4
	Амплитуда	мм	-	3-4	2-3
Сила тока		А	115-125	110-125	75-85
Напряжение дуги		В	8-9	9-10	9-10
Вращение планшайбы		об/мин	0,16-0,18	0,16-0,18	0,16-0,18
Скорость подачи проволоки		м/ч	-	12-15	-
Расход газа	в горелку гелий	л/мин	13-15	13-15	13-15
	в поддув аргон	л/мин	3-4	3-4	-

2. Установить электрод точно по стыку. Пройтись по стыку на маршевой скорости.

3. Проверить поперечное смещение электрода. Допускаемое смещение 0,5 мм.

4. Настроить инвертор на режим сварки для первого прохода I шва, приведенный в таблице 15, перекрытие начала шва каждого прохода 30-50 мм, время заварки кратера 3-4 с. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже 15 °С и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с.

5. Произвести сварку первого прохода I шва в соответствии с рисунком 12.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						45

6. Зачистить шов от окалины до металлического блеска шлифмашиной, протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном. Проверить шов внешним осмотром на отсутствие подрезов. Обнаруженные подрезы исправить автоматической дуговой сваркой неплавящимся электродом в аргоне без подачи присадочной проволоки и без поперечных перемещений электрода на режиме: сила тока  $45 \pm 15$  А, напряжение дуги 8-10 В, вращение планшайбы 0,8 об/мин, скорость подачи проволоки 12 м/ч. Произвести чистку щетки ацетоном после третьей сборки.

7. Настроить инвертор на режим сварки для второго прохода I шва, приведенный в таблице 15, перекрытие начала шва каждого прохода 30-50 мм, время заварки кратера 3-4 с. Разрыв во времени между окончанием сварки шва I первым проходом и началом сварки его вторым проходом не более 15 мин. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже  $15^{\circ}\text{C}$  и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с.

8. Произвести сварку второго прохода I шва в соответствии с рисунком 12.

9. Зачистить шов от окалины до металлического блеска шлифмашиной, протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном.

Инструмент: набор щупов №4 ТУ 3936-214-54769955-2008, очки защитные, щетка Makita P-04422 K60. [22]

### **030 Автоматическая дуговая сварка неплавящимся электродом в гелии с подачей присадочной проволокой**

Оборудование: Инвертор LORCH V30, РМФ-1,6 ГУЗ Ротаметр ГОСТ 13045-81, сварочный вращатель ПКТБА-ВСУ-3, сварочная колонна МЛ 1,5 х 1,5, сварочная головка ПКТБА-СГПГн, пневматическая шлифмашина калибр ПЭШМ-6,3/125В ПРОФИ.

Материалы: проволока 1,6 Св-20Х2ГСНВМ, вольфрамовый электрод ЭВИ-1-Ø2-150 ГОСТ 23949-80, аргон высший сорт ГОСТ 10157-79, хлопчато-

Инд. № подл.	Подп. и дата				
	Инд. № дубл.				
Инд. № инв.	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
ДП 44.03.04.550 ПЗ					

бумажная ветошь ГОСТ 4643-75, гелий ГОСТ 20461-75, ацетон высший сорт ГОСТ 2768-84.

1. Закрепить деталь прижимом.

2. Наклонить планшайбу для первого прохода II шва на угол, приведенный в таблице 16.

Таблица 16 – Параметры сварки II шва

Параметр		Единицы измерения	II шов		
			1 проход	2 проход	3 проход
Наклон планшайбы от горизонтали		градус	40±1	40±1	45±1
Поперечные колебания	Частота	Гц	-	3-4	3-4
	Амплитуда	мм	-	3-4	2-3
Сила тока		А	115-125	110-125	75-85
Напряжение дуги		В	8-9	9-10	9-10
Вращение планшайбы		об/мин	0,11-0,15	0,11-0,15	0,11-0,15
Скорость подачи проволоки		м/ч	-	12-15	-
Расход газа	в горелку	л/мин	13-15	13-15	13-15
	в поддув	л/мин	3-4	3-4	-

3. Установить электрод точно по стыку. Пройтись по стыку на маршевой скорости.

4. Проверить поперечное смещение электрода. Допускаемое смещение 0,5 мм.

5. Настроить инвертор на режим сварки для первого прохода II шва, приведенный в таблице 16, перекрытие начала шва каждого прохода 30-50 мм, время заварки кратера 3-4 с. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже 15 °С и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с. Разрыв во времени между окончанием сварки шва I с внутренней стороны первым проходом и началом сварки шва II с внутренней стороны первым проходом не более 30 мин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6. Произвести сварку первого прохода II шва в соответствии с рисунком 12.

7. Зачистить шов от окалины до металлического блеска шлифмашиной, протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном. Проверить шов внешним осмотром на отсутствие подрезов. Обнаруженные подрезы исправить автоматической дуговой сваркой неплавящимся электродом в аргоне без подачи присадочной проволоки и без поперечных перемещений электрода на режиме: сила тока  $45 \pm 15$  А, напряжение дуги 8-10 В, вращение планшайбы 0,07 об/мин, скорость подачи проволоки 12 м/ч.

8. Настроить инвертор на режим сварки для второго прохода II шва, приведенный в таблице 16, перекрытие начала шва каждого прохода 30-50 мм, время заварки кратера 3-4 с. Разрыв во времени между окончанием сварки шва II первым проходом и началом сварки его вторым проходом не более 15 мин. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже  $15^{\circ}\text{C}$  и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с.

9. Произвести сварку второго прохода II шва в соответствии с рисунком 12.

10. Зачистить шов от окалины до металлического блеска шлифмашиной, протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном.

Инструмент: набор щупов №4 ТУ 3936-214-54769955-2008, щетка Makita P-04422 K60.

### 035 Кантование

Оборудование: сварочный вращатель ПКТБА-ВСУ-3, пневматическая шлифмашина, калибр ПЭШМ-6,3/125В ПРОФИ.

1. Кантовать деталь в приспособлении.

2. Зачистить выпуклость швов.

Инструмент: очки защитные, щетка Makita P-04422 K60.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ



мя заварки кратера 3-4 с. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже 15 °С и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с. Разрыв во времени между окончанием сварки с внутренней стороны шва II и началом сварки с наружной стороны шва I не более 30 мин. Начало третьего прохода должно быть в диаметрально противоположной точке окончания сварки вторым проходом.

5. Произвести сварку третьего прохода I шва в соответствие с рисунком 12.

6. Наклонить планшайбу на угол для третьего прохода II шва, приведенный в таблице 16.

7. Установить электрод точно по стыку. Пройтись по стыку на маршевой скорости.

8. Проверить поперечное смещение электрода. Допускаемое смещение 0,5 мм.

9. Настроить инвертор на режим сварки для третьего прохода II шва, приведенный в таблице 16, перекрытие начала шва каждого прохода 30-50 мм, время заварки кратера 3-4 с. Сварка должна производиться в помещении с температурой не ниже 15 °С и при отсутствии потоков воздуха со скоростью более 0,3 м/с. Разрыв во времени между окончанием сварки с наружной стороны шва I и началом сварки с наружной стороны шва II не более 15 мин. Начало третьего прохода должно быть в диаметрально противоположной точке окончания сварки вторым проходом.

10. Произвести сварку третьего прохода II шва в соответствие с рисунком 12.

11. Зачистить швы от окалины до металлического блеска шлифмашиной, протереть хлопчатобумажной ветошью пропитанной ацетоном.

Инструмент: набор щупов №4 ТУ 3936-214-54769955-2008, очки защитные, щетка Makita P-04422 K60.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.550 ПЗ

### 050 Термообработка

Оборудование: ПГТ 20.2/13,8-КВ, мостовой кран.

1. Извлечь деталь из сборочно-сварочной оснастки.
2. Произвести отпуск при температуре 200-300 °С 2 часа. Разрыв во времени между окончанием сварки и началом отпуска не более 15 мин.

### 055 Визуально-измерительный контроль

1. Проверить качество сварных швов внешним осмотром и их геометрические размеры в соответствие с РД 03-606-03. Допускаемое смещение кромок с наружной стороны не более 0,5 мм. Разность диаметров сваренных участков не более 1,5 мм.

Инструмент: Универсальный измеритель для сварных соединений WG1 в соответствие с паспортом производителя ООО «ЮРТЭКС», Штангенциркуль ШЦ-П-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89.

### 060 Радиографический контроль.

Оборудование: рентгеновский аппарат 0,3 СБК-150.

Материалы: пленка радиографическая техническая РТ-К, проволоочный эталон чувствительности №1 материал проволоки 20Х2ГСН2ВМ.

1. Произвести радиографический контроль сварных швов и прилегающих к ним зон основного металла на расстояние 10 мм с каждой стороны шва по ГОСТ 7512-82 100% изделий на 100% протяженности шва в соответствие со схемой, приведенной на рисунке 13. Наличие трещин недопустимо.

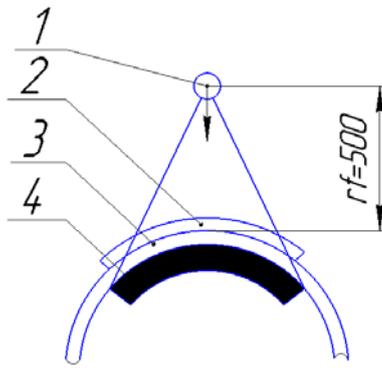
Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист

51



1 – источник излучения; 2 – эталон чувствительности;  
3 – контролируемый участок; 4 – кассета с пленками  
Рисунок 13 – Схема контроля сварных швов

### 065 Гидравлические испытания

Провести гидравлические испытания 0,2-0,3 % раствором калия двуххромо-вокислого ГОСТ 4220-75 в питьевой воде ГОСТ 2874-82 по следующему режиму:

- поднять давление до  $0,3^{+0,15}$  МПа и выдержать в течение  $3^{+1}$  мин;
- плавно поднять давление до  $8^{+0,2}$  МПа за время  $4^{+1}$  мин;
- плавно поднять давление до  $10,8^{+0,2}$  МПа за время  $1^{+0,5}$  мин и выдержать в течение  $1^{+0,1}$  мин;
- плавно снизить давление до  $8^{+0,2}$  МПа за время  $1^{+0,5}$  мин и выдержать в течение  $10^{+0,5}$  мин;
- снизить давление до 0 МПа за время  $1^{+0,5}$  мин.
- Течь и отпотевание не допускаются.

### 070 Радиографический контроль

Оборудование: рентгеновский аппарат 0,3 СБК-150.

Материалы: пленка радиографическая техническая РТ-К, проволочный эталон чувствительности №1 материал проволоки 20Х2ГСН2ВМ.

1. Произвести радиографический контроль в соответствии с операцией 065.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## 075 Маркировка

1. Маркировать бирку индексом и номером партии.
2. Привязать бирку к партии.
3. Отправить партию на механическую обработку согласно маршруту.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ				Лист
									53

## 2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки корпуса кожуха, изготавливаемого из сталей марки 30X2ГСН2ВМ и 42X2ГСНМА с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в среде Ar.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в среде Ar на автоматическую сварку в среде инертного газа He и поддува Ar.

### 2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

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

Общее время на выполнение сварочной операции  $T_{шт-к}$ , ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле (16):

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_в + t_{обс} + t_n, \quad (16)$$

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

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

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

$t_в$  – вспомогательное время, ч.;

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

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

Име. № подл.	Подп. и дата				
	Име. № дубл.				
Взам. име. №	Подп. и дата				
	Име. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

Основное время ( $t_{осн}$ , ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле (17):

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (17)$$

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 8,25$  м;

$V_{св}$  – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч,  $V_{св} = 11$  м/ч;

$V_{св}$  – скорость сварки (базовый вариант), м/ч,  $V_{св} = 7$  м/ч

Определяем основное время по формуле (17) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{8,25}{7} = 1,2 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{8,25}{11} = 0,8 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ( $t_{нз}$ ) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени  $t_{нз}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену по формуле (18). Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн} \quad (18)$$

$$t_{нз} = \frac{1,2 \cdot 10}{100} = 0,12 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,08 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата				
	Инв. № дубл.				
Инв. № инв.	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
ДП 44.03.04.550 ПЗ					

Вспомогательное время ( $t_6$ ) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой  $t_3$ , 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  $t_{уст}$  и рассчитывается по формуле (19):

$$t_6 = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (19)$$

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

$$t_3 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва  $t_{кр}$  вычисляют по формуле (20):

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (20)$$

где  $n_C$  – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$  – длина шва, м,  $L_{шв} = 8,25 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (20) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 8,25 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (3-1)) = 24,8 \text{ мин.} = 0,41 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода. Время на очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$  рассчитываем по формуле (21).

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (21)$$

$$t_{бр} = 8,25 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (3-1)) = 24,8 = 0,41 \text{ ч.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Взам. инв. №	где $n_C$ – количество слоев при сварке за несколько проходов;			
	$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 8,25 \text{ м}$			
Подп. и дата	Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (20) для обоих вариантов			
	$t_{кр} = 8,25 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (3-1)) = 24,8 \text{ мин.} = 0,41 \text{ ч.}$			
Изм.	Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле (21).			
	$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (21)$			
Лист	$t_{бр} = 8,25 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (3-1)) = 24,8 = 0,41 \text{ ч.}$			
№ докум.	ДП 44.03.04.550 ПЗ			
Подп.				
Дата				

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ( $t_{уст}$ ) зависит от его массы,  
 данные указаны в таблице (17).

Таблица 17 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

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

$$t_{уст} = 0,07 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение  $t_e$  для обоих вариантов (оно одинаково) по формуле (19).

$$t_e = 0,083 + 0,41 + 0,41 + 0,07 + 0,21 = 1,18 \text{ ч.}$$

Время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., рассчитываем по формуле (22):

$$t_{обс} = (0,06...0,08) \cdot t_{осн} \quad (22)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) по формуле (22) для обоих вариантов

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,8 = 0,056 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении по формуле (23):

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (23)$$

Рассчитываем  $t_n$  по формуле (23) для базового и проектируемого вариантов соответственно

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

$$t_n = 0,07 \cdot 0,8 = 0,056 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени  $T_{шт-к}$  на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (16):

$$T_{шт-к} = 1,2 + 0,12 + 1,18 + 0,084 + 0,084 = 2,67 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 0,8 + 0,08 + 1,18 + 0,056 + 0,056 = 2,17 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 2,67 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 2,17 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы*  $T_{\text{произв. пр.}}$  сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (24),

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N \quad (24)$$

где  $N$  – годовая программа, *шт.*, в нашем случае  $N = 150$  *шт.*

$$T_{\text{произв. пр.}} = 2,67 \cdot 150 = 400,5 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 2,17 \cdot 150 = 325,5 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

### Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса  $C_P$  по формуле (25):

$$C_P = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_n} \cdot 100 \quad (25)$$

$$C_P = \frac{400,5}{1914 \cdot 1,2} = 0,17; \text{ примем } C_{\text{П}} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{325,5}{1914 \cdot 1,2} = 0,14; \text{ примем } C_{\text{П}} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования  $C_{\text{П}}$  определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются одна установка для

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

сварки. По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  производим по формуле (26):

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}} \quad (26)$$

$$K_3 = \frac{0,17}{1} = 1 \quad (\text{базовый вариант});$$

$$K_3 = \frac{0,14}{1} = 1 \quad (\text{проектируемый вариант}).$$

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

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

### Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 18.

Таблица 18 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	150	150
Источником питания Lorch V30, Ц <sub>онт</sub>	руб./шт.	424579	-
Сварочный автомат с источником питания Lorch V30, горелкой ПКТБА-СГПГн	руб./шт.	-	613579
Поворотная колонна ML 1,5 x 1,5	руб./шт.	-	1969536
Вращатель ПКТБА-ВСУ-3	руб./шт.	632109	632109

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						60

Окончание таблицы 18

1	2	3	4
Сталь 30X2ГСН2ВМ, $C_{к.м}$	руб./т	150000	150000
Сталь 42X2ГСНМА, $C_{к.м}$	руб./т	200000	200000
Сварочная проволока СВ-20X2ГСНВМ, $\varnothing 1,6$ мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	185	185
Защитный газ Ar, $C_{з.г}$	руб./л	17,37	17,37
Защитный газ He, $C_{з.г}$	руб./л	-	160
Расход защитного газа	л/мин.	7	11
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	8,25	8,25
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	5	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	56	56
Масса конструкции	т	0,013	0,013

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (27):

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (27)$$

$$K_{обj} = 424579 \cdot (1 + 0,12) = 475528 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{обj} = 2583115 \cdot (1 + 0,12) = 2893089 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Определяем по формуле (28) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (28)$$

$$K_{об} = 475528 \cdot 1 \cdot 1 = 475528 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 2893089 \cdot 1 \cdot 1 = 2893089 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 19.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						61

Таблица 19 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	424579	2583115
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	475528	2893089
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	475528	2893089

## 2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

### Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (29).

$$C_T = MZ + Z_э + Z_{пр}, \quad (29)$$

#### Расчет материальных затрат

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

Материальные затраты ( $MZ$ , руб.) рассчитываются по формуле (30).

$$MZ = C_{о.м} + C_{эп} + C_{др}. \quad (30)$$

Стоимость основных материалов ( $C_{о.м}$ , руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (31).

$$C_{о.м} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр}. \quad (31)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 30X2ГСН2ВМ по формуле (32).

$$C_{к.м} = m_{к} \times Ц_{к.м} . \quad (32)$$

где  $m_{к}$  – масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 0,013 \cdot 150000 = 1950 \text{ руб.}$$

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 42X2ГСНМА по формуле (32).

$$C_{к.м} = 0,013 \cdot 200000 = 2600 \text{ руб.}$$

$$\Sigma C_{к.м} = 1950 + 2600 = 4550 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 4550 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

**Расчет затрат на электродную проволоку Св-20X2ГСНВМ проводим по формуле (33).**

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (33)$$

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 8,25 \text{ м} = 825 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 70 \text{ мм}^2 = 0,70 \text{ см}^2.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ

$$V_{\text{HM}} = 825 \cdot 0,70 = 577,5 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{HM}} = 577,5 \cdot 7,8 = 4504,5 \text{ г} = 4,505 \text{ кг}$$

Производим расчеты  $C_{\text{св.пр}}$  на изготовление одной металлоконструкции по формуле (33):

$$C_{\text{св.пр}} = 4,505 \cdot 1,2 \cdot 17,37 \cdot 1,05 = 98,6 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в Ar)}$$

$$C_{\text{св.пр}} = 4,505 \cdot 1,02 \cdot 177,37 \cdot 1,05 = 855,78 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в He с поддувом Ar)}.$$

**Расчет затрат на защитный газ** проводим по формуле (34).

$$C_{\text{др}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_{\text{р}} \cdot Ц_{\text{зг (фл)}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (34)$$

Исходные данные:

$$t_{\text{осн}} = \frac{8,25}{7} = 1,18 \text{ ч} = 70,8 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{8,25}{11} = 0,75 \text{ ч} = 45 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

Расход защитного газа  $q_{\text{зг}} = 13 \text{ л/мин. (базовый вариант);}$

Расход защитного газа  $q_{\text{зг}} = 16 \text{ л/мин. (проектируемый вариант);}$

$$C_{\text{зг}} = 70,8 \cdot 13 \cdot 1,1 \cdot 17,37 \cdot 1,05 = 18465,39 \text{ руб. (базовый вариант – защитный газ Ar)}$$

$$C_{\text{зг}} = 45 \cdot 16 \cdot 1,1 \cdot 177,37 \cdot 1,05 = 147500,89 \text{ руб. (проектируемый вариант – защитный газ He с поддувом Ar)}.$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



**Расчет технологической себестоимости определяем по формуле (36).**

$$C_T = MЗ + З_о + З_{пр} \quad (36)$$

$$C_T = 18677,88 + 113,89 + 87560 = 106351,77 \text{ (базовый вариант)}$$

$$C_T = 148427,85 + 71,18 + 71160 = 219659,03 \text{ (проектируемый вариант)}$$

**Расчет численности производственных рабочих.** Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $Ч_{ор}$  определяется для каждой операции по формуле (37):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{произв.пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_B} \quad (37)$$

$$Ч_{ор} = \frac{400,5}{1870 \cdot 1,1} = 0,20 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{325,5}{1870 \cdot 1,1} = 0,16 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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

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

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

Расходы на оплату труда ( $Z_{np}$ ) рассчитываются по формуле (38).

$$Z_{np} = ЗПО + ЗПО, \quad (38)$$

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{np}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (39).

$$Z_{np} = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_d \cdot K_{cc} + D_{вр}, \quad (39)$$

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:  $T_{cm}$  сварщика ручной дуговой сварки - 56 руб./час,  $T_{cm}$  сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

Рассчитанное  $T_{шт-к} = 2,67 \text{ ч.} = 160,2 \text{ мин.}$  (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 2,17 \text{ ч.} = 130,2 \text{ мин.}$  (проектируемый вариант).

$$P_{cd} = \frac{56 \cdot 160,2}{60} = 149,52 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{cd} = \frac{56 \cdot 130,2}{60} = 121,52 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (40)

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$D_{\text{вп}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{вп}} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (40)$$

$$D_{\text{вп}} = \frac{56 \cdot 160,2 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,30 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{\text{вп}} = \frac{56 \cdot 130,2 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,24 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$Z_{\text{нр}} = 149,52 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,30 = 291,86 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{нр}} = 121,52 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,24 = 237,20 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (41):

$$ЗП_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot ЗП_{\text{о}} \cdot K_{\text{сс}} \quad (41)$$

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 291,86 \cdot 1,3 = 428,74 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\text{д}} = 1,13 \cdot 237,20 \cdot 1,3 = 348,45 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (38), составляют:

$$Z_{\text{нр}} = 291,86 + 428,74 = 720,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{нр}} = 237,20 + 348,45 = 585,65 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ( $N= 150$  шт.) в таблицу 20.

Таблица 20 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$ , руб.	24269,69	160551,07
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$ , руб.	113890	71180
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$ , руб.	291860	237200
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_T$ , руб.	106351,77	219659,03

### **Расчет полной себестоимости изделия**

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

Производственная себестоимость ( $C_{ПП}$ , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет  $C_{ПП}$  проводят по формуле (42):

$$C_{ПП} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (42)$$

где  $C_T$  – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (43).

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр}^* \quad (43)$$

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

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата



$C_p = \frac{2893089 \cdot 3}{100} = 86792,67$  руб./на производственную программу или 578,62 руб./на металлоконструкцию (86792,67 руб./150 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются по формуле (46):

$$P_{PP}^* = \frac{\%P_{PP} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (46)$$

$$P_{PP1}^* = \frac{291860 \cdot 10}{100} = 29186 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{PP2}^* = \frac{237200 \cdot 10}{100} = 23720 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (43):

$$P_{PP} = 79,78 + 14265,84 + 29186 = 43531,62 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{PP} = 394,49 + 86792,67 + 23720 = 110907,16 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию,

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						71

содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (47).

$$P_{хоз} = \frac{\%P_{хоз} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (47)$$

$P_{хоз}$  при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 291,86}{100} = 72,96 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 237,2}{100} = 59,3 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии,  $C_{пр}$  рассчитывается по формуле (42):

$$C_{пр} = 106351,77 + 43531,62 + 72960 = 222843,39 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$C_{пр} = 219659,03 + 110907,16 + 59300 = 389866,19 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$

*Расчет коммерческих расходов.* В статью «Коммерческие расходы» ( $P_k$ , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (48):

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Лист
					ДП 44.03.04.550 ПЗ
					72

$$P_k = \frac{\% P_k \cdot C_{пр}}{100} \quad (48)$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 222843,39}{100} = 222,84 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 389866,19}{100} = 389,86 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ( $C_{\Pi}$ ) включает затраты на производство ( $C_{\Pi P}$ ) и коммерческие расходы ( $P_k$ ) и рассчитывается по формуле (49):

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P} + P_k, \quad (49)$$

$$C_{\Pi} = 222843,39 + 222,84 = 223066,23 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 389866,19 + 389,86 = 390256,05 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 21.

Таблица 21 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	150	150	
1. Материальные затраты, МЗ:	18677,88	148427,85	129749,97
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{пр}$	291860	237200	-54660
3. Технологическая себестоимость $C_t$ , руб.	475528	2893089	2417561

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 21

1	2	3	4
4. Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	43531,62	110907,16	67375,54
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	72960	59300	-13660
6. Производственная себестоимость, $C_{ПР}$	222843,39	389866,19	167022,8
7. Коммерческие расходы, $P_{к}$ ,	222,84	389,86	167,02
8. Полная себестоимость, $C_{П}$	223066,23	390256,05	167189,82

### 2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

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

**Годовой выпуск продукции** составляет 150 шт.

Годовая экономия ( - ) или превышение ( + ) по технологической себестоимости,  $\Delta C$  рассчитывается по формуле (50):

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (50)$$

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

$N$  - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете **годовая экономия по технологической себестоимости** составит в соответствии с формулой (50):

$$\Delta C = (475,528 - 2893,089) \cdot 150 = - 362634,15 \text{ тыс. руб.}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

технологическая себестоимость в проектируемом варианте превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ)

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (51).

$$P = B - C_n, \quad (51)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (52) 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.

$$\Delta C_{\Pi} = C_{\Pi 1} - C_{\Pi 2}, \quad (52)$$

$$C_1 = 223,07 \cdot 1,3 = 289,99 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 390,25 \cdot 1,5 = 585,37 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (53) по базовому и проектируемому вариантам:

$$T_o = \frac{K_{дон}}{C_{m2} - C_{m1}}, \quad (53)$$

$$B_1 = 289,99 \cdot 150 = 43498,5 \text{ руб.}$$

Ине. № дубл.	Ине. № инв. №	Ине. № подл.	Подп. и дата	Подп. и дата
--------------	---------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



Расчет рентабельности продукции, R, проводим по формуле (56):

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (56)$$

$$R_1 = \frac{246491,5}{223066} \cdot 100 = 110 \%$$

$$R_2 = \frac{497563,75}{390256,05} \cdot 100 = 128 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.),  $\Pi_{тр}$  производим по формуле (57) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{C_{ор}} \quad (57)$$

$$\Pi_{тр1} = \frac{43498,5}{1} = 43498,5 \text{руб./чел.} = 43,498 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{87806,25}{1} = 87806,25 \text{руб./чел.} = 87,806 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений,  $T_{ок}$  производим по формуле (58):

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi} \quad (58)$$

$$T_o = \frac{289308,9}{251072,25} = 1,15 \text{ года}$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 22, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 22 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	150	150	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	43498,5	87806,25	44307,75
3	Капитальные вложения, К	руб.	475528	2893089	2417561
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С <sub>т</sub>	руб.	1063531,77	219659,03	-843872,74
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С <sub>п</sub>	руб.	222843,39	389866,19	167022,8
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	246491,5	497563,75	251072,25
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П <sub>тр</sub>	тыс.руб./чел.	43,498	87,806	44,308
9	Рентабельность продукции, R	%	110	128	18
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т <sub>ок</sub> )	лет	1,15		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	1360	1084	-276

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

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			Дата	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата	Изм.	Лист	

ДП 44.03.04.550 ПЗ

### 3 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки корпуса кожуха. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую сварку. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 5-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

#### 3.1 Анализ квалификационных характеристик

Квалификационная характеристика – это государственный документ, в котором содержатся требования к профессионально-техническим знаниям и умениям, обеспечивающим определенный уровень квалификации по профессии. Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для разных квалификационных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						80
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

Изучены квалификационные характеристики по профессии: «Электросварщик ручной дуговой сварки» 5-го разряда и «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разрядов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик ручной дуговой сварки» 5-го разряда:

**Характеристика работ.** Ручная дуговая и плазменная сварка средней сложности деталей, узлов и конструкций из углеродистых сталей и простых деталей из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного. Ручная дуговая кислородная резка, строгание деталей средней сложности из малоуглеродистых, легированных, специальных сталей, чугуна и цветных металлов в различных положениях. Наплавление изношенных простых инструментов, деталей из углеродистых и конструкционных сталей.

**Должен знать:** устройство применяемых электросварочных машин и сварочных камер; требования, предъявляемые к сварочному шву и поверхностям после кислородной резки (строгания); свойства и значение обмазок электродов; основные виды контроля сварных швов; способы подбора марок электродов в зависимости от марок стали; причины возникновения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях и меры их предупреждения.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда:

**Должен знать:** устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов; безопасные и санитарно-гигиенические методы труда, основные средства и приемы предупреждения и тушения пожаров на своем рабочем месте, участке; сигнализацию, правила управления подъемно-

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист

81

транспортным оборудованием и правила стропальных работ там, где это предусматривается организацией труда на рабочем месте; производственную (по профессии) инструкцию и правила внутреннего трудового распорядка; инструкции по охране труда.

**Характеристика работ.** Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 5-го разряда установлено, что для выполнения работ по 5-му квалификационному разряду рабочий, должен знать:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способы испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– механические свойства свариваемых металлов.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 5-го разряда.

### 3.2 Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда

При переподготовке рабочих по профессии родственной их профессиональной квалификации, срок обучения должен быть сокращен в зависимости от уровня квалификации обучаемых. При этом практическое обучение должно сохранять объем основных знаний и умений, необходимых для рабочего данной квалификации. Учебный план для переподготовки рабочих по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» представлен в таблице 23.

Срок обучения – 1 месяц

Таблица 23 – Учебный план переподготовки рабочих по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

№ п/п	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
	<b>ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>	<b>52</b>
1	Спецтехнология	22
2	Безопасность труда, производственная санитария и правила пожарной безопасности	4
3	Основы материаловедения и технологии материалов	8
4.	Электротехника с основами промышленной электроники и электрооборудование	4
5	Техническое черчение	4
6	Допуски и технические измерения	2

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						83

### Окончание таблицы 23

1	2	3
7	Сведения из технической механики, гидравлические и пневматические устройства	4
8	Стандартизация, унификация и управление качеством продукции	4
9	Сведения по организации производства и управлению производственным коллективом	4
	<b>ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ</b>	<b>108</b>
1	Подготовка автоматов к работе, присоединение редукторов, осушителей и подогревателей газа.	4
2	Упражнения в применении автоматов без включения св. тока и защитного газа. Регулирование подачи сварной проволоки.	42
3	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков по «прямой» и по «кривой»	50
	<b>КОНСУЛЬТАЦИИ</b>	4
	<b>КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ</b>	8
	<b>Итого:</b>	<b>160</b>

### 3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

При переподготовке специалистов со средним специальным образованием по профессии, родственной их предыдущей специальности, предусматривается изучение теоретических вопросов спецтехнологии (спецпредметов), которые непосредственно относятся к практическому обучению, и курс практического обучения, позволяющий сформировать умения и навыки, соответствующие определенной рабочей квалификации. Тематический план представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Тематический план по предмету «Спецтехнология» подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

№	Тема	Часы
1	Введение	2
2	Оборудование для автоматической сварки	12
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	8
4.1	Технология автоматической сварки	16
4.2	Механизация и автоматизация сварочного производства	8
	<b>Итого</b>	<b>22</b>

Име. № подл.	
Подп. и дата	
Взам.име. №	
Име. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

### 3.4 Разработка плана - конспекта урока

#### Тема урока «Устройство сварочной головки ПКТБА – СГПГн для сварки в среде инертных газов»

##### Цели занятия:

*Обучающая:* Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной головки ПКТБА - СГПГн, её назначение и принцип работы.

*Развивающая:* развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

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

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

##### Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты: «Подвесная сварочная головка ПКТБА – СГПГн, ее технические характеристики».

– учебники: В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» [Текст]. - Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997.; В.Я. Кононенко «Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом» [Текст]. - Введ. 2007. – М.: Изд-во стандартов, 2007 [23, 24].

##### Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;

- Сообщение темы и цели занятия;
- Актуализация опорных знаний;
- Изложение нового материала;
- Первичное закрепление материала.
- Выдача домашнего задания.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## План-конспект

План-конспект урока приведен в таблице 25.

Таблица 25 – План-конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство сварочной головки «ПКТБА – СГПГн» для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной горелки «ПКТБА – СГПГн», её назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах?	Предлагаю учащимся ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 23 минут	Повторите предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочной головки; – Основные механизмы сварочной головки; По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах.	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочная головка и его назначение. Вместе разбираем устройство её механизмов, записываем основные моменты.

Ив. № подл.	
Подп. и дата	
Взам.инв. №	
Ив. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

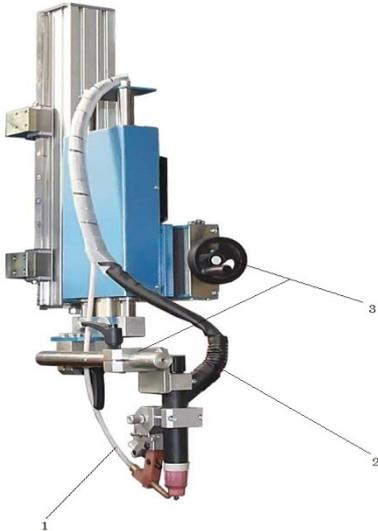
Продолжение таблицы 25

1	2	3
	<p>Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p>Сварочная головка ПКТБА – СГПГн предназначена для сварки и наплавки в среде защитных газов высоколегированных сталей и цветных металлов неплавящимся электродом в автоматическом режиме. Из её особенностей работы можно отметить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сварка может производиться как с применением присадочной проволоки, так и без нее;</li> <li>• Полностью программируемая работа механизма регулировки длины дуги;</li> <li>• Простой и надёжный механизм регулировки положения подачи присадочной проволоки;</li> <li>• Высокое качество сварки и наплавки, за счет применения передовых инверторных источников питания EWM серии Tetrich.</li> </ul> 	<p>Давайте разберем подробно сварочную головку. Показываю плакат с общим видом сварочной головки и её техническими характеристиками. Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части. Записываем основные моменты.</p>

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 25

1	2	3												
	<table border="1"> <tr> <td>Вертикальное перемещение сварочной головки, мм</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), мм</td> <td>±50</td> </tr> <tr> <td>Амплитуда колебания сварочной горелки, мм</td> <td>0-50</td> </tr> <tr> <td>Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Диаметр не плавящегося электрода, мм</td> <td>1,0-6,4</td> </tr> <tr> <td>Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин</td> <td>0,2-10</td> </tr> </table>	Вертикальное перемещение сварочной головки, мм	300	Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), мм	±50	Амплитуда колебания сварочной горелки, мм	0-50	Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм	100	Диаметр не плавящегося электрода, мм	1,0-6,4	Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин	0,2-10	
Вертикальное перемещение сварочной головки, мм	300													
Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), мм	±50													
Амплитуда колебания сварочной горелки, мм	0-50													
Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм	100													
Диаметр не плавящегося электрода, мм	1,0-6,4													
Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин	0,2-10													
	<p>Плакат 1 – Общий вид сварочной головки ПКТБА – СППГн и её технические характеристики</p>													
														
	<p>1 – механизм регулировки положения подачи присадочной проволоки; 2 – механизм подачи защитного газа; 3 – механизмы регулировки длины дуги. Плакат 2 – Основные части сварочной головки ПКТБА – СППГн</p>													

Инев. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				Лист
				90

## 4 Безопасность и экологичность проекта

В данном разделе рассматривают влияние производства на человека и окружающую среду, производится оценка вреда, который наносится или может быть нанесен человеку производством. Приведены меры по снижению ущерба от производства и ограничению влияния вредных факторов производства на человека; произведен расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока. Также приведены требуемые мероприятия по обеспечению безопасности и охраны труда, работающих в соответствии с нормативными документами, описываются меры по предупреждению и предотвращению чрезвычайных обстоятельств.

В настоящей выпускной квалификационной работе к источникам вредных факторов производства можно отнести источник питания Lorch V30, сварочная головка ПКТБА-СГПГн, установка для сборки и сварки, и электроаппаратуру. Кроме того, сам процесс сварки, при котором выделяется большое количество ядовитых и опасных газов, для здоровья работающих является источником вредных факторов производства.

### 4.1 Безопасность труда

При выполнении сварочных работ на производстве, рабочие подвергаются воздействию многочисленных вредных и опасных факторов производства, которые могут привести к получению травм, а также возникновению профессиональных заболеваний [25,26].

В частности:

- перемещающиеся части оборудования могут привести к механическим травмам;
- тепловое излучение;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- опасность поражения электрическим током, переменными магнитными или высокочастотными электромагнитными полями;

- различные вредные вещества, вредные газы, пары и пыль;

- вредные шумы и вибрации;

- запыленность воздуха рабочей зоны, высокая температура в помещении.

Руководствуясь вышеперечисленным, на предприятии необходимо проводить комплекс профилактических и контрольных мероприятий по снижению вредных факторов производства и защите от них работающих.

#### 4.1.1 Условия труда

##### Электробезопасность

Помещения, предназначенные для сварки, относятся к особо опасным с позиции поражения электрическим током.

Напряжение питающей сети составляет 380 В.

Для предотвращения поражения электрическим током проектом предусмотрено:

корпуса и другие металлические части электрооборудования заземлены, с помощью соединения металлических частей с “землей”. Сопротивление заземления в электроустановках напряжением 380 В должно быть не более 4 Ом согласно ГОСТ 12.1.030-81; [27]

- защитное зануление;
- недоступность токоведущих частей;
- малое напряжение в цепях управления;
- разделение цепей.

##### Пожарная безопасность

Степень огнестойкости здания – 3 согласно СНиП 21-01-97, по взрывопожароопасности цех относят к категории Г согласно НПБ 105-03. [28]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист

92

Пожар может возникнуть от воспламенения находящихся вблизи места сварки горючих и легковоспламеняющихся материалов от теплового воздействия металла, шлака, а также вследствие неисправного электрооборудования.

Проектом предусмотрены средства пожаротушения, размещенные на участке: огнетушители ОХП-10, ОУ-5, ящики с песком, пожарный щит, огнеупорное полотно. Ящики с песком имеют вместимость 1 м<sup>3</sup> и укомплектованы совковой лопатой. Щит укомплектован лопатами, топорами баграми.

Согласно СНиП 2.01.02-85 ширина путей и высота дверей не менее, соответственно одного и двух метров. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания. [29]

### **Защита от механических травм**

Движущиеся части оборудования, перемещающиеся детали, а также заостренные элементы оборудования, оснастки, заготовок и изделий порождают опасность получения травм при контакте с ними работающего человека.

Для защиты рабочих и обслуживающего персонала от механических травм согласно ГОСТ 12.2.061-81 движущиеся части оборудования закрыты защитными кожухами, а при невозможности их установки ограждаются специальными ограждениями; на перемещающемся оборудовании устанавливаются конечные выключатели, блокировки. [30]

### **Защита от теплового действия дуги**

Процесс сварки сопровождается выделением большого количества теплоты и возможным разбрызгиванием капель расплавленного металла, шлака.

Тепловое излучение не должно превышать 100 Вт/м<sup>2</sup> согласно ГОСТ 12.4.176-89. Фактическое – 85 Вт/мм<sup>2</sup>. [31]

Для защиты от теплового действия работающих предусмотрены следующие меры: специальная одежда, включающая в себя брезентовые брюки, куртки,

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						93

трикотажные перчатки и сварочная маска с защитным светофильтром С-6 или С-7 по ОСТ 21-6-87, а также кожаную обувь на толстой подошве.

### Освещенность

В светлое время суток при недостаточном естественном освещении либо в темное время суток проектом предусмотрено дополнительно искусственное освещение электрическими лампами.

Выполняются работы средней точности, фон средний, контраст средний.

Проектом предусмотрено рабочее освещение, разряд зрительных работ четвертый, КЕО=2,4%, нормируемое значение освещенности установлено 750 люкс согласно СНиП 23.05-95. [32]

Естественное освещение осуществляется через оконные проемы. На рабочем месте используют светильники местного освещения.

Аварийное освещение имеет независимый источник питания и включается автоматически.

Предусмотрено эвакуационное освещение.

### Расчёт искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Световой поток лампы  $\Phi_{л}$  (лм) при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах рассчитывают по формуле (59).

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (59)$$

где  $E_{н}$  - нормированная минимальная освещённость, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$z$  – коэффициент минимальной освещённости, равный отношению  $E_{ср}/E_{мин}$ , значения которого для ламп накаливания и ДРЛ – 1,15, для люминесцентных – 1,1;

$k$  – коэффициент запаса;

$N$  – число светильников в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потолка  $\rho_{п}$  и  $\rho_{с}$ , высоты подвеса светильников и показателя помещения  $i$  по формуле 60.

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (60)$$

где  $A$  и  $B$  – два характерных размера помещения;

$H_p$  – высота светильников над рабочей поверхностью.

$$i = \frac{9 \cdot 5}{3 \cdot (9 + 5)} = 1,1$$

Выбираем светильник РСП. Тогда коэффициент использования светового потока от ламп при  $\rho_{п} = 70\%$ ,  $\rho_{с} = 30\%$  и  $\rho_{с} = 50\%$  составляет 55.

$$\Phi_{л} = \frac{750 \cdot 45 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{55} = 917 \text{ лм}$$

Выбираем лампы накаливания ДШ 60 Вт со световым потоком 700 лм.

$$\frac{\Phi_{л}}{\Phi} = \frac{917}{700} = 1,3$$

Принимаем 2 шт.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## Вентиляция

В процессе сварки, в результате протекания химических реакций в сварочной ванне, выделяется значительное количество вредных для здоровья человек аэрозолей, токсичных газов, таких как оксиды азота, углерода, кремния и других соединений элементов, входящих в основной металл, сварочную проволоку.

Допускаемые предельные концентрации в воздухе рабочей зоны согласно ГОСТ 12.1.005-88, мг/м<sup>3</sup>: [33]

- железо и его соединения - 6,0;
- марганец и его соединения - 2,0;
- кремний и его соединения - 1,0;
- медь и ее соединения - 0,5;
- оксид углерода - 20,0;
- фтористый водород - 0,3.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м<sup>3</sup> не допускается. Но при содержании кварца в пыли более 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м<sup>3</sup>.

Для удаления токсичных газов и пыли из воздуха рабочей зоны, и поддержания микроклимата используется общая механическая приточно-вытяжная вентиляция, а также естественная организованная вентиляция – аэрация; местная вытяжная вентиляция используется для удаления вредных веществ непосредственно из зоны сварки.

Общая вентиляция и центральное водяное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 (категория тяжести работ 2б):

- интервал температур воздуха
- в холодный период года от 17 до 19 °С;
- в теплый период года от 20 до 22 °С;
- относительную влажность воздуха от 40 до 60 %;
- скорость движения воздуха;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- в холодный период года до 0,2 м/с;
- в теплый период года до 0,3 м/с.

### Мероприятия по снижению уровня шума

Источниками шума в настоящем проекте являются система вентиляции и источник питания сварочной дуги.

Фактическое значение уровня шума может достигать от 45 до 50 ДБА.

Нормируемое значение шума 80 ДБА по ГОСТ 12.1.003-83. [34]

Остальные источники шума являются кратковременными и не требуют специальных технологических мер.

### 4.2 Глобальные экологические проблемы современности

Современная техногенная цивилизация, помимо увеличения степени бытового комфорта, привела к стремительному ухудшению экологической ситуации в мире. Со временем испорченная цивилизацией экология может привести к катастрофическим последствиям. Воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу (водные ресурсы и литосферу) оказывают многие производства и факторы. Среди которых первостепенное значение занимают: атомная энергетика, гонка вооружений, развитие металлургии и химической промышленности.

Также на биосферу большое влияние оказывает и активная деятельность человека, которая оставляет отпечаток на всех элементах окружающей среды: флоре, фауне, воздухе, почве, воде. Основными отравителями природы на данный момент являются газообразные вещества и соединения, которые производят промышленные и энергетические объекты, электромагнитные и радиоактивные излучения, отходы бытового типа, нефтепродукты и другие вредные вещества.

В проекте предусмотрена сварка в среде защитного газа. Сварка в среде защитных газов – один из самых производительных способов сварки, но с позиции экологии, он так же является одним из самых вредных способов. В процессе

Ив. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Ив. № дубл.				
Ив. № инв.	Взаим. инв. №				97
	Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ

автоматической сварки под слоем флюса в сварочной ванне происходят металлургические процессы, продукты реакций которых попадают в окружающую атмосферу в виде токсичных газов и металлической пыли.

#### 4.3 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления конструкции – Корпуса кожуха. Применение разработанного технологического процесса вызывает появление дополнительных различных видов отходов по сравнению с технологическим процессом при РДС. Общий вид отходов, возникающий при автоматической сварке сталей 30X2ГСН2ВМ и 42X2ГСНМА в среде защитного газа представлен на рисунке 14.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				ДП 44.03.04.550 ПЗ
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

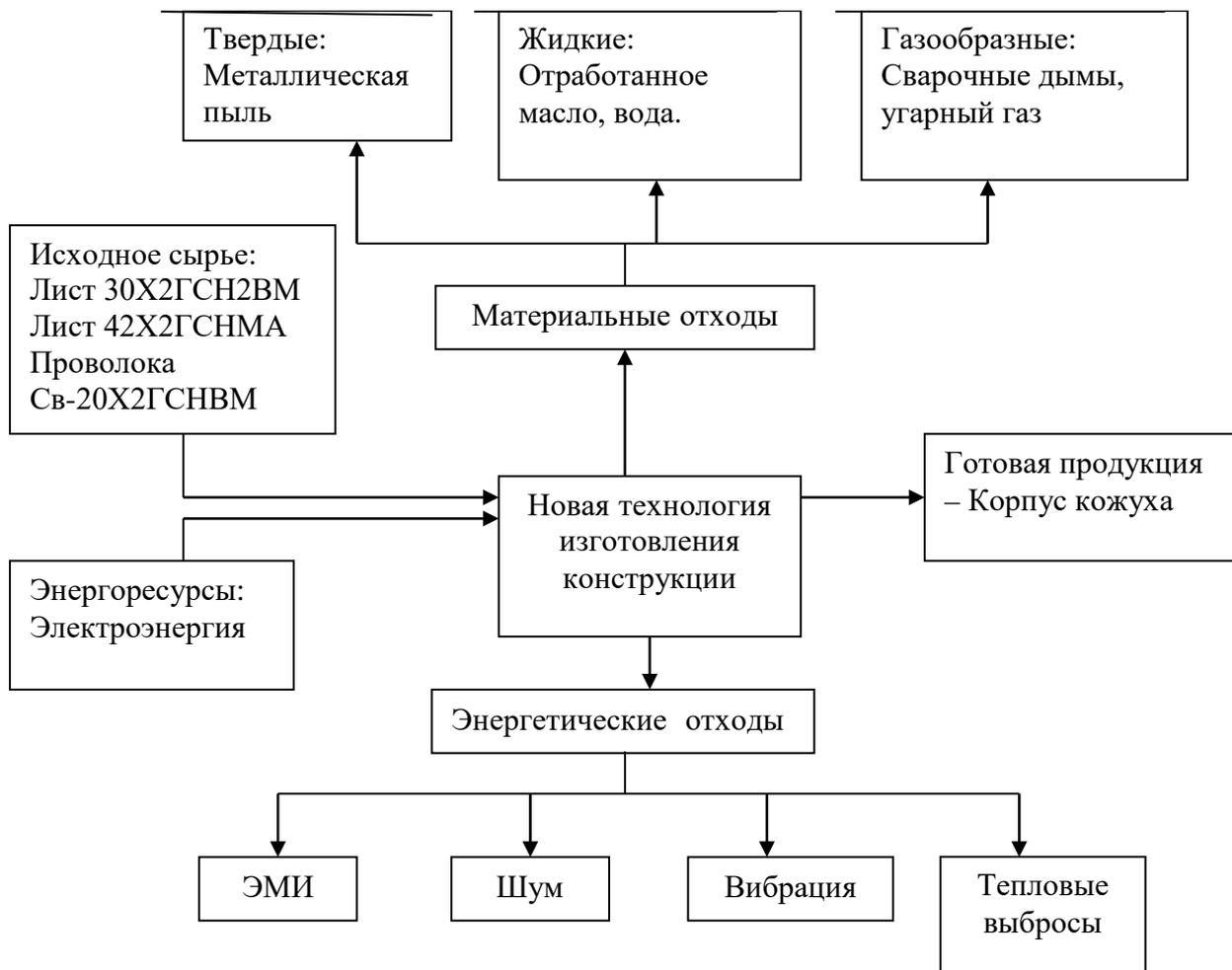


Рисунок 14 - Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой

Для осуществления цели дипломного проекта основным сырьем является листовая среднелегированная сталь марок 30X2ГСН2ВМ и 42X2ГСНМА. В качестве энергоресурса используется электроэнергия переменного тока, преобразуемая в источнике питания сварочной дуги (Lorch V30) в постоянный ток. В ходе технологического процесса сварки образуются следующие виды отходов: материальные и энергетические, к которым в частности относятся ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления сварной конструкции:

- Материальные: твёрдые (металлическая пыль), жидкие (вода, отработанное масло), газообразные (угарный газ, сварочные дымь);

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Ине. № подл.	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	

- Энергетические: ЭМИ, шум, вибрация, тепловые выбросы.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления корпуса кожуха представлены в таблице 26.

Таблица 26- Виды отходов при изготовлении корпуса кожуха.

№ п/п	Операция	Материальные отходы	Энергетические отходы
1	Получение материала доставка кран-балкой на заготовительный участок	-	Тепловой выброс
2	Обработка листов: чистка, правка	Металлическая пыль, вода, отработанное масло	Тепловой выброс, шум, вибрация, ЭМИ
3	Сборка и сварка конструкции	Металлическая пыль, сварочные газы, дымы, шлаки	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация

Источниками формирующими каждый из приведенных видов отходов, являются:

- Работа кран-балки – расходуется электроэнергия в двигателе, кнопочной станции, в проводах, в тормозах. При расходе электроэнергии выделяется тепловая энергия в этих элементах которая нагревает окружающую среду – тепловой выброс.

- При подготовке металла к резке так же имеют место отходы – при чистке листов металлической механической щеткой, при ее работе возникают отходы в виде вибрации, шума, пыли. При премлении, чистке возникают отходы энергетического характера (тепловые выбросы).

- В процессе сварки электрическая сварка дает тепловой эффект, инфракрасное, ультрафиолетовое и световое излучение. Работа подающего двигателя дает тепловой выброс и ЭМИ. Сварочный выпрямитель также дает тепло-

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						100

вой выброс. Дуга и источник питания электрического тока дают тепловой, ЭМИ и шумовой эффект – все это энергетические отходы. Так же имеют место и материальные отходы при сварке – это шлаки, сварочные дымы, содержащие окиси легирующих элементов и железа, газа окись углерода.

Анализ технологического процесса сварки конструкции – лонжерон, свидетельствует о его не замкнутом характере, так как все выше перечисленные отходы попадают непосредственно в атмосферу, ухудшая ее состояние, и в конечном счете эти отходы влияют на состояние людей, животных и весь растительный мир, то есть на экологию.

#### 4.5 Основные требования экологизации проекта

Основной источник выделения вредных веществ в окружающую среду – сварочная дуга. Непосредственно вблизи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток эти вещества выносит воздух помещения и повышает общий фон загрязнения окружающей среды. В зоне дыхания сварщика содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительна (7-10 раз) превосходит ПДК. Придельная допустимая концентрация (ПДК) веществ в воздухе рабочей зоны сварщика представлена в таблице 27.

Таблица 27 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика и атмосферы

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	
	1	2
	Рабочей зоны по ГОСТ 12.01.005-88	Атмосферы ГН 2.1.6.1338-03
Содержание марганца в сварочных аэрозолях %		
До 20%	0,20	0,1
20-30%	0,10	0,1
Хроматы, бихроматы	0,01	0,01

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

1	2	
Оксид Cr (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,00	0,2
Никель и его оксиды	0,05	0,001
Оксид цинка	0,50	0,05
Титан и его двуоксид	10,00	0,5
Алюминий и его сплавы	2,00	0,01
Медь металлическая	1,00	0,03
Вольфрам	6,00	0,15
Двуоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10-60%	2,00	0,03
Двуоксид азота	2,00	0,04
Озон	0,10	0,03
Оксид углерода	20,00	3
Фтористый водород	0,05	0,005
Соли фтористоводородной кислоты:		
Хорошо растворимые (NaF, KF)	0,20	0,02
Плохо растворимые (AlF <sub>3</sub> , NaAlF <sub>4</sub> )	0,50	0,03

#### 4.6 Основные характеристики технологического проекта

Основные характеристики технологического проекта представлены в таблице 28.

Таблица 28 - Основные характеристики технологического проекта

Показатели	Ед.изм	Количество
1	2	3
<b>Сырье:</b>		
1. Сталь 30X2ГCH2BM	т/год	1,5
2. Сталь 42X2ГCHMA	т/год	0,5
3. Св. проволока Св – 20X2ГCHBM	т/год	1,1
4. Защитный газ CO <sub>2</sub>	т/год	1,8

Ине. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Ине. № подл.				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 28

1	2	3
<b>Энергия</b>		
1. Электроэнергия	млн. кВт*ч	1,6
<b>Продукция</b>		
1. Корпус кожуха	тыс. т/год	19,5
<b>Отходы материальные:</b>		
1. Металлическая пыль	тыс. т/год	0,2
2. Сварочные дымы, газы	тыс. т/год	1,1
3. Вода, отработанное масло	тыс. т/год	1,5

Для утилизации тепловых выбросов возможна установка на вытяжной вентиляции после очистительных фильтров отвода теплого воздуха для обогрева каких-нибудь вспомогательных не отапливаемых помещений, путем пропуска этого воздуха через радиатор. Это исключит тепловой выброс в атмосферу.

Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки представлены в таблице 29.

Таблица 29 - Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки

Предложенные мероприятия	Вредные выбросы до выполнения мероприятий	Вредные выбросы после выполнения мероприятий
1	2	3
Установка источников питания сварочной дуги согласно требуемой мощности	Температура окружающей среды в районе сварочного поста выше, чем по цеху на 4 градуса (18-20 градуса)	Средняя температура в районе сварочного поста в пределах нормы

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Окончание таблицы 29

1	2	3
Сборка металлической пыли в местах чистки листов и шлаков от сварки и переплав ее на литейном участке	Эта пыль выбрасывалась в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	В результате переплавки металлической пыли и шлаков от сварки, увеличится выход чистого металла на 1%, идущего на изделие.
Сбор отработанного оберточного материала и сжигание его в печи котельной	Выбрасывался в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	Экономия газа и чистота окружающей территории
Установка принудительной системы воздухообмена (вентиляции) для ограничения выбросов (аэрозоли, пары) из рабочей зоны (системы приточно-вытяжной вентиляции с очисткой загрязненного воздуха). Для очистки от газа и пыли используют поворотный воздухоприёмник лиот-1. Для очистки вредных примесей используют Гидрофильтр SMOKI JUNIOR 200	Работникам выдают средства индивидуальной защиты.	Чистота окружающей территории (рабочей зоны).

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Из таблицы видно, что количество вредных выбросов в атмосферу уменьшится, а природные ресурсы будут использоваться экономично. Таким образом, рекомендуемые к внедрению мероприятия позволят сделать данный технологический процесс по сварке конструкции – корпуса кожуха, более экономичным и ресурсосберегающим.

Современная техногенная цивилизация, помимо увеличения степени бытового комфорта, привела к стремительному ухудшению экологической ситуации в мире. Со временем испорченная цивилизацией экология может привести к катастрофическим последствиям. Воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу (водные ресурсы и литосферу) оказывают многие производства и факторы. Среди которых первостепенное значение занимают: атомная энергетика, гонка вооружений, развитие металлургии и химической промышленности.

Также на биосферу большое влияние оказывает и активная деятельность человека, которая оставляет отпечаток на всех элементах окружающей среды: флоре, фауне, воздухе, почве, воде. Основными отравителями природы на данный момент являются газообразные вещества и соединения, которые производят промышленные и энергетические объекты, электромагнитные и радиоактивные излучения, отходы бытового типа, нефтепродукты и другие вредные вещества.

В проекте предусмотрена сварка в среде защитного газа. Сварка в среде защитных газов – один из самых производительных способов сварки, но с позиции экологии, он так же является одним из самых вредных способов. В процессе автоматической сварки под слоем флюса в сварочной ванне происходят металлургические процессы, продукты реакций которых попадают в окружающую атмосферу в виде токсичных газов и металлической пыли.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## Заключение

В ходе проекта была проанализирована базовая технология сварки, выявлены ее недостатки. Для повышения качества и производительности изготовления разработана технология, спроектирована оснастка и подобрано необходимое оборудование для реализации предложенной технологии. Внедрение данной технологии изготовления корпуса кожуха имеет экономический эффект, позволяющая окупить инвестиции в течение года. Особое внимание уделено безопасности труда во избегании несчастных случаев.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										106
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ					





22. ТУ 3936-214-54769955-2008. Наборы щупов номеров 1, 2, 3, 4. Технические условия [Текст]. - Введ. 2008.08.01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2008.

23. В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» [Текст]. - Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997.;

24. В.Я. Кононенко «Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом» [Текст]. - Введ. 2007. – М.: Изд-во стандартов, 2007.

25. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении [Текст]: Учебник для машиностроительных вузов/ Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983, 432 с., ил. – 117 000 экз.

26. Контев, Д.В. Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности») [Текст]: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 352 с. – 2000 экз. – ISBN 5-93093-197-6.

27. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [Текст]. - Введ. 1982-07-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1982.

28. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Текст]. - Введ. 2003-08-01. – М.: Изд-во стандартов, 2003.

29. СНиП 2.01.02-85\*. Противопожарные нормы [Текст]. - Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1987.

30. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам [Текст]. - Введ. 1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982.

31. ГОСТ 12.4.176-89 ССБТ. Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека [Текст]. - Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Изм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						109

32. *СНиП 23-05-95\**. Естественное и искусственное освещение [Текст]. – Введ. 1996-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1996.

33. *ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ*. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989.

34. *ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ*. Шум. Общие требования безопасности [Текст]. – Введ. 2016-11-01. – М.: Изд-во стандартов, 2015.

35. *Методические указания по экономическому обоснования выпускных квалифицированных работ* [Текст] / сост. М.А. Федулова, Г.И. Журухин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2015. – 38 с.

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

37. Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. 5-е изд., перераб. и доп. -М.: КУРС; ИНФРА-М, 2013. - 448 с.

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

39. Руткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие /Т.К. Руткаускас, Г.И. Журухин. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 316 с.

40. *Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалифицированной работы* [Текст] / сост. М.А. Федулова, Д.Х. Билалов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2016. – 51 с.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.550 ПЗ	Лист
						110

ПРИЛОЖЕНИЕ А Задание на выпускную квалификационную работу

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.550 ПЗ

Лист

111



ПРИЛОЖЕНИЕ В Рецензия

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.550 ПЗ				
Лист 113				