

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА  
САЛЬНИКОВОГО КОМПЕНСАТОРА**

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: 128

Исполнитель:  
студент группы СМ-402

В.А. Окунев

Руководитель:  
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2016

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 73 листов машинописного текста, 20 таблиц, 22 использованных источников литературы, 3 приложения на 6 листах, графическую часть на 1 листе формата А1.

Ключевые слова: СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ, СМЕСЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ИЗДЕЛИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, МЕТОДИКА.

В дипломном проекте произведена разработка технологии изготовления корпуса сальникового компенсатора. Приведено необходимое оборудование для улучшения технологии.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии изготовления корпуса сальникового компенсатора.

Разработан тематический план производственного обучения газорезчиков.

					<b>ДП 44.03.04.128 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Выполнил</i>	Окунев				Разработка технологии сборки и сварки корпуса сальникового компенсатора	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Плаксина						2	
<i>Н. Контр.</i>	Билалов					ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО, гр. СМ-402		
<i>Утверд.</i>	Гузанов							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Назначение и условия работы изделия .....	7
1.2. Базовая технология .....	7
1.3. Материалы, применяемые в конструкции .....	7
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	12
2.1. Сборка-сварка обечаек и перехода.....	12
2.2. Сборка-сварка корпуса .....	17
2.3. Режимы сварки .....	20
2.4. Технический контроль.....	22
3. ОБОРУДОВАНИЕ.....	24
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	37
4.1. Расчётная часть.....	38
4.2. Расчёт заработной платы.....	40
4.3. Закупка нового оборудования.....	41
4.4. Расчёт себестоимости.....	41
4.5. Затраты на электроэнергию.....	44
4.6. Техничко-экономические показатели производства .....	46
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	48
5.1. Значение мероприятий по обучению рабочих на предприятии.....	48
5.2. Разработка рабочей программы производственного обучения .....	48
5.3. Разработка тематического плана .....	49

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	76
Приложение А - Лист задания на дипломное проектирование.....	
ПриложениеБ — Комплект технологической документации.....	
Приложение В — Спецификация.....	

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Разрабатываемое изделие производится на одном из производственных участков Нижнетагильского механического завода.

ЗАО "Нижнетагильский механический завод" - современное предприятие с полным комплексом производственного оборудования и опытным квалифицированным персоналом. Богатый практический опыт производственного коллектива НТМЗ и высокий уровень научно-технических и конструкторских разработок коллектива НИИ "Машпром" позволяют комплексно выполнять заказы от изготовления оборудования до готовых изделий сложного технического уровня. Современные принципы организации производства и управления предприятием, комплексное оснащение необходимым технологическим оборудованием и высокое мастерство персонала позволяют выпускать наукоемкую, качественную и надежную продукцию, используя уникальные производственные возможности. Предприятие образовано в ноябре 2001 года.

Виды работ:

- сварочное производство - изготовление металлоконструкций из углеродистых низколегированных и нержавеющей марок стали массой до 20 тонн;
- кузнечное производство - изготовление штамповок и поковок размером до 200кг;
- проведение капитального ремонта и модернизации металлорежущего оборудования.

Предприятие специализируется на разработке и производстве оборудования для различных отраслей промышленности и имеет опыт изготовления:

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

- деталей механических трубопроводов (отводы, переходники, тройники, фланцы, заглушки);
- транспортной и стационарной тары, емкостной аппаратуры;
- металлоконструкций массой до 20 тонн;
- корпусных деталей и узлов различных пространственных форм из чугуна и стали весом до 10 тонн;
- просечно-вытяжного листа различного назначения;
- запасных частей к металлургическому, нефтегазовому, химическому и горному оборудованию.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Назначение и условия работы изделия

Компенсаторы трубопроводов сальниковые, предназначены для компенсации термических деформаций трубопроводов тепловых сетей, с давлением воды и пара до  $P_{раб} = 2,5$  МПа (25 кгс / см<sup>2</sup>), при температуре воды до 200° С и пара до 300° С, на которые распространяются ПБ 10-573- 03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды».

## 1.2. Базовая технология

1.3. В базовом варианте корпус сальникового компенсатора сваривается ручной электродуговой сваркой (С25х16; количество валиков 6; марка электродов УОНИ 13/55; 0 3 мм; сила тока 100-120 А; напряжение на дуге 13-13 в; разряд работы 4; норма времени 1,1ч; расход электродов 2,5 кг/ 1 м), (С21V8; количество валиков 4; марка электродов УОНИ 13/55; 0 3; сила тока 100-130; разряд работы 4; норма времени 0,6 ч; расход электродов 1,4 кг/ 1 м)

## 1.4. Материалы, применяемые в конструкции

В качестве основного металла на изготовление данной конструкции применяется сталь СтЗсп, ГОСТ 19903-74. Электроды - УОНИ 13/55 или

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

другие ГОСТ 9466-77. Сварочная проволока - Св-08Г2С, о 1,6 ГОСТ 2246- 70. защитный газ (80% Ar + 20% COг)[ 1 ][2][3]-

Химический состав стали СтЗпс должен соответствовать ГОСТ 14637-89[4]. Данный стандарт распространяется на углеродистую сталь обыкновенного качества, предназначенную для изготовления проката горячекатаного: сортового, фасонного, толстолистового, тонколистового, широкополосного и холоднокатаного тонколистового, а также слитков, блюмов, слябов, сутунки, заготовок катаной и непрерывнолитой, труб, поковок и штамповок, ленты, проволоки, метизов и др. Химический состав стали СтЗпс указан в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав стали СтЗсп

Элементы	Массовая доля элементов, %
Углерод	0,14-0,22
Марганец	0,40-0,65
Кремний	0,15-0,3
фосфор	до 0,04
Сера	до 0,05
Азот	до 0,008
Хром	до 0,3
Никель	до 0,3
Медь	до 0,3
Мышьяк	0,08



В таблице 2 указаны механические свойства стали СтЗсп.

Таблица 2 - Механические свойства

σ <sub>в</sub> , МПа	σ <sub>т</sub> , МПа при толщине проката, мм					δ, % при толщине проката, мм		
	<10	10-20	20-40	40-100	>100	<20	20-40	>40
370- 480	245	245	235	225	205	26	25	23

В таблице 3 - технологические свойства стали СтЗсп

Таблица 3 - Технологические свойства

Временное сопротивление разрыву, кгс/см <sup>2</sup> (МН/м <sup>2</sup> )	Предел текучести, кгс/мм <sup>2</sup> (МН/м <sup>2</sup> )	Относительное удлинение, %
Не менее		
38 (372)	25 (245)	20

Предельные отклонения по химическому составу стали указаны в  
таблице 4.

Таблица 4 - Предельные отклонения по химическому составу проката

Элементы	Предельные отклонения в прокате из стали, %	
	II Кипящей	III Полуспокойной и спокойной
углерод	±0,03	+0,03
		-0,02
марганец	+0,05	+0,05
	-0,04	-0,03
кремний	-	+0,03

I	II	III
		-0,02
фосфор	+0,006	+0,005
сера	+0,006	+0,005
азот	+0,002	+0,002

Степень раскисления обычно определяется при заказе.

*Оценка свариваемости стали по методу эквивалентного углерода.*

Свариваемость — свойство металла или сплава образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Свариваемость устанавливается по эквивалентному содержанию углерода.

Эквивалентное содержание углерода определяется по формуле 1, %

$$C_3 = C + \frac{Mo}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15},$$

$$C_3(СтЗсп5) = 0,28$$

Сваривается без ограничений. Для толщины более 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Электроды, применяемые при изготовлении конструкции, предназначены для сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Рекомендуется для сварки конструкций, работающих в условиях пониженных температур.

В таблице 5 указаны механические свойства электродов УОНИИ 13/55.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Марка электродов	Механические свойства, не менее				
	металл шва			сварное соединение	
	предел прочности, Мп (кгс/мм )	относительное удлинение, %	ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> (кгс/с м )	предел прочности, МПа 2	Угол загиба, град.
13/55	490(50)	20	127,4(13)	490(50)	-

Величина сварочного тока, в зависимости от диаметра и пространственного положения указана в таблице 6.

Таблица 6 - Сварочный ток, коэффициент расхода электродов при сварке

Диам етр, мм	Сварочный ток, А			Кэф-нт расхода электродов на 1 кг наплавлен ногого металла	Производ. наплавки, г/А. час
	нижнее	вертикальное	потолочное		
3,0	80-100	70-90	70-90	1,7	9-10
4,0	130-150	130-140	130-140	1,7	9-10
5,0	170-200	160-180	-	1,7	9-10

Сварочная проволока Св-08Г2С предназначена для сварки длинной дугой при токах до 500А, преимущественно в углекислом газе, в машиностроении, подъемно-транспортном машиностроении, судостроении. Имеет свидетельство НАКС по всем видам аккредитации. Химический состав приведён в таблице 9

Таблица 7 – Химический состав металла шва, % (номинальные значения)

С	Мп	Si	P	S	Си	Cr	Ni
0,05-1,1	1,8-2,1	0,7-0,95	<0,03	<0,03	<0,25	<0,2	<0,25

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Сборка-сварка обечаек и перехода

> Собрать продольный стык обечайки используя стяжные приспособления или скобы с клином, рисунок 1. При сборке выдержать размеры по чертежу и требования инструкции по ТБ, зазор по длине стыка должен быть равномерным, ~ 2 мм.

> Прихватить детали в соединении швом 5х5;  $L_{пр} = 25-30$  мм/20- 50 мм не ближе 20 мм от края. При сборке выдержать равномерный зазор в стыке, торцы в одной плоскости, перепад кромок не более 1,5 мм.

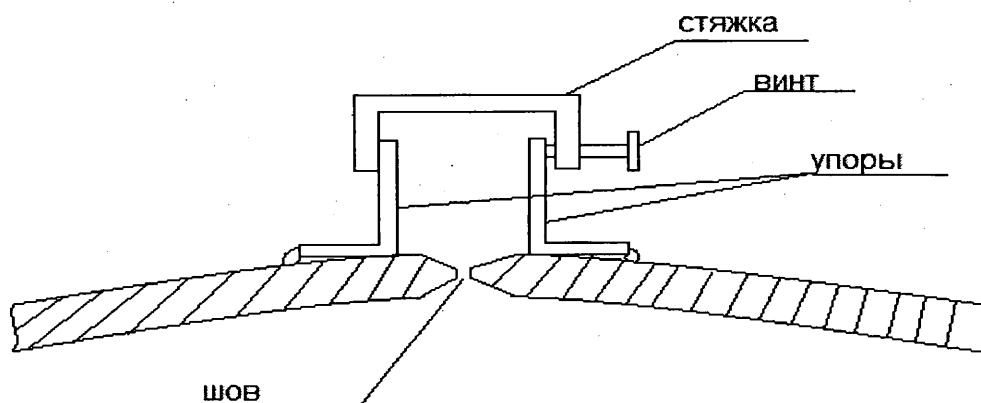


Рисунок 1 - Стяжное приспособление

- > Установить выводные планки, прихватить рисунок 2.
- > Прихватывать и варить сварщику с удостоверением Г остехнадзора России.
- > Прихватывать ручной электродуговой сваркой; марка электродов УОНИ 13/55; 03 мм; сила тока 110 А; напряжение на дуге 15 В; разряд работы 4; норма времени в часах 0,8 ч; расход электродов 1,7 кг/м).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

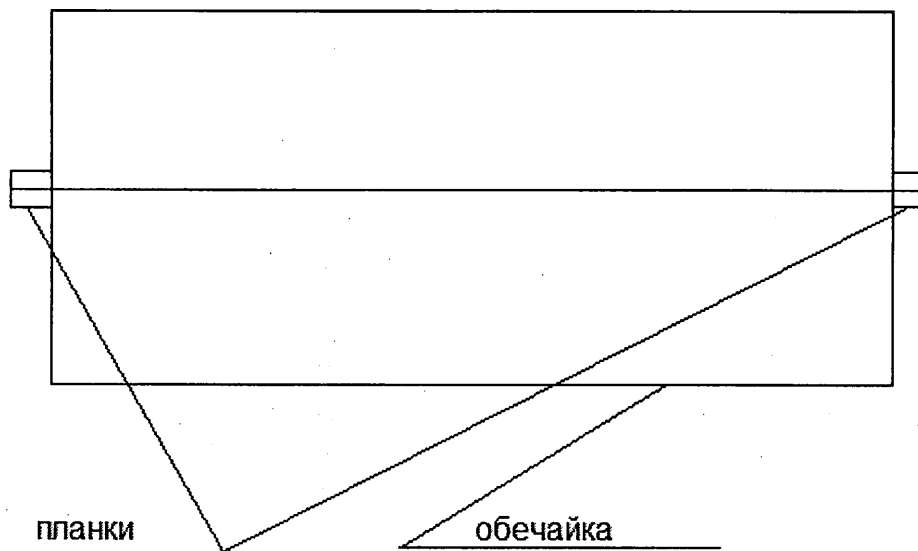


Рисунок 2 - Выводные планки

					ДП 44.03.04.128.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

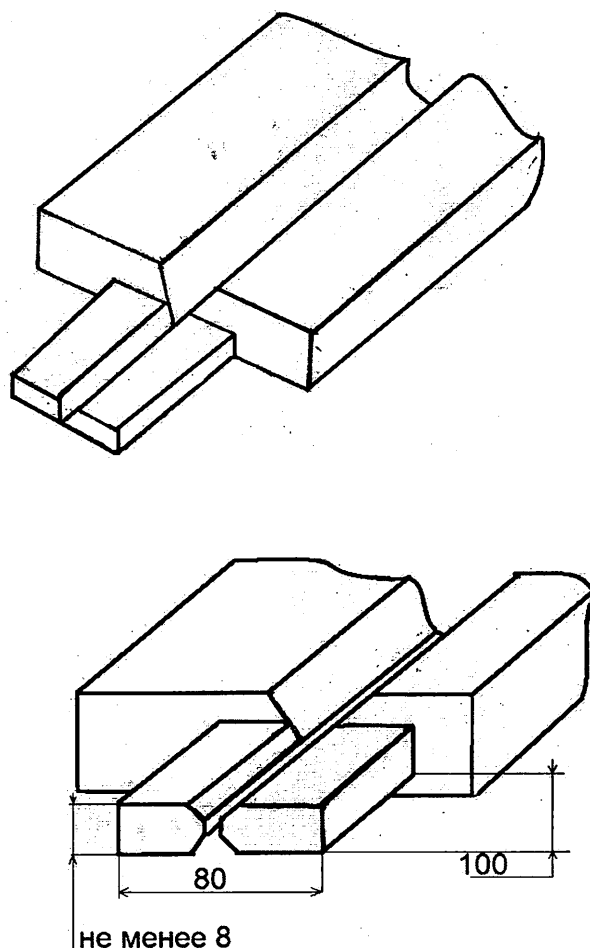


Рисунок 3 - Примеры установки выводных планок

- > Шлак с прихваток сбить, брызги удалить. Зачистить околошовную зону — 20 мм от края фаски.
- > Сдать ТК.
- > Сварить полуавтоматом в смеси защитных газов (80%Ar+20% CO<sub>2</sub>). Начинать и заканчивать сварку на выводных планках. Сварной шов: для обечайки 1 - С25 х 16; число проходов 2/1; 1 зона 2 прохода; сила тока 200 А; напряжение на дуге 24 В; скорость подачи проволоки 172 м/мин; расход газа 1100 л/час; сварочная проволока Св-08Г2С; 01,6 мм;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

> разряд работы 4; норма времени в часах 0,38 ч. Варить обратноступенчатым способом от середины к краям, после каждого прохода очищать от шлака.

> Непровар корня шва с наружной стороны выбрать, зачистить.

> Сдать ТК.

> Заварить корень шва. Сварить первый слой, сварить с внутренней, затем и с наружной стороны полностью. Клеймить сварщику личным клеймом. Маркировать № по порядку.

> Удалить шлак и брызги. Срезать выводные планки, зачистить заподлицо.

> Снять усиление шва заподлицо основному металлу.

> Сдать ТК.

> При необходимости калибровать (допуск  $\pm 2$  мм).

> Отправить на ТО.

> После ТО срезать технологические распорки, место установки зачистить заподлицо зачистить околошовную зону для контроля УЗД.

> Сдать ТК.

> При сборке и сварке обечайки 2 выполнить все операции, что и при сборке-сварке обечайки 1.

> Изменить:  $8=8$  мм; прихватка швом 2x2, V-образный шов,  $L_{np}=20/100$  мм, от края 20 мм; варить полуавтоматом в смеси защитных газов (80% Ar+20% CO<sub>2</sub>). Сварной шов С21 v 8; число проходов 3/1; 1 зона 2 прохода; сила тока 200 А; напряжение на дуге 24 В; скорость подачи проволоки 172 м/мин; 2 зона 1 проход; сила тока 350 А; напряжение на дуге 31,5; скорость подачи проволоки 363 м/мин; расход газа 1100л/мин; сварочная проволока Св-08Г2С; 01,6 мм; разряд работы 4; норма времени 0,38 ч).

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Швы клеймить личным клеймом сварщика. Маркировать № по порядку.

При сборке и сварке перехода выполнить все операции, что и при сборке-сварке обечайки 1.

Изменить:  $5=8$  мм; прихватка швом 4x4, V-образный шов,  $L_{np}=20/50$  мм не менее двух; от края 20 мм; варить полуавтоматом в смеси защитных газов (80% Аг+20% СОг). Сварной шов С21 v 8; число проходов 3/1; 1 зона 2 прохода; сила тока 200 А; напряжение на дуге 24 В; скорость подачи проволоки 172 м/мин; 2 зона 1 проход; сила тока 350 А; напряжение на дуге 31,5; скорость подачи проволоки 363 м/мин; расход газа 1100л/мин; сварочная проволока Св-08Г2С; 01,6 мм; разряд работы 4; норма времени 0,38.

После зачистки клеймить швы личным клеймом сварщика.

Сдать ТК.

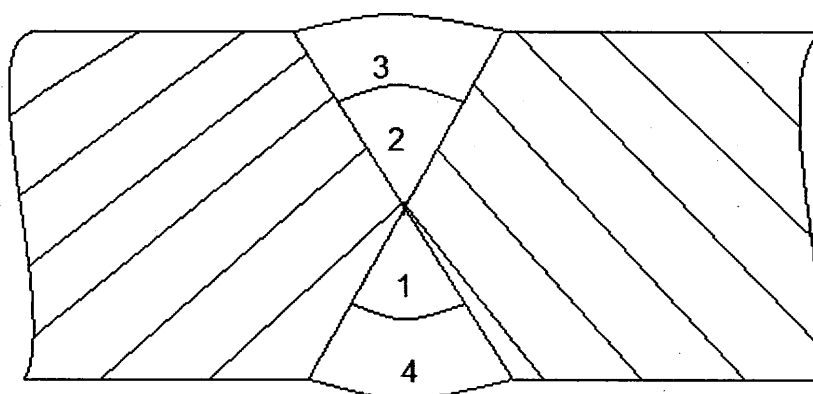


Рисунок 4 - Расположение сварных валиков при сварке обечайки 1

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.128.ПЗ					







проволоки 363 м/мин; расход газа 1100л/мин; сварочная проволока Св-08Г2С; 01,6 мм; разряд работы 4; норма времени 0,43.

Сборку и сварку производить на роликовом стенде. Упоры прихватывать на сборочной плите в кондукторе рисунок 1.

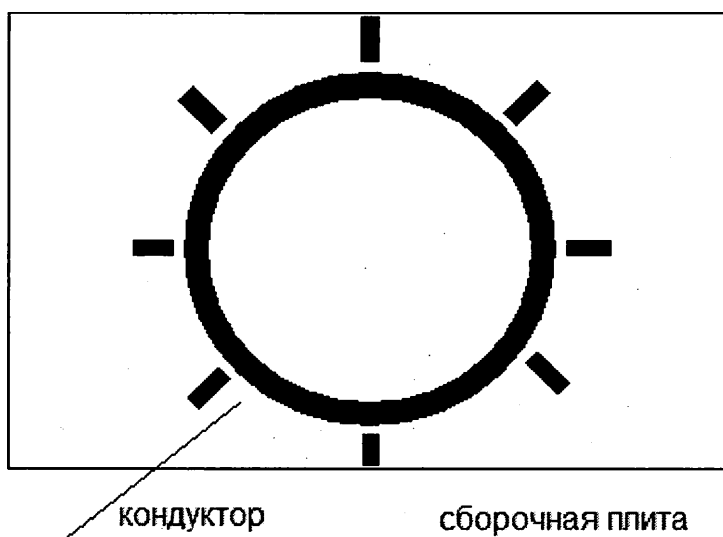


Рисунок 6 - Кондуктор для сборки узла (обечайка 1 с упорами)

					ДП 44.03.04.128.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

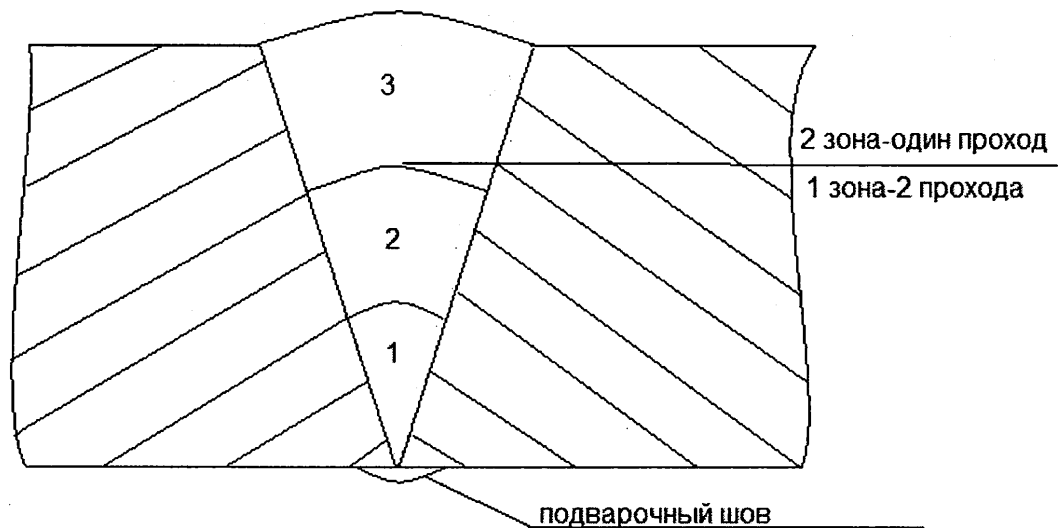


Рисунок 7 - Расположение сварных валиков

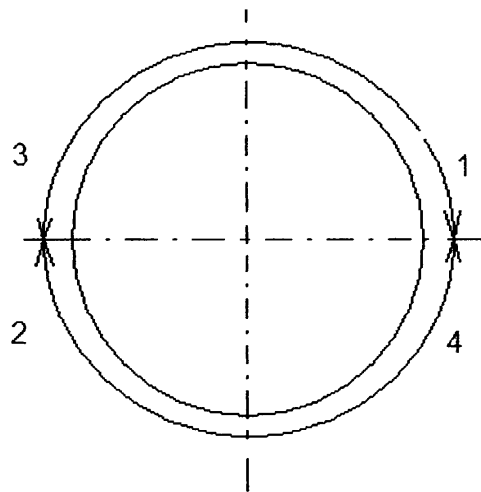


Рисунок 8 - Схема сварки в 4 шва навстречу друг другу

### 2.3. Режимы сварки

Настоящие режимы сварки рекомендованы технологической инструкцией по нормативам времени и режимам на полуавтоматическую сварку в смеси газов ( $Ar80\%+CO_220\%$ ) проволокой диаметром 1,6 мм, от ОАО

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

«Уральский завод тяжёлого машиностроения»

Режимы сварки в смеси газов  $Ar\ 80\%+CO_2\ 20\%$ , для сварных швов С21, С25 и Тб сварочной проволокой 0 1,6 мм приведены в таблице 8. Образцы сварных стыков С21, С25 и Тб приведены на рисунках 9, 10 и 11 соответственно.

Индекс шва	Толщина металла, мм	Площадь поперечного сечения шва, мм	Расход сварочных материалов на 1 п.м		Время сварки 1 п.м шва, час		Число проходов	Номер зоны	Количество валиков	Режимы сварки прохода			Скорость сварки одного прохода, м/час	Расход газа, л/час
			Расход проволоки на 1 п.м. шва, м <sup>3</sup>	Расход газовой смеси на 1 п.м. шва, м <sup>3</sup>	Основное T <sub>0</sub>	Калькуляционное T <sub>к</sub>				Сила сварочного тока I <sub>св</sub> , А	Напряжение на дуге U <sub>д</sub> , В	Скорость подачи проволоки, м/час		
С 21	8	60,2	0,50	0,25	0,21	0,38	3/1	12	21	200 350	24 31,5	172 363	10 -2 0	11 00
С 25	16	78,8	0,66	0,25	0,21	0,38	2/1	1	2	200	24	172	10 -2 0	11 00
Т б	12	91,7	0,77	0,24	0,2	0,36	3	12	21	200 350	24 31,5	172 363	10 -2 0	11 00

Таблица 8 – Режимы сварки



Рисунок 9 – Сварочный шов С21



Рисунок 10 - Сварной шов С25



Рисунок 11 - Сварной шов Т6

#### 2.4. Технический контроль

Провести входной контроль поступающих деталей, сертификат на металл, геометрические размеры и допуски по чертежу, скосы кромок, размеры углов и их величину, ширину притупления кромок. Сертификаты на сварочные материалы должны соответствовать ГОСТу, ТУ.

Перед сборкой промерить длину окружности с обеих концов - рулеткой ГОСТ 7502-89, сдать результаты мастеру. Проверить результаты УЗК листа (до скоса кромок листа)[7].

Между операциями проводить промежуточный визуальный контроль.

После окончательной сварки отправить готовое изделие на ультразвуковой контроль. Ультразвуковой контроль сварных швов проводить используя ультразвуковой дефектоскоп «ТОМОГРАФИК УД4- Т». Краску, ржавчину и шероховатость перед проведением ультразвуковой

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.128.ПЗ					

дефектоскопии сносить шлифовальной машиной. В качестве контактной жидкости используется глицерин или специальный С-гель[8].

## ОБОРУДОВАНИЕ

В современном машиностроении металл от склада до отгрузки готовой продукции проходит через цикл станков и оборудования. На всём участке изготовления металл проходит через технологический комплекс оборудования, включающий в себя очистку металла, правку, резку, сборку, сварку и покраску.

Первоначально металл необходимо очистить от окалины, ржавчины и средств консервации которые затрудняют процесс сварки, вызывают дефекты сварных швов и препятствуют нанесению защитных покрытий. Наиболее распространёнными методами механической очистки поверхности металла являются дробемётная и дробеструйная очистки. Сущность этих методов состоит в том, что на поверхность изделия направляется струя металлической дроби, в результате ударного действия которой поверхность очищается от окалины и ржавчины.

Для этой цели используется дробеструйная обитаемая камера очистки. Камера предназначена для дробеструйной очистки крупных металлоконструкций, габаритных изделий, контейнеров, железнодорожных вагонов с использованием операторов с напорными песко-дробеструйными установками с производительностью 10 - 20 м /ч.

Принцип действия:

В камере очистки или как иногда её называют обитаемой камере одним или несколькими операторами абразивоструйных работ производится дробеструйная обработка металлоконструкций. Отработанная дробь и окалина через решетчатый настил попадает на систему сбора абразива и далее с

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

помощью ковшового элеватора в

узел рекуперации (очистки) абразива, после чего поступает в бункер накопитель с раздачей на одну или несколько напорных установок, которые автоматически заполняются и все повторяется по замкнутому циклу.



Рисунок 12 - Дробеструйная камера очистки

После очистки металл подаётся на правку.

Внутренние напряжения в материале и деформации листовых заготовок оказывают существенное влияние на точность гибки, технологичность сборки, качество сварки и внешний вид изделий. Использование листа, имеющего внутренние напряжения, приводит к частым заторам при работе листоштамповочного оборудования и ограничивает применение автоматических линий, содержащих координатно-высечные прессы и системы лазерной и термической резки. Наиболее эффективным решением для устранения внутреннего напряжения является прокат металла на листопрямильном станке. Также этой правкой добиваемся наименьшей кривизны в листе. Допустимая кривизна  $(f) < 5\text{мм}$ .

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.128.ПЗ					



Листоправильная машина, применяется в прокатном производстве для выравнивания поверхности листовой стали. Листоправильные машины разделяют на роликовые (валковые), наиболее распространённые, и растяжные. Роликовые листоправильные машины предназначены для правки тонких и толстых листов в горячем и холодном состоянии, а растяжные — главным образом для правки в холодном состоянии тонких листов (стальных и из цветных металлов), к качеству которых предъявляют повышенные требования. Процесс правки основан на упругопластическом знакопеременном изгибе листа приводными роликами, расположенными в рабочей клетке в 2 ряда в шахматном порядке. Точность правки зависит от шага роликов (большой шаг не обеспечивает требуемой точности), размеров и их числа (чем больше роликов, тем выше точность). Обычно число правильных роликов колеблется в пределах 7—23; большинство современных листоправильных машин имеют, кроме правильных, опорные ролики. Скорость правки зависит от толщины листа и составляет 0,1—6 м/сек.

Процесс правки на растяжных листоправильных машинах основан на создании в листе напряжений, близких к пределу текучести, растягивающим усилием.

В таблице 9 приведены данные типовой листоправильной машины.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 9 - Технические характеристики

Наименование параметров	Единицы измерения	Величина
I	II	III
шаг роликов	мм	450
диаметр роликов	мм	435-435
длина бочки роликов	мм	2800
количество рабочих роликов	шт	9
	шт	18

Окончание таблицы 9

I	и	1п
скорость правки	м/с	0,3-0,6
максимальное усилие правки на рабочем ролике	кН	7000
	кВт	9х75 =675
мощность привода роликов		
масса машины	т	350



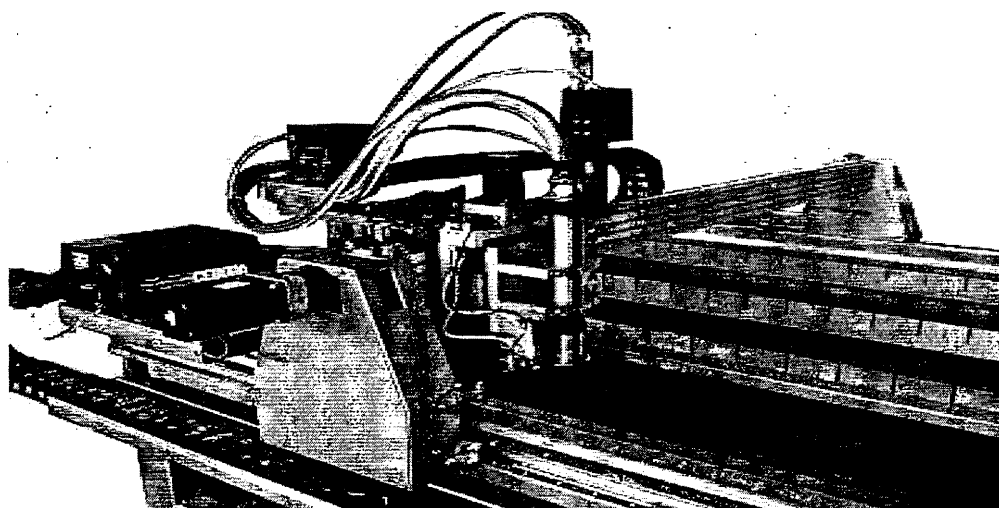


Рисунок 13 - Установка плазменной резки SEBORA PLASMA PROF

162

Эта машина построена на базе высококачественного, жесткого, виброустойчивого стола, без применения сварочных работ, т.е. нет напряжений, обработка станины производится на фрезерном станке с ЧПУ с одной установки, что гарантирует высокие точностные показатели. Решетка стола режется на лазерном раскройном комплексе "TRUMPF" и устанавливается на специально обработанную поверхность, что обеспечивает параллельность плоскости решетки с плоскостью движения портала. Перемещение осуществляется по фирменным линейным направляющим, не требующих обслуживания и высокоточным винтам с ШВП, защищенным от попадания окалины. В качестве привода используются сервоприводы LENZE, обеспечивающие высокую динамику и точность обработки. Для получения качественного реза используется специально разработанный механизм стабилизации дуги, слежение производится по напряжению дуги.

В качестве программного обеспечения используется система автоматизированного проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ "Техтран".

Подготовка управляющих файлов производится в AutoCAD или Компас.

Для полноценной работы машины требуется подвод вытяжной вентиляции.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.128.ПЗ				

*Ниже приведены технические параметры.*

Рабочее поле станка	1500x3000мм
Максимальная толщина разрезаемого металла	40мм
Допустимая погрешность	0,2мм
Повторяемость	0,1мм
Максимальная скорость перегона	10м/мин
Потребляемая мощность	35кВт
Габаритные размеры	3600x2400x1500мм
Масса станка	1500 кг

После резки металл направляется на правку, на листопрямильных вальцах, и только после этого отправляется на сборочно-сварочный участок.

Для изготовления обечаек и перехода используются промышленные вальцы TSI 1550.

*Особенности:*

- Промышленные вальцы TSI 1550 имеют ассиметричное расположение валов.
- Откидной упор верхнего вала для выгрузки заготовок.
- Валы изготовлены из прочной стали обеспечивают качественную вальцовку на всей длине.
- Двойная педаль управления для левого и правого вращения.
- Валы из закаленной стали.
- Устройство для конической вальцовки.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Сварка осуществляется постоянным током плавящейся электродной проволокой.

В корпус полуавтомата встроен цифровой блок управления сварочным процессом. Блок управления обеспечивает высокую стабильность скорости подачи проволоки и позволяет регулировать длительности продувки газа перед сваркой и после сварки, длительность растяжки дуги, длительность сварки точки.

Механизм подачи ПДГО-528 имеет следующие преимущества, отличающие его от других механизмов подачи:

Наличие встроенного цифрового блока в ПДГО-528 позволяет отображать используемые параметры на дисплее, что улучшает повторяемость процессов сварки, обеспечивает сохранность параметров при окончании работы.

Доступ к полуавтомату может быть заблокирован через ключ, что обеспечивает сохранность настроек параметров сварки от вмешательства посторонних лиц в перерывах работы, блок точно воспроизводит заданный процесс при включении аппарата в работу после перерыва. Блок надёжно защищён от попадания пыли, влаги и грязи. Основное назначение цифрового блока - управление сварочным процессом непосредственно с рабочего места сварщика, уменьшение количества необходимых для настройки сварки клавиш.

В отличие от других полуавтоматов ПДГО-528 может работать с большим диапазоном проволок от 0,8-3,2мм как стальными, так и порошковыми (при смене роликов).

За счет наличия обратных связей по току якоря двигателя происходит стабилизация частоты вращения вала, что обеспечивает более точную подачу проволоки. При увеличении нагрузки на валу срабатывает защита.

По сравнению с другими полуавтоматами расширен диапазон регулировки времени продувки газа до и после сварки (от 0 до 30 сек.), что обеспечивает более надежную защиту сварочной ванны.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Заправка проволоки в механизм подачи производится в режиме настройки, без включения процесса сварки.

Механизм подачи ПДГО-528 (а также ПДГО-527) имеет разброс по напряжению питания от 24 до 36В (ток переменный), постоянный - до 55В, что позволяет их использовать практически с любым источником питания.

На ПДГО-528 более корректно реализован режим электрозаклепок (время сварки совпадает со временем нажатия кнопки на горелке).

Схема управления двигателя реализована без использования электромагнитного реле, что увеличивает надежность и срок службы полуавтомата (торможение происходит с помощью транзисторов без перегрева, в случае же использования электромагнитного реле, его контакты со временем подгорают).

Технические характеристики подающего механизма ПДГО - 528 указаны в таблице 10.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



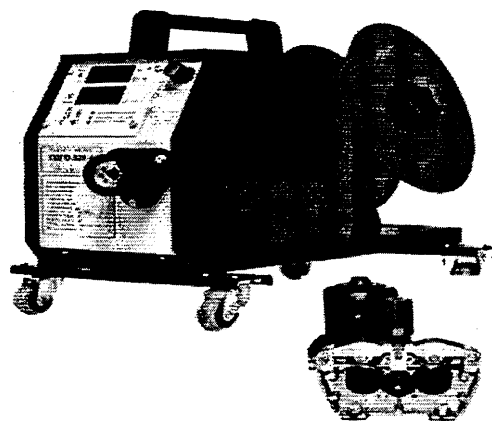


Рисунок 15 – Падающий механизм ПДГО – 528

Таблица 10 - Технические характеристики подающего механизма ПДГО - 528

Наименование параметра	Значение
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А	500
Режим работы	Повторно-кратковременный
Пределы регулирования сварочного тока, А	60 - 500
Диаметр стальной электродной проволоки, мм	0,8-2,0
Диаметр алюминиевой проволоки, мм	1,0-3,2
Диаметр порошковой проволоки, мм	1,0-3,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	75-950
Расход защитного газа, л/ч	500-1200
Габаритные размеры, мм	650x240x500
Масса (без кассеты), кг, не более	19
Масса проволоки в кассете, кг	5...18
Диаметр кассеты для проволоки, мм, не более	200 или 300

### *Выпрямитель сварочный ВДУ-506С*

Сварочный универсальный двухрежимный источник (выпускается взамен устаревших ВДУ-504) постоянного тока для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов однопостовой механизированной дуговой сварки в среде углекислого газа и ручной сварки покрытыми электродами. Состоит из силового трансформатора, силового блока тиристоров, уравнивающего реактора, дросселя сварочной цепи, сетевого автоматического выключателя, блока управления, электродвигателя с вентилятором.

Условия работы: температура окружающей среды от - 100° С до +450° С, относительная влажность - 98% при 250° С.

Выпрямитель имеет следующие технические решения:

- расширенные пределы регулирования сварочного тока в одном диапазоне;
- устойчивость сварочного процесса во всех пространственных положениях сварки;
- возможность сварки тонкостенных изделий;
- стабильное зажигание сварочной дуги с первого касания;
- минимальное разбрызгивание металла.

Его технические характеристики приведены в таблице 11.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 16 - Сварочный выпрямитель ВДУ - 506

Таблица 11 - технические характеристики сварочного выпрямителя ВДУ-506С

Наименование параметра	значение
I	II
Номинальный сварочный ток, А	500
Номинальное напряжение трехфазной питающей сети, В: при частоте 50	380, 400, 415
Номинальное рабочее напряжение, В: для жестких внешних характеристик для падающих внешних характеристик	50
	46
Пределы регулирования сварочного тока, А: для жестких внешних характеристик для падающих внешних характеристик	60-500
	50-500

I	II
Отношение продолжительности включения нагрузки к продолжительности цикла сварки (ПН,%)	60
Первичная мощность, не более, кВт	40
Масса, кг	330
Габаритные размеры, мм	830x620x1080

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 4 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки сальникового компенсатора, изготавливаемого из стали марки СтЗсп с применением автоматической сварки в смеси защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный инвертор САИ-250 Ресанта, сварочная плита.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки сальникового компенсатора на автоматическую сварку в смеси защитных газов.

### 4.1 Определение капиталобразующих инвестиций

#### 4.1.1 Определение технологических норм времени на сварку

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

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_n, \quad (21)$$

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

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

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

$t_{в}$  – вспомогательное время, ч.;

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		37

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

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

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

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (22)$$

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 30$  м;

$V_{св}$  – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч,  $V_{св} = 35$  м/ч;

$V_{св}$  – скорость сварки (базовый вариант), м/ч,  $V_{св} = 2,16$  м/ч

Определяем основное время по формуле (22) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{30}{2,16} = 13,8 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{30}{35} = 2,7 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{13,8 \cdot 10}{100} = 1,38 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,27 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		38

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  $t_{уст}$ :

$$t_6 = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (23)$$

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

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

Согласно общемашиностроительным нормативам времени на ручную дуговую сварку примем

$$t_3 = 0,018 \text{ м}$$

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

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (24)$$

где  $n_C$  – количество слоев при сварке за несколько проходов принимаем = 1;

$L_{шв}$  – длина шва, м,  $L_{шв} = 30 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (24) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 30 \cdot (0,6 + 1,2) = 54 \text{ мин.} = 0,9 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$  рассчитываем по формуле (24)

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		39

$$t_{\text{оп}} = L_{\text{ше}} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) = 54 = 0,9 \text{ ч.}$$

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ( $t_{\text{уст}}$ ) зависит от его массы, данные указаны в таблице 20.

Таблица 12 – 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	от 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{\text{уст}} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение  $t_{\text{е}}$  для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_{\text{е}} = 0,083 + 0,9 + 0,9 + 0,21 + 0,14 = 2,23 \text{ ч.}$$

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

$$t_{\text{обс}} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{\text{оч}}(25)$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		40



Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) по формуле (25) для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 13,8 = 0,96 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 2,7 = 0,2 \text{ ч.}$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (26)$$

Рассчитываем  $t_n$  по формуле (26) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 13,8 = 0,96 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 2,7 = 0,2 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени  $T_{ум-к}$  на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле: (21)

$$T_{ум-к} = 13,8 + 1,38 + 2,23 + 0,96 + 0,96 = 19,33 \text{ ч.} \quad (18,85 \text{ ч.})$$

$$T_{ум-к} = 2,7 + 0,27 + 2,23 + 0,2 + 0,2 = 5,6 \text{ ч.}$$

$$T_{ум-к} = 19,33 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{ум-к} = 5,6 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		41

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы*  $T_{\text{произв. пр.}}$

*пр. сварных конструкций по операциям техпроцесса* определяется по формуле:

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N \quad (27),$$

где  $N$  – годовая программа, *шт.*, в нашем случае  $N = 1000$  *шт.*

$$T_{\text{произв. пр.}} = 19,33 \cdot 1000 = 19330 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 5,6 \cdot 1000 = 5600 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

#### 4.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитывается количество единиц оборудования по операциям техпроцесса,

$C_p$ :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_H} \cdot 100 \quad (28)$$

где  $\Phi_{\delta}$  – действительный фонд времени работы оборудования, *час.* ( $\Phi_{\delta} = 1914$  *час.*);

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

$$C_p = \frac{19330}{1914 \cdot 1,2} = 8,4; \text{ примем } C_{\text{II}} = 8 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{5600}{1914 \cdot 1,2} = 2,43; \text{ примем } C_p = 3 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

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

Следует иметь в виду, что допустимая перегрузка рабочих мест не должна

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		42

превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования производится по формуле:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}} \quad (29)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования;

$C_P$  – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт.*;

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

$$K_3 = \frac{8,4}{8} = 1 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{2,43}{3} = 0,8 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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.

#### **4.1.3 Расчет капитальных вложений**

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 2.1.

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
						43
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		

Таблица 13 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный инвертор САИ-250 Ресанта Ц <i>опт</i>	руб./шт.	20 000	
Автомат А- 1417	руб./шт.		130 000
Стенд для сварки кольцевых швов	руб./шт.		300 000
Сталь Ст3сп, Ц <sub>к.м</sub>	руб./т	42 000	42 000
Сварочные электроды УОНИ 13/55 Ø 3 мм, Ц <sub>о.р.м</sub>	руб./кг	55	
Сварочная проволока СВ-08Г2С , Ø 1,6 мм, Ц <sub>о.р.м</sub>	руб./кг		180
Газовая смесь К-20	руб./л		0,11
Расход газа	л/мин		19
Тариф на электроэнергию, Ц <sub>эл</sub>	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	30	30
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	5	5
Тарифная ставка, Т <sub>ст</sub>	руб.	48	56
Масса конструкции	т	2,240	2,240

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

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		44

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (30)$$

где  $C_{обj}$  – цена приобретения единицы используемого оборудования, руб.;

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

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 20000 \cdot (1 + 0,12) = 22400 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_1 = 300000 \cdot (1 + 0,12) = 336000 \text{ руб.}$$

$$K_2 = 130000 \cdot (1 + 0,12) = 145600 \text{ руб.}$$

$K_{обj} = K_1 + K_2 = 336000 + 145600 = 481600$  руб (общая сумма за две установки – автомат А-1417 + стенд для сварки кольцевых швов). Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ ( $K_{об}$ , руб. ) определяется по формуле:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (31)$$

где  $K_{обj}$  – балансовая стоимость используемого оборудования, руб.;

$C_{Пj}$  – принятое количество используемого оборудования, шт.;

$K_{зj}$  – коэффициент загрузки используемого оборудования,  $K_{зj} = 1$ .

$$K_{об} = 22400 \cdot 8 \cdot 1 = 179200 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		45

$$K_{об} = 481600 \cdot 3 \cdot 1 = 1444800 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 22.

Таблица 14 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	20 000	430 000
Количество единиц оборудования, шт.	8	3
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пусконаладочные работы), руб.	22 400	481 600
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	179 200	1 444 800

## 4.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

### 4.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

В общем случае технологическая себестоимость ( $C_T$ ) складывается из суммы затрат в основном производстве, обусловленных расходом ресурсов в процессе проведения технологических операций:

$$C_T = MЗ + Z_э + Z_{пр}, \quad (32)$$

*Расчет материальных затрат.* К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

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

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		46

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др}.(33)$$

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

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

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

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

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (34)$$

$$C_{o.m} = (98560 + 927,97) \cdot 1,08 = 107447 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{o.m} = (98560 + 2706,63 + 113,2) \cdot 1,08 = 109490 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь СтЗсп.

$$C_{к.м} = m_k \times Ц_{к.м},$$

где  $m_k$  – масса конструкции, т;

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

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		47

$$C_{к.м} = 2,240 \cdot 44000 = 98560 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 98560 руб., как для базового, так и проектируемого вариантов.

**Расчет затрат на электродную проволоку СВ-08ХНМ** проводим по формуле (9).

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 30 \text{ м} = 3000 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 60 \text{ мм}^2 = 0,60 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 3000 \cdot 0,60 = 1800 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 1800 \cdot 7,8 = \rho = 14,040 \text{ кг}$$

Производим расчеты  $C_{св.пр}$  на изготовление одной металлоконструкции по формуле (9):

$$C_{св.пр} = 14,040 \cdot 1,2 \cdot 55 \cdot 1,05 = 972,97 \text{ руб. (базовый вариант – сварка РДС)}$$

$$C_{св.пр} = 14,040 \cdot 1,02 \cdot 180 \cdot 1,05 = 2706,63 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-18).}$$

**Расчет затрат на защитный газ** проводим по формуле (12).

Исходные данные:

$$t_{осн} = \frac{30}{2,16} = 14 \text{ ч.} = 840 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{осн} = \frac{30}{11} = 2,7 \text{ ч.} = 162 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		48



Расход защитного газа  $q_{32} = 19$  л/мин.

$$C_{32} = 840 \cdot 1,05 = 882 \text{ руб. (базовый вариант – сварка РДС)}$$

$$C_{32} = 162 \cdot 5,5 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,05 = 113,2 \text{ руб. (проектируемый вариант – защитная смесь К-18).}$$

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

**Расчет затрат на электроэнергию** на операцию проводим по формуле (13)

$$З_э = 8 \cdot 14,040 \cdot 3,16 = 354,93 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_э = 4 \cdot 14,040 \cdot 3,16 = 177,47 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ( $MЗ$ ) на основные материалы на одно изделие (исключая затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (7):

*По базовому варианту:*

$$MЗ = 972,97 + 882 + 354,93 = 2209,9 \text{ руб.}$$

*По проектируемому варианту:*

$$MЗ = 2706,63 + 113,2 + 177,47 = 2997,3 \text{ руб.}$$

**Расчет численности производственных рабочих.** Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $Ч_{ОР}$  определяется для каждой операции по формуле (14):

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		49

$$C_{op} = \frac{19330}{1870 \cdot 1,1} = 9,3 \text{ примем } C_{OP} = 9 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$C_{op} = \frac{5600}{1870 \cdot 1,1} = 2,7 \text{ примем } C_{op} = 3 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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  $C_{op}$ .

### **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 (15).

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{np}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (16).

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:  $T_{cm}$  сварщика ручной дуговой сварки - 48 руб./час,  $T_{cm}$  сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

Рассчитанное  $T_{шт-к} = 19,33 \text{ ч.} = 1160 \text{ мин.}$  (базовый вариант);

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		50

$T_{шт-к} = 5,6 \text{ ч.} = 336 \text{ мин.}$  (проектируемый вариант).

$$P_{сд} = \frac{48 \cdot 1160}{60} = 928 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{56 \cdot 336}{60} = 313,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (20)

$$D_{вр} = \frac{48 \cdot 1160 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 1,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{56 \cdot 336 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,62 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

$$Z_{пр} = P_{сд} \cdot K_{пр} \cdot K_{сс} + D_{вр}, \quad (41)$$

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

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

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

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

$$Z_{пр} = 928 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 1,9 = 1811,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 313,6 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 0,62 = 612,14 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		51

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (21):

$$ЗП_{\delta} = 1,13 \cdot 1811,5 \cdot 1,3 = 2261 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\delta} = 1,13 \cdot 612,14 \cdot 1,3 = 899,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (15), составляют:

$$З_{np} = 1811,5 + 2261 = 4072,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 612,14 + 899,2 = 1511,3 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ( $N= 1000$  шт.) в таблицу 2.3.

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		52

Таблица 15 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант		Проектный вариант	
	В расчете на металлоизделие	Годового выпуска	В расчете на металлоизделие	Годового выпуска
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$ , руб.	107 447	107 447 000	109 490	109 490000
Затраты на технологическую электроэнергию(топливо), $C_{эн}$ , руб.	354,93	354 930	177,47	177 470
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$ , руб.	4 072,5	4 072 500	1511,30	1 511 300
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_T$ , руб.	111 874,43	111 874 430	111 178,770	111 178 770
				695 660

#### 4.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

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

Производственная себестоимость ( $C_{ПР}$ , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет  $C_{ПР}$  проводят по формуле (22):

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз}$$

где  $C_T$  – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (23).

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

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

*Затраты на амортизацию оборудования.* Рассчитываем по формуле (24) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{22400 \cdot 14,7 \cdot 8 \cdot 19,33}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 241,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{481600 \cdot 14,7 \cdot 3 \cdot 5,6}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 564,9 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

*Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования* рассчитываем по формуле (25)

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		54

$$C_p = \frac{179200 \cdot 3}{100} = 5376 \text{ руб./на производственную программу или } 5,37 \text{ руб. в рас-}$$

чете на одно металлоизделие (5376 руб./1000 шт.), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{1444800 \cdot 3}{100} = 43344 \text{ руб./на производственную программу или } 43,3 \text{ руб./на}$$

металлоконструкцию (43344 руб./1000 шт.), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (26):

$$P_{\text{ПР1}}^* = \frac{4072500 \cdot 10}{100} = 407250 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР2}}^* = \frac{1511300 \cdot 10}{100} = 151130 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (23):

$$P_{\text{ПР}} = 241,9 + 5376 + 407250 = 412867,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}} = 564,9 + 43344 + 151130 = 195038,9 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (27).

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		55

$P_{хоз}$  при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 4072,5}{100} = 1018,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 1511,3}{100} = 377,8 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии  $C_{пр}$  рассчитывается по формуле (22):

$$C_{пр} = 111874430 + 412867,9 + 1018100 = 113305398 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{пр} = 111178770 + 195038,9 + 377800 = 111751609 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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 (29):

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 113305398}{100} = 113305 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 111751609}{100} = 111751 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ( $C_{п}$ ) включает затраты на производство ( $C_{пр}$ ) и коммерческие расходы ( $P_k$ ) и рассчитывается по формуле (28):

$$C_{п} = 113305398 + 113305 = 113418694 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		56



$$C_{\Pi} = 111751609 + 111751 = 111863360 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

№ п/п	Показатели	Ед, изме-ре-ния	Значение показателей				Измене-ние пока-зателей (+,-).
			Базовый вариант		Проектируемый вариант		
	1	2	3	4	5	6	7
			В расчете на метал-лоизделие	Годового выпуска	В расчете на метал-лоизделие	Годового выпуска	
	Объем выпус-ка продукции, N, шт.	шт.	1	1000	1	1000	
1.	Материальные затраты, МЗ:	руб.	2209,9	2 209 900	2997,9	2 997 900	788000
2.	Заработная плата произ-водственных рабочих с от-числениями на социальные нужды, З <sub>пр</sub>	руб.	4072,5	4 072 500	1511,3	1 511 300	-2561200
3.	Технологиче-ская себестои-мость Ст,.	руб.	111874,43	111 874 430	111178,77	111 178 770	-695660
5.	Общехозй-ственные рас-ходы, Р <sub>ХОЗ</sub>	руб.	1018,1	1 018 100	377,8	377 800	-640300

ДП 44.03.04.128 ПЗ

Лист

57

	Окончание таблицы 2.4						
6.	Производ- ственная себе- стоимость, $C_{Пр}$	руб.	113305,4	113 305 398	111 751,6	111 751 609	- 155378 9
7.	Коммерческие расходы, $P_k$ ,	руб.	113,305	113 305	111,751	111 751	-1554
8.	Полная себе- стоимость, $C_{П}$	руб.	113 418,7	113 418 694	111 863,36	111 863 360	- 155533 4

#### ***4.3 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** (бойлер) составляет 1000 шт.

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

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, (48)$$

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

						ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата			58

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете *годовая экономия по технологической себестоимости* составит в соответствии с формулой (48):

$$\Delta C = (111874,43 - 111178,77) \cdot 1000 = 668530 \text{ тыс. руб.}$$

Технологическая себестоимость в базовом варианте превышает технологическую себестоимость в проектируемом варианте.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (34).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (32) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции,  $K_p$ , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц_1 = 113305 \cdot 1,3 = 147297 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 111751 \cdot 1,5 = 167626 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (31) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В_1 = 147297 \cdot 1000 = 147297000 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 167626 \cdot 1000 = 167626000 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		59

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (34) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$\Pi_1 = 147297000 - 113418694 = 33878306 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 167626000 - 111863360 = 55762640 \text{ руб.}$$

**Изменение (прирост, уменьшение) прибыли  $\Delta\Pi$**  в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (37):

$$\Delta\Pi = 55762640 - 33878306 = 21884334 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций,  $N_{кр}$ ) проводим по формуле (38) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр1} = \frac{113418694 - 111874430}{147297 - 111874,4} = 44 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{111863360 - 111178770}{167626 - 111178,7} = 12 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции,  $R$ , проводим по формуле (39):

$$R_1 = \frac{33878306}{113418694} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_2 = \frac{55762640}{111874430} \cdot 100 = 50 \%$$

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		60

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.),  $\Pi_{тр}$  производим по формуле (40) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр1} = \frac{147297000}{9} = 16336333 \text{ руб./чел.} = 16336,333 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{167626000}{3} = 55875333 \text{ руб./чел.} = 55875,333 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений,  $T_{ок}$  производим по формуле (41):

$$T_o = \frac{1444800}{21884334} = 0,06 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 8, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа.	Подп.	Дата		61

Таблица 17– Технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1.	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	
2.	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	147 297 000	167 626 000	20 329 000
3.	Капитальные вложения, К	руб.	179 200	1 444 800	1 444 800
4.	Технологическая себестоимость металлоизделия, С <sub>т</sub>	руб.	111 874 430	111 178 770	-695 660
5.	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С <sub>п</sub>	руб.	113 418 694	111 863 360	-1 555 334
6.	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	33 878 306	55 762 640	21 884 334
7.	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	9	3	-6
8.	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П <sub>тр</sub>	тыс.руб./чел.	16 336,333	55 875,333	39 539
9.	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т <sub>ок</sub> )	лет		0,06	
11.	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	44	12	-32

ДП 44.03.04.128 ПЗ

Лист

62

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

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 6 человек.

					ДП 44.03.04.128 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата		63

## 5 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и автоматической сварки в среде защитных газов металлоконструкции. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую в среде защитных газов. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование сварочного комплекса для выполнения технологических операций. 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 4-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 4-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации переподготовки рабочих по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для получения 4-го разряда, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



## 5.1 Анализ квалификационных характеристик по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

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.

Изучены квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 3-го и 4-го разрядов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда:

**Характеристика работ.** Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка различных строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации. Механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Сварка на сложных устройствах и кантователях. Автоматическая сварка в защитном газе неплавящимся электродом горячекатанных полос из цветных металлов и сплавов. Заварка дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных деталей и узлов.

**Должен знать:** электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения; способы контроля и испытания ответственных сварных швов.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 4-го разряда. И по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 4-го и 5-го разрядов установлено, что для выполнения работ по 4-му квалификационному разряду рабочий должен

***знать:***

- электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов, источников питания;
- 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,
- механические свойства свариваемых металлов.

***уметь выполнять следующие виды работ:***

- автоматическую и полуавтоматическую сварку стыков монтажных корпусных конструкций, работающих под давлением, из специальных сталей.;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;
- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда.

## **5.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»**

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

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице.... Продолжительность обучения 1 месяц.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

Таблица 18 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		42
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	32
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	174

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом кадров предприятия.

### 5.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 19– Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической и полуавтоматической сварки	2
2	Стандартное механическое оборудование	4
3	Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	3
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки в среде защитных газов	14
4.1	Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке в среде защитных газов	4
4.2	Особенности автоматической сварки в среде защитных газов	4
4.3	Режимы автоматической сварки в среде защитных газов	6
5	Контроль качества сварных швов	4
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	2
	Итого:	32

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

#### 5.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Защитные газы, используемые при механизированной сварке в среде защитных газов»

Цели занятия:

*Обучающая:* Формирование знаний о составе, свойствах и воздействии защитных газов на сварочную дугу и электродный металл.

*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.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

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

Дидактическое обеспечение занятия:

- плакат: «Защитные газы и смеси»,
- учебник: Федосов С.А. Основы технологии сварки /С.А.Федосов, И.Э.Оськин: СПб.:Лань, 2011. - 125 с.

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний;
5. Изложение нового материала;
6. Первичное закрепление;
7. Выдача домашнего задания.

Таблица 20 - План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 мин.	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин.	Тема сегодняшнего занятия «Защитные газы, используемые при механизированной сварке в среде защитных газов» Цель нашего занятия: Формирование знаний о составе, свойствах и воздействии защитных газов на сварочную дугу и электродный металл.	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 8 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Какую роль играют газы при сварке кроме защиты? 2. Назовите достоинства сварки в среде защитных газов? 3. Какие материалы соединяются сваркой в среде защитных газов?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Лист

ДП 44.03.04.128.ПЗ

70

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы

1	2	3
<p>Изложение нового материала 35мин.</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Представление защитных газов и смесей, которые в настоящее время широко используются при сварке;</li> <li>– Характеристика основных защитных газов и смесей, области их применения.</li> </ul> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>В настоящее время широко применяется механизированная сварка в среде защитных газов. Это объясняется возможностью визуально наблюдать процесс, соединять различные композиционные материалы и лучшими санитарно-гигиеническими условиями работы сварщиков.</p> <p>Механизированная сварка требует внимательного отношения к используемым защитным газам. В качестве защитных газов при сварке плавлением применяют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>инертные газы</b> (аргон, гелий),</li> <li>– <b>активные газы</b> (углекислый газ, азот, водород и др.)</li> <li>– <b>их смеси инертных и активных газов.</b></li> </ul> <p>Выбор защитного газа определяется химическим составом свариваемого металла, требованиями, предъявляемыми к свойствам сварного соединения, экономичностью процесса и другими факторами.</p> <p><i>Смесь инертных газов с активными газами</i> рекомендуется применять для повышения устойчивости дуги, увеличения глубины проплавления и изменения формы шва, металлургической обработки расплавленного металла, повышения производительности сварки. При сварке в смеси газов повышается переход электродного металла в шов.</p> <p><b>Смесь аргона с 1-5% кислорода</b> используют для сварки плавящимся электродом низкоуглеродистой и легированной стали. Добавка кислорода к аргону понижает критический ток, предупреждает возникновение пор, улучшает форму шва.</p> <p><b>Смесь аргона с 10-25% углекислого газа</b> применяют при сварке плавящимся электродом. Добавка углекислого газа при сварке углеродистых сталей позволяет избежать образование пор, несколько повышает стабильность дуги и надежность защиты зоны сварки при наличии сквозняков, улучшает формирование шва при сварке тонколистового металла</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.</p> <p>Рассказываю подробнее об защитных газах. Обучаемые записывают основные моменты.</p> <p>Диктую учебный материал. Смотрю успевают ли записывать.</p> <p>Показываю плакат «Защитные газы при сварке».</p> <p>Обращаю внимание на инертные газы и их смеси. записываем информацию об этих смесях</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

71

Продолжение таблицы

1	2	3
	<p><b>Смесь аргона с углекислым газом (до 20%) и не более 5% кислорода</b> используют при сварке плавящимся электродом углеродистых и легированных сталей. Добавки активных газов улучшают стабильность дуги, формирование швов и предупреждают пористость.</p> <p><b>Смесь углекислого газа с кислородом (до 20%)</b> применяют при сварке плавящимся электродом углеродистой стали. Эта смесь имеет высокую окислительную способность, обеспечивает глубокое проплавление и хорошую форму, предохраняет шов от пористости.</p> <p>Полуавтоматическая сварка <b>чистым аргоном</b> не часто используется на нержавеющей стали. Без активного защитного газа (кислорода или <math>CO_2</math>) дуга не стабильна. Теплопроводность и энергия ионизации аргона низки, а нагрев детали недостаточен. В результате плавление становится очень медленным, а передача металла и характеристики текучести низкими. Это приводит к неровным швам и неудовлетворительному проникновению. Для преодоления этих эффектов защитные газы для сварки должны содержать активные компоненты, такие, как кислород или диоксид углерода. Это стабилизирует дугу, улучшает характеристики текучести и увеличивает нагрев детали.</p> <p><b>Аргонокислородные смеси</b> для защитных газов при сварке хромоникелевых сплавов содержат от 1 до 3% кислорода. Они обеспечивают стабильность дуги и низкое разбрызгивание в процессе работы. Однако, по сравнению с газами, содержащими <math>CO_2</math>, это вызывает высокую степень окисления, недостаточный нагрев и образование пор. Нагреваемость может быть достигнута повышением содержания кислорода, что пропорционально повысит окисляемость шва. Это увеличивает зашлакованность, поэтому перед травлением сварного шва необходимо очистить его с помощью молотка или шлифовкой.</p> <p>В связи с этим наиболее широкое распространение при полуавтоматической сварке хромоникелевых сталей получили защитные газовые смеси на основе аргона с содержанием <math>CO_2</math> около 2,5%. В результате диссоциации и преобразований молекул <math>CO_2</math> на дуге достигается более высокий нагрев с одновременным снижением окисления и уменьшения количества пор. По сравнению со смесью <math>Ar+O_2</math> шов получается шире, а плавление материала надежнее из-за более высокого нагрева.</p>	<p>Прошу задавать вопросы.</p> <p>Обращаю внимание на правильное ведение конспектов.</p> <p>Диктую. Спрашиваю успевают ли фиксировать информацию обучаемые.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

Лист

72



Окончание таблицы

1	2	3
	<p><b>Защитные смеси с дополнительным содержанием гелия</b> могут быть использованы для улучшения характеристик текучести и увеличения скорости сварки. Содержание гелия обычно колеблется от 20% до 50%. По сравнению с аргоном энергия ионизации и теплопроводность гелия значительно выше, что создает больший нагрев детали. В результате расплав нагревается сильнее и становится более жидким. Гелий, позволяет сильнее разогреть базовый материал. На стыке свариваемых поверхностей будет хорошо видно, что при небольшом углублении шва его наплавочный валик становится шире. Газовые смеси с гелием повышают качество сварки очень вязких молибденовых сплавов хромоникелевых сплавов. Эти стали, особенно во время сварки повышенным напряжением, склонны образовывать нагар на поверхности, который удаляется с большим трудом. При использовании защитного газа, содержащего гелий, количество нагара заметно снижается.</p>	
<p>Первичное закрепление материала и выдача домашнего задания 10 мин.</p>	<p>Давайте посмотрим как вы поняли рассказанный мною материал о защитных газах. Ответьте на следующие вопросы: 1) Какие защитные газы вы знаете? 2) Почему защитные газы называют инертными? 3) какие газы относят к активным и почему? 4) Какие защитные смеси используют для сварки нержавеющей сталей? 5) Почему при сварке активных металлов к аргону добавляют 1-5% кислорода?</p> <p>Теперь запишем домашнее задание: повторить по конспекту записанный материал; изучить параграф 4.1 учебника Федосова С.А. Основы технологии сварки</p>	<p>Обучаемые слушают вопросы и отвечают индивидуально.</p> <p>Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

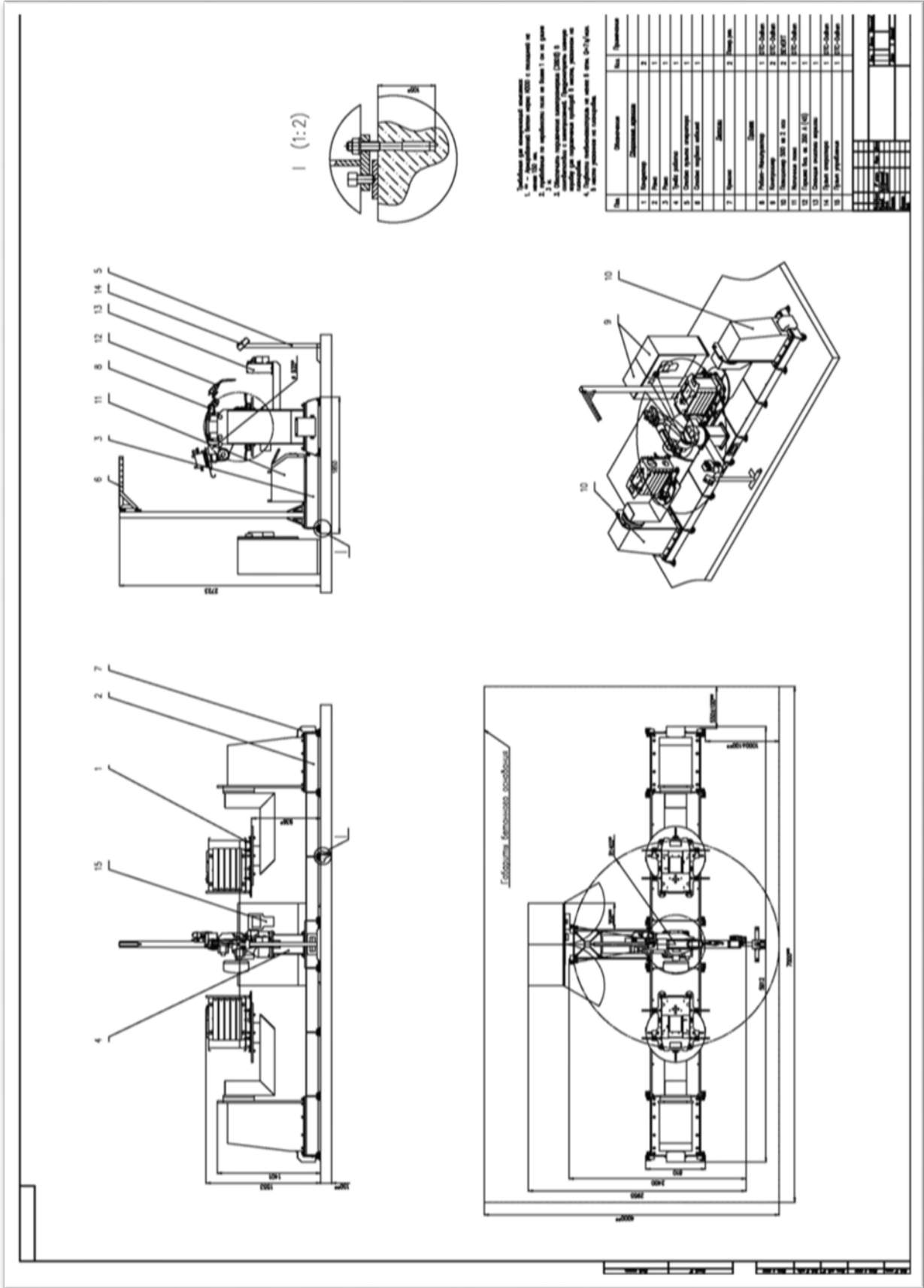
- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

– разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

– разработали средства обучения для выбранного занятия.

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

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.128.ПЗ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте представлена разработка новой технологии изготовления корпуса сальникового компенсатора. В первую очередь изменения в технологии изготовления коснулись оборудования: ручная кислородно-ацетиленовая река заменена на систему плазменной резки. Внедрение этой установки позволило добиться:

большой скорости заготовки деталей для изготовления нашего изделия;  
чистоты реза более высокого качества, что, в свою очередь, позволило отказаться от последующей зачистки реза шлифмашинкой;

меньшего коробления металла от нагрева, что, в конечном счёте, сказывается на качестве сборки, и позволяет снизить время последующей правки заготовок на листопрямильном станке;

позволило заменить тяжёлый ручной труд более лёгким автоматизированным.

Кроме новшеств в заготовительном переделе предложено заменить ручную электродуговую сварку полуавтоматической в смеси защитных газов. Преимущества данного вида сварки в следующем:

Более высокая скорость сварки;

Снижение отходов сварочных материалов за счёт отсутствия огарков;

Более высокое качество сварных швов;

Экономия времени - сварщику не нужно менять электроды и зачищать швы от шлака;

Облегчённый поджиг дуги.

Внедрение новой технологии оправдывается экономически. Благодаря применению новых технологий и использованию нового оборудования удалось уменьшить штучное время изготовления и сварки нашего изделия. Благодаря этому снизились расходы на сырьё, электроэнергию, что сказалось на себестоимости готового изделия, значительно возросло производство, что

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

позволяет быстро окупить вложенные на приобретение новое оборудование средства.

Для овладения навыками работы на новом оборудовании необходимо провести обучение рабочих приёмам работы на нём. Для этого разработан тематический план занятий и пример проведения теоретического занятия. Для этого определена задача занятия и поставлены цели которые на нём достигаются. Всё это относится работе на системе плазменной резки. Что же касается сварки на полуавтомате, то одним из её преимуществ является простота в обращении - возможна работа без специальной подготовки и многолетнего опыта.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ источников

1. ГОСТ 19903-74 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. [Текст]. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. - 18 с.
2. ГОСТ 9466-77 Электроды сварочные У ОНИ-13/45, 13/55 покрытые для ручной дуговой сварки. [Текст]. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. - 25 с.
3. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. [Текст]. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1996. — 28 с.
4. ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. [Текст]. — М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. — 15 с.
5. [http://www.uralenergostal.ru/information\\_steel.htm#Таблица\\_5.\\_Марки\\_сталей\\_](http://www.uralenergostal.ru/information_steel.htm#Таблица_5._Марки_сталей_)
6. <http://www.mashprom.ru/index.php?page=zavod&pid=100001>
7. ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия. [Текст]. — М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1998. - 9 с.
8. <http://www.mosexp.ru/uzk.html>
9. <http://plus63.ru/contact.htm>
10. <http://www.kit-cut.ru/pages/50.htm>
11. <http://www.techgaz.ru/price.php?id=101004>
12. Индустрия бизнеса - рекламно-информационный бизнес-справочник по Уральскому Федеральному округу
13. <http://www.plazmamash.ru/documents/instrukcii/p2-140>
14. <http://www.uroki.net/docdir/docdir15.htm>
15. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-познавательного процесса [текст]: Ю.К. Бабанский - М.:Просвещение, 1982. - 176 с.
16. <http://www.bti.secna.ru/bgd/book/vved.html>
17. <http://www.mashprom.ru/index.php?page=zavod&pid=100001>
18. <http://websvarka.ru/weld-48.html>

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

19. ГОСТ 12.3.002-75\* (СТ СЭВ 1728-89) (с изменениями от 23 ноября 1990 г.) «Процессы производственные. Общие требования безопасности». [Текст]. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003.-26 с.

20. [www.colan.ru](http://www.colan.ru) / техническая поддержка / Справочники, нормативы, сертификаты / правила устройства электроустановок (ПУЭ).

21. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжёлом машиностроении. Организация и технология. [Текст]: Н.И. Рыжков. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 375 с., ил.

22. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. [Текст]: А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф, 2-е изд., перераб. - М.: «Машиностроение», 1979. - 280 с., ил.

					<b>ДП 44.03.04.128.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		