

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального 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
«____» _____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ТРУБНОЙ ДОСКИ

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

Идентификационный код ВКР: 774

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-403С

А.Ю. Китаев

Руководитель:
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Нормоконтролер:
ст. преподаватель

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ _____	4
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ _____	6
1.2 Характеристика изделия _____	6
1.3 Характеристика материала _____	7
1.4 Свариваемость стали _____	8
1.5 Выбор способа сварки _____	9
2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ _____	15
2.1 Наплавка проволокой под флюсом _____	15
2.2 Наплавка проволокой с колебаниями _____	21
2.3 Наплавка ленточным электродом _____	26
3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ _____	33
3.1 Сварочные материалы _____	33
3.2 Оборудование для наплавки _____	34
3.3 Контроль качества наплавленного металла _____	41
4 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ _____	46
3.1 Разработка учебного плана _____	46
3.2 Разработка тематического плана _____	47
3.3 Разработка плана-конспекта урока _____	48
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ _____	58
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА _____	78
6 ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА _____	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ _____	86
7 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ _____	88
8 ПРИЛОЖЕНИЕ А задание на ВКР	
9 ПРИЛОЖЕНИЕ Б таблица сравнений	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.774 ПЗ

2. Обосновать выбор способа наплавки изделия и сварочных материалов;
3. Разработать технологию наплавки указанного изделия;
4. Выбрать соответствующее механическое и сварочное оборудование для разработанного варианта технологии;
5. Провести экономический расчёт;
6. Разработать программу обучения электросварщиков;
7. Обеспечить экологичность и безопасность проекта

Решение данной задачи позволит внедрить новую технологию в работу, что повысит качество выпускаемой продукции, сократит производственный цикл, сократит экономические затраты.

Ине. № дубл.		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Подп. и дата	
Ине. № подл.		Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата
ДП 44.03.04.774 ПЗ			Лист
			5

Таблица 5.1.3 – физические свойства

T	R 10 ⁹	E 10 ⁻⁵	l	a 10 ⁶	r	C
Град	Ом·м	МПа	Вт/(м·град)	1/Град	кг/м ³	Дж/ (кг·град)
20		2.05			7850	
100			44	12.2	7830	487
200			41	13	7800	
T	R 10 ⁹	E 10 ⁻⁵	l	a 10 ⁶	r	C
300			41	13.3	7760	
400			39	13.7	7730	
500		1.72				
600			36	14	7700	
700			34	14.3	7660	
800				14.5		
900			29	13.4		
1000			29	11.2		
				12.5		

1.4 Свариваемость стали

Под свариваемостью понимается способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. Свариваемость металла зависит от химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов.

Основными показателями (критериями) свариваемости металлов и их сплавов являются:

- окисляемость металла при сварочном нагреве; чувствительность металла к тепловому воздействию сварки;
- сопротивляемость к образованию горячих трещин;
- сопротивляемость к образованию холодных трещин;
- чувствительность к образованию пор; соответствие свойств сварного соединения заданным эксплуатационным требованиям, к которым относятся: прочность, пластичность, выносливость, ползучесть, вязкость, жаростойкость и жаропрочность, коррозионная стойкость и др;

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист

8

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается.

Влияние углерода на свариваемость стали

Углерод является наиболее распространённым и важным компонентом в составе углеродистых и других сталей. Углерод, во многом, определяет свойства стали при её обработке и сварке, и, во многом, определяет группу свариваемости стали. Сварка низкоуглеродистых сталей, с содержанием углерода до 0,25% происходит без ограничений. Среднеуглеродистые стали, с содержанием углерода свыше 0,25% и до 0,35% свариваются удовлетворительно. Стали, содержащие в своём составе углерода более 0,35%, свариваются ограничено, а высокоуглеродистые стали с содержанием углерода более 0,45% относятся к трудносвариваемой группе сталей.

Для расчёта эквивалента углерода воспользуемся таблицей 3.1.3.

$$C_{\text{э}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + \text{V}/5 + \text{Mo}/4 + \text{Ni}/15 + \text{Cu}/13 + \text{P}/2$$

$$C_{\text{э}} = 0,15 + 0,7/6 + 0,8/5 + 0,5/4 + 0,3/15 + 0,3/13 + 0,035/2 = 1,652\%$$

Сталь марки 15ХМ обладает хорошей свариваемостью, не склонна к образованию трещин, как холодных, так и горячих и не требуется предварительный и сопутствующий подогрев.

1.5 Выбор способа сварки

При выполнении наплавочных работ одной из главных задач является высокая производительность (по массе металла или по площади слоя, наплавляемых в единицу времени), которую можно повысить двумя путями:

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				9
	Инв. № дубл.				
$C_{\text{э}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + \text{V}/5 + \text{Mo}/4 + \text{Ni}/15 + \text{Cu}/13 + \text{P}/2$ $C_{\text{э}} = 0,15 + 0,7/6 + 0,8/5 + 0,5/4 + 0,3/15 + 0,3/13 + 0,035/2 = 1,652\%$					Лист
<p>Сталь марки 15ХМ обладает хорошей свариваемостью, не склонна к образованию трещин, как холодных, так и горячих и не требуется предварительный и сопутствующий подогрев.</p> <h4>1.5 Выбор способа сварки</h4> <p>При выполнении наплавочных работ одной из главных задач является высокая производительность (по массе металла или по площади слоя, наплавляемых в единицу времени), которую можно повысить двумя путями:</p>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.774 ПЗ

прямым, непосредственно увеличивая количественные показатели наплавки, или косвенным, уменьшая долю основного металла в наплавленном, тем самым, уменьшая количество наплавляемых слоев, необходимых для получения заданного состава наплавленного металла.

Существует ряд способов наплавки:

- ручная дуговая покрытым электродом;
- дуговая в защитном газе проволокой сплошного сечения;
- дуговая в защитном газе порошковой проволокой;
- дуговая под флюсом проволокой сплошного сечения;
- дуговая под флюсом порошковой проволокой;
- дуговая под флюсом ленточным электродом
- газовая, ацетиленокислородным пламенем
- электрошлаковая;
- плазменная (с присадочной проволокой, порошковая);
- взрывом;
- трением.

Рациональное применение того или иного способа характеризуется технологичностью, производительностью, экономичностью и экологичностью процесса наплавки. Кроме того, выбранный способ наплавки трубной доски теплообменника должен удовлетворять наличию требуемого оборудования на предприятии. В таблице 1.1 основные показатели различных способов наплавки [8].

Так ручная дуговая наплавка, газовая ацетиленокислородным пламенем являются весьма простыми, не требующими специализированного оборудования, способами, но обладающими низкой производительностью и качеством. Наплавка плазменная, электрошлаковая, взрывом, трением – напротив, обладают достаточно высокой степенью механизации и, соответственно производительностью, но эти способы пока не находят широкого применения исходя из экономических и экологических позиций

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

процесса наплавки. Наибольшее распространение получили механизированные дуговые способы наплавки: под флюсом и в защитных газах(таблица – 1.5.1). Эти способы имеют достаточно высокую производительность, технологичность и твердость наплавленного металла.

Таблица 1.1.5 – Основные показатели способов сварки

Способ	Толщина слоя, мм	Производительность, кг/ч	Прочность соединения, МПа
Электродуговая самозащитой проволокой	0,5...3,5	1,0...3,0	450
Электродуговая под флюсом	1,0...5,0	0,3...3,0	550
Электродуговая в CO ₂	0,5...3,5	1,5...4,5	550
Электродуговая в аргоне	0,5...2,5	0,3...3,6	450
Вибродуговая	0,5...2,5	0,3...1,5	400
Газопламенная	0,5...3,5	0,15...2,0	480
Плазменная (порошковая)	0,5...5,0	1...12	490

На сегодняшний день наиболее распространенный способ наплавки трубной доски теплообменника является автоматическая наплавка под флюсом. С помощью наплавки под флюсом можно наплавить слой металла почти любого химического состава, толщиной от 1 мм и более. [8]

При наплавке под флюсом (рисунок 1.5.1) сварочная дуга горит между голой электродной проволокой и изделием, находящимся под слоем флюса. В сварочной ванне, в результате плавления флюса, основного и присадочного металла образуется газовая полость, в которой существует сварочная дуга.

Кристаллизация расплавленного металла сварочной ванны приводит к образованию сварного шва. Расплавленный флюс, образуя пузырь и покрывая поверхность шлаковой ванны, эффективно защищает расплавленный металл от взаимодействия с воздухом. Металлургические взаимодействия между расплавленным металлом и расплавленным флюсом способствуют получению металла шва с требуемым химическим составом. Выбор флюса и электродной

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

(сварочной) проволоки зависит от марки свариваемого металла и от требуемых механических свойств металла шва [12].

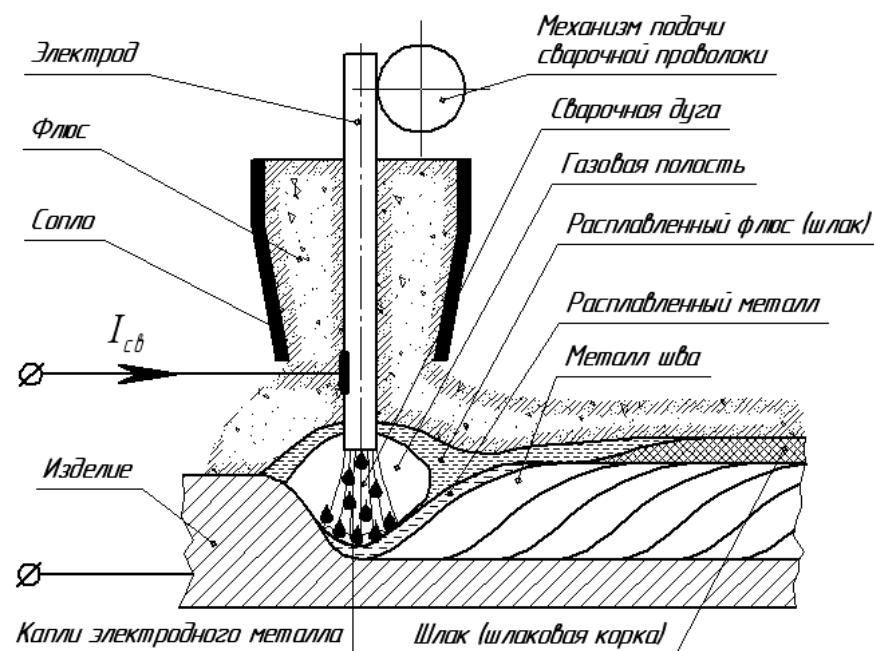


Рисунок 1.1.5 – Схема наплавки под флюсом

Достоинства способа:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
					ДП 44.03.04.774 ПЗ

Недостатки способа:

- Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

В качестве новой технологии наплавки предлагается использование наплавки ленточным электродом под флюсом.

Наплавка ленточным электродом обладает следующими преимуществами:

1) получение плоского валика наплавленного металла, достаточно большой ширины (примерно равной ширине ленточного электрода);

2) возможность наплавки слоя требуемой толщины за один-два прохода, что обусловлено малой глубиной проплавления основного металла и в связи с этим незначительным влиянием его на состав наплавленного слоя (доля разбавления составляет 10—20%);

3) высокая производительность в связи с возможностью наплавки с высокой скоростью при большой силе тока.

Рассматриваемый способ получил быстрое развитие и нашел широкое применение для наплавки коррозионно-стойкой стали, сплава «инконель» и других коррозионно-стойких наплавочных материалов.

Производительность способа может быть еще более повышена, в частности путем увеличения ширины ленточного электрода и применения многоэлектродных головок.

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

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

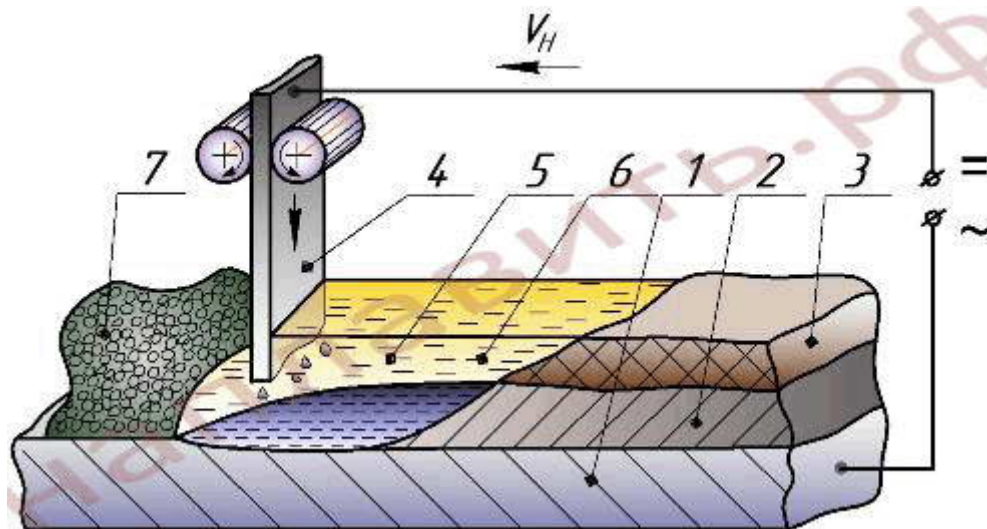


Рисунок 2.1.5 – Схема наплавки ленточным электродом под флюсом.

1. Наплавляемое изделие
2. Наплавленный металл
3. Шлаковая корка
4. Сварочная лента
5. Расплавленный металл
6. Расплавленный флюс
7. Флюс

Проанализировав основные достоинства электродуговой наплавки под слоем флюса проволокой и наплавки ленточным электродом под флюсом можно выделить основное преимущество, что при наплавке ленточным электродом происходит существенное снижение доли участия основного металла до 7-10% в составе наплавленного металла по сравнению с другими способами наплавки. Так же в процессе наплавки ванна расплавленного металла шире и значительно короче по сравнению с наплавкой проволокой. Это создает возможность увеличения сварочного тока, а, следовательно, и производительность наплавки без увеличения глубины проплавления основного металла.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2. Исследовательская часть

В результате теоретического анализа мы выяснили, что преимущество данного процесса наплавки заключается в возможности снижения глубины проплавления основного металла при одновременном увеличении количества наплавляемого электродного металла, уменьшение теплового влияния на основной металл.

Для подтверждения данных теоретических заключений проведем исследовательскую работу заключающиеся в сравнение трех способов наплавки: наплавки под флюсом, широкослойной наплавки с колебаниями под флюсом и наплавка под флюсом ленточным электродом.

2.1. Наплавка проволокой под флюсом

2.1.1 Параметры режима при наплавке проволокой под флюсом

В итоге установили параметры режима наплавки, при которых наблюдается минимальное проплавление основного металла при получении требуемой высоты наплавленного валика:

- сварочный ток от 270 до 300 А;
- скорость подачи электрода от 210 до 230 м/ч;
- напряжение на дуге от 24 до 30 В;
- скорость наплавки от 31 до 35 м/ч;
- диаметр электрода 3,0мм;
- высота слоя флюса от 40 до 45мм.

На указанных параметрах режима наплавки получены следующие геометрические размеры наплавленного валика:

- ширина валика от 19 до 20 мм;
- высота валика от 4,0 до 5,0 мм;
- глубина проплавления от 4,5 до 5,0 мм;
- усреднённая доля участия

Ине. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Ине. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
ДП 44.03.04.774 ПЗ										

ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА,

42 %

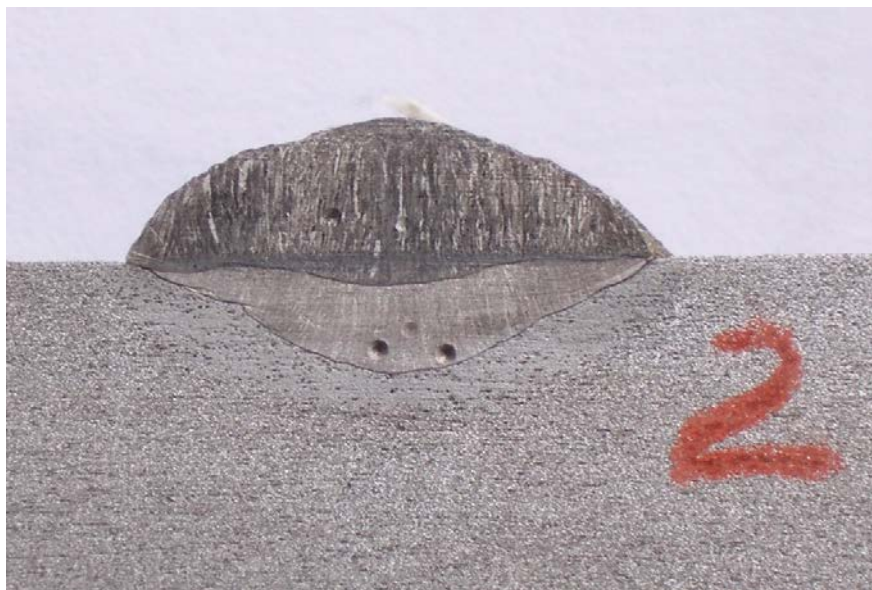


Рисунок 1.2.1 – Фотографии полученных образцов наплавки проволокой без колебаний.

2.1.2 Доля участия основного металла в шве γ_0 , масс, вычисляется по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_H} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

где $F_{пр}$ - площадь проплавления основного металла, см²;
 $F_{н''}$ - фактическая площадь наплавленного металла, мм².

Рисунок 2.2.1 – Эскиз наплавленного валика.

$$\gamma_0 = 0,40 / (0,40 + 0,55) = 0,42 \text{ \% (мас)}$$

2.1.3 Расчет химического состава наплавляемого металла

Содержание элемента в наплавленном металле с учетом коэффициентов перехода $[Э_i]$, мас.%, рассчитывается по формуле:

$$[Э_i] = (\gamma_0 \cdot [Э_i]_0 + (1 - \gamma_0) \cdot [Э_i]_{пм}) \cdot \eta_i, \quad (2.2)$$

где $[Э_i]$, $[Э_i]_0$, $[Э_i]_{пм}$ - содержание i-го элемента соответственно в наплавленном валике, основном металле и присадочном металле, % мас.

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва

η_i - коэффициент перехода элемента (с учетом реакции протекающих при наплавке под флюсом). По справочным данным, $\eta_c = 0,7$; [8]

Химический состав наплавляемого металла переходного слоя:

$$C = (0,42 \cdot 0,145 + 0,58 \cdot 0,025) \cdot 0,7 = 0,05 \text{ мас. \%};$$

$$Si = 0,42 \cdot 0,27 + 0,58 \cdot 0,4 = 0,3 \text{ мас. \%};$$

$$Mn = 0,42 \cdot 0,55 + 0,58 \cdot 1,8 = 1,3 \text{ мас. \%};$$

Инв. № дубл.	Подп. и дата				
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				
	Взам. инв. №				
Инв. № подл.	Подп. и дата				
	Инв. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 17
ДП 44.03.04.774 ПЗ					

$$Cr = 0,42 \cdot 0,95 + 0,58 \cdot 24 = 14,3 \text{ мас. \%};$$

$$Ni = 0,42 \cdot 0,30 + 0,58 \cdot 13 = 7,7 \text{ мас. \%};$$

$$P = 0,42 \cdot 0,035 + 0,58 \cdot 0,025 = 0,03 \text{ мас. \%};$$

$$S = 0,42 \cdot 0,035 + 0,58 \cdot 0,025 = 0,03 \text{ мас. \%};$$

Прирост Si, Mn, S, P из флюса вычисляют по уравнениям Н.Н.Потапова:

$$\Delta[Si] = 6,7 \cdot 10^{-2} + \frac{A_{(SiO_2)} \cdot U}{[Si]_u} \cdot \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{ce}} \right), \quad (2.3)$$

$$\Delta[Mn] = -0,1 + \frac{A_{(MnO)} \cdot U}{[Mn]_u} \cdot \left(\frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{9,2 \cdot 10^{-6} \cdot I}{V_{ce}} \right), \quad (2.4)$$

$$\Delta[P] = 3 \cdot 10^{-3} + \frac{A_{(P)} \cdot U}{[P]_u} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{ce}} \right), \quad (2.5)$$

$$\Delta[S] = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{A_{(S)}}{[S]_u} \cdot \frac{U}{I}, \quad (2.6)$$

где $A_{(SiO_2)}$ и $A_{(MnO)}$ – относительные химические активности SiO_2 и MnO во флюсе соответственно:

$$A_{\phi.k} = \frac{(RO_2)}{100 \cdot B}, \quad A_{\phi.o} = \frac{(RO) \cdot B}{100}, \quad (2.7)$$

$[Si]_и$, $[Mn]_и$, $[P]_и$, $[S]_и$ – исходные концентрации кремния, марганца, фосфора и серы в наплавленном металле, масс.%;

A_s , A_p – относительные химические активности флюса по сере и фосфору;

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

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

$$\Delta[P] = 3 \cdot 10^{-3} + \frac{0,05 \cdot 28}{0,03} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{290} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 290}{1,13} \right) = 0,01 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[S] = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,05}{0,03} \cdot \frac{28}{290} = 0,001 \text{ мас.}\%$$

Химический состав металла шва с учётом прироста элементов из флюса:

- [C]=0,05 мас. %;
- [Si]=0,37 мас. %;
- [Mn]=1,21 мас. %;
- [Cr]=14,3 мас. %;
- [Ni]=7,7 мас. %;
- [S]=0,031 мас. %;
- [P]=0,04 мас. %;

Расчеты второго слоя наплавленного металла рассчитаны по аналогии первому валику. Данные расчета химического состава наплавленного металла приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Расчет химического состава наплавленного металла

Наименование химического элемента	1 слой	2 слой
	OK Autrod 16.53	OK Autrod 16.10
Углерода	0,05	0,02
Кремния	0,37	0,47
Марганца	1,21	1,51
Хрома	14,3	17,6
Никеля	7,7	9,1
Серы	0,031	0,028
Фосфора	0,04	0,03

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2.2 Наплавка проволокой с колебаниями

2.2.1 Параметры режима при наплавке проволокой с колебаниями:

- сварочный ток от 580 до 610 А;
- скорость подачи электрода от 108 до 110 м/ч;
- напряжение на дуге от 38 до 40 В;
- скорость наплавки от 15 до 16 м/ч;
- диаметр электрода 3,0мм;
- высота слоя флюса от 40 до 45мм.

На указанных параметрах режима наплавки получены следующие геометрические размеры наплавленного валика:

- ширина валика от 50 до 55 мм;
- высота валика от 5,0 до 6,0 мм;
- глубина проплавления от 4,0 до 4,5 мм;
- усреднённая доля участия
основного металла, 39 %.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист

21



Рисунок 2.2.2 – Фотографии полученных образцов наплавки с колебаниями

3.2.2 Доля участия основного металла в шве γ_0 , мас, вычисляется по формуле:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_H} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

где F_{np} - площадь проплавления основного металла, см²;

F_H - фактическая площадь наплавленного металла, мм².

Рисунок 3.2.2 – Эскиз наплавленного валика.

$$\gamma_0 = 0,55 / (0,55 + 0,85) = 0,39 \text{ \% (мас)}$$

3.2.3 Расчет химического состава наплавляемого металла

Содержание химического элемента в металле шва, %

$$X_{шва} = [X_{осн} \gamma_0 + X_{эл} (1 - \gamma_0)] F_i, \quad (3.2)$$

где $X_{осн}$ – содержание элемента в основном металле, %;

γ_0 – доля основного металла в металле шва;

$X_{эл}$ – содержание элемента в сварочной проволоке, %;

F_i – коэффициент перехода, при сварке под флюсом для:

— Углерода 0,7;

— Остальных 1,0

По уравнению (3.2) выполнили расчёт содержания основных элементов в металле наплавленного валика:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
ДП 44.03.04.774 ПЗ					

$$C=(0,39 \cdot 0,145+0,61 \cdot 0,025) \cdot 0,7=0,05 \text{ мас. \%};$$

$$Si=0,39 \cdot 0,27+0,61 \cdot 0,4=0,35 \text{ мас. \%};$$

$$Mn=0,39 \cdot 0,55+0,61 \cdot 1,8=1,3 \text{ мас. \%};$$

$$Cr=0,39 \cdot 0,95+0,61 \cdot 24=15,01 \text{ мас. \%};$$

$$Ni=0,39 \cdot 0,30+0,61 \cdot 13=8,05 \text{ мас. \%};$$

$$P=0,39 \cdot 0,035+0,61 \cdot 0,025=0,03 \text{ мас. \%};$$

$$S=0,39 \cdot 0,035+0,61 \cdot 0,025=0,03 \text{ мас. \%};$$

Прирост Si, Mn, S, P из флюса вычисляют по уравнениям Н.Н.Потапова:

$$\Delta[Si]=6,7 \cdot 10^{-2} + \frac{A_{(SiO_2)} \cdot U}{[Si]_{\text{л}}} \cdot \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{\text{св}}} \right), \quad (2.3)$$

$$\Delta[Mn]=-0,1 + \frac{A_{(MnO)} \cdot U}{[Mn]_{\text{л}}} \cdot \left(\frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{9,2 \cdot 10^{-6} \cdot I}{V_{\text{св}}} \right), \quad (2.4)$$

$$\Delta[P]=3 \cdot 10^{-3} + \frac{A_{(P)} \cdot U}{[P]_{\text{л}}} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{\text{св}}} \right), \quad (2.5)$$

$$\Delta[S]=1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{A_{(S)} \cdot U}{[S]_{\text{л}} \cdot I}, \quad (2.6)$$

где $A_{(SiO_2)}$ и $A_{(MnO)}$ – относительные химические активности SiO_2 и MnO во флюсе соответственно:

$$A_{\text{ф.к}} = \frac{(RO_2)}{100 \cdot B}, \quad A_{\text{ф.о}} = \frac{(RO) \cdot B}{100}, \quad (2.7)$$

$[Si]_{\text{и}}$, $[Mn]_{\text{и}}$, $[P]_{\text{и}}$, $[S]_{\text{и}}$ – исходные концентрации кремния, марганца, фосфора и серы в наплавленном металле, масс.%;

A_s , A_p – относительные химические активности флюса по сере и фосфору;

$$A_s = \frac{[S]_{\text{л}}}{B}, \quad A_p = \frac{[P]_{\text{л}}}{B}, \quad (2.8)$$

B – основность сварочного флюса.

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

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

$$B = \frac{0,018 \cdot CaO + 0,015 \cdot MgO + 0,006 \cdot CaF_2 + 0,014 \cdot (Na_2O + K_2O) + 0,007 \cdot (MnO + FeO)}{0,017 \cdot SiO_2 + 0,005 \cdot (Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)} \quad (2.9)$$

где для расчёта вместо символов компонентов флюса необходимо подставить их содержание, %(масс.).

$$B = \frac{0,018 \cdot 15 + 0,015 \cdot 15 + 0,006 \cdot 10 + 0,007 \cdot 7,5}{0,017 \cdot 17,5 + 0,005 \cdot (7,5 + 17,5)} = 1 \text{ - нейтральный флюс.}$$

$$A_{SiO_2} = \frac{(SiO_2)}{100 \cdot B} = \frac{17,5}{100 \cdot 1} = 0,175$$

$$A_{MnO} = \frac{(MnO) \cdot B}{100} = \frac{7,5 \cdot 1}{100} = 0,08$$

$$A_s = \frac{[S]_u}{B} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

$$A_p = \frac{[P]_u}{B} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

$$\Delta[Si] = 6,7 \cdot 10^{-2} + \frac{0,175 \cdot 37}{0,35} \cdot \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{340} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 580}{0,44} \right) = 0,07 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[Mn] = -0,1 + \frac{0,08 \cdot 37}{1,3} \cdot \left(\frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{580} + \frac{9,2 \cdot 10^{-6} \cdot 580}{0,44} \right) = -0,08 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[P] = 3 \cdot 10^{-3} + \frac{0,05 \cdot 37}{0,03} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{580} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 580}{0,44} \right) = 0,016 \text{ мас.}\%$$

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист
25

$$\Delta[S] = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,05}{0,03} \cdot \frac{37}{580} = 0,002 \text{ мас.}\%$$

Химический состав металла шва с учётом прироста элементов из флюса:

- [C]=0,05 мас. %;
- [Si]=0,42 мас. %;
- [Mn]=1,22мас. %;
- [Cr]=15,01 мас. %;
- [Ni]=8,05 мас. %;
- [S]=0,032 мас. %;
- [P]=0,04 мас. %;

Расчеты второго слоя наплавленного металла рассчитаны по аналогии первому валику. Данные расчета химического состава наплавленного металла приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2- расчет химического состава наплавленного металла

Наименование химического элемента	1 слой	2 слой
	OK Autrod 16.53	OK Autrod 16.10
Углерода	0,05	0,02
Кремния	0,42	0,49
Марганца	1,22	1,52
Хрома	15,01	18,05
Никеля	8,05	9,2
Серы	0,032	0,032
Фосфора	0,04	0,04

2.3. Наплавка ленточным электродом под флюсом

2.3.1 Параметры режима при наплавке ленточным электродом под флюсом:

- сварочный ток от 750 до 800 А;
- скорость подачи ленты от 30 до 40 м/ч;
- напряжение на дуге от 24 до 32 В;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- скорость наплавки от 15 до 18 м/ч;
- размер ленты 60x0,5мм;
- высота слоя флюса от 40 до 45мм.

На указанных параметрах режима наплавки получены следующие геометрические размеры наплавленного валика:

- ширина валика от 55 до 60 мм;
- высота валика от 4,0 до 6,0 мм;
- глубина проплавления от 1,0 до 1,5 мм;
- усреднённая доля участия основного металла, 21 %.



Рисунок 1.2.3- Фотографии полученных образцов при наплавке лентой

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

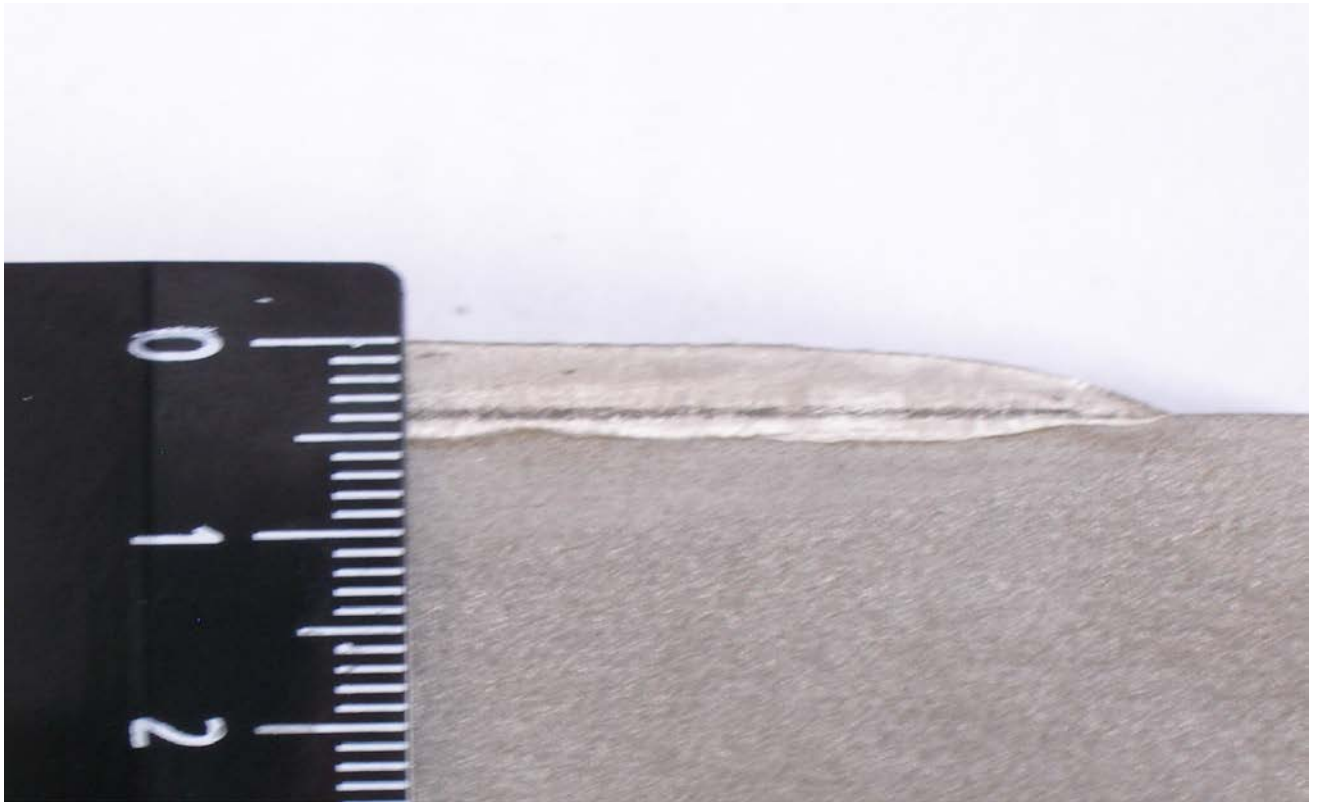


Рисунок 2.2.3 – Фотографии полученных образцов при наплавке лентой

Доля участия основного металла в шве γ_0 , мас, вычисляется по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_H''} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

где F_{np} - площадь проплавления основного металла, $см^2$;

F_H'' - фактическая площадь наплавленного металла, $мм^2$.

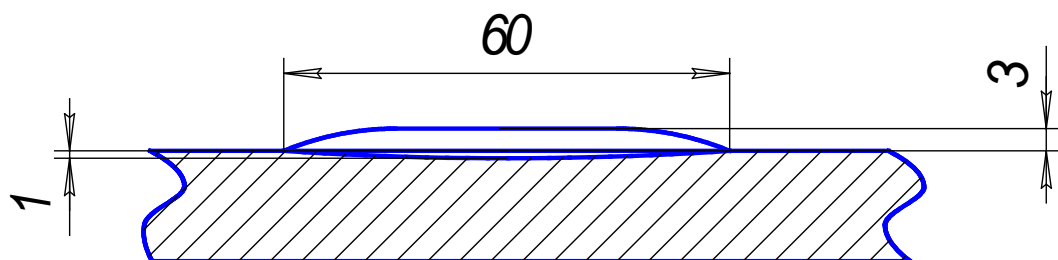


Рисунок 3.2.3 – Эскиз наплавленного валика.

$$\gamma_0 = 0,40 / (0,40 + 1,5) = 0,21 \text{ \% (мас)}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3.2.3 Расчет химического состава наплавляемого металла

Содержание элемента в наплавленном металле с учетом коэффициентов перехода $[\mathcal{E}_i]$, мас.%, рассчитывается по формуле:

$$[\mathcal{E}_i] = (\gamma_0 \cdot [\mathcal{E}_i]_0 + (1 - \gamma_0) \cdot [\mathcal{E}_i]_{\text{ПМ}}) \cdot \eta_i \quad (3.2)$$

где $[\mathcal{E}_i]$, $[\mathcal{E}_i]_0$, $[\mathcal{E}_i]_{\text{ПМ}}$ - содержание i-го элемента соответственно в наплавленном валике, основном металле и присадочном металле, % мас.

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва

η_i - коэффициент перехода элемента (с учетом реакции протекающих при наплавке под флюсом). По справочным данным, $\eta_c = 0,7$; []

Химический состав наплавляемого металла:

$$C = (0,21 \cdot 0,145 + 0,79 \cdot 0,03) \cdot 0,7 = 0,04 \text{ мас. \%};$$

$$Si = 0,21 \cdot 0,27 + 0,79 \cdot 0,475 = 0,4 \text{ мас. \%};$$

$$Mn = 0,21 \cdot 0,55 + 0,79 \cdot 1,75 = 1,5 \text{ мас. \%};$$

$$Cr = 0,21 \cdot 0,95 + 0,79 \cdot 24 = 19,2 \text{ мас. \%};$$

$$Ni = 0,21 \cdot 0,30 + 0,79 \cdot 13 = 10,3 \text{ мас. \%};$$

$$Cu = 0,21 \cdot 0,30 + 0,79 \cdot 0,30 = 0,30 \text{ мас. \%};$$

$$Mo = 0,21 \cdot 0,475 + 0,79 \cdot 0,30 = 0,34 \text{ мас. \%};$$

$$P = 0,21 \cdot 0,035 + 0,79 \cdot 0,03 = 0,03 \text{ мас. \%};$$

$$S = 0,21 \cdot 0,035 + 0,79 \cdot 0,02 = 0,02 \text{ мас. \%};$$

Прирост Si, Mn, S, P из флюса вычисляют по уравнениям Н.Н.Потапова:

$$\Delta[Si] = 6,7 \cdot 10^{-2} + \frac{A_{(SiO_2)} \cdot U}{[Si]_{\text{ф}}} \cdot \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{\text{св}}} \right), \quad (2.3)$$

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

$$\Delta[Mn] = -0,1 + \frac{A_{(MnO)} \cdot U}{[Mn]_u} \cdot \left(\frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{9,2 \cdot 10^{-6} \cdot I}{V_{св}} \right), \quad (2.4)$$

$$\Delta[P] = 3 \cdot 10^{-3} + \frac{A_{(P)} \cdot U}{[P]_u} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{I} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot I}{V_{св}} \right), \quad (2.5)$$

$$\Delta[S] = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{A_{(S)}}{[S]_u} \cdot \frac{U}{I}, \quad (2.6)$$

где $A_{(SiO_2)}$ и $A_{(MnO)}$ – относительные химические активности SiO_2 и MnO во флюсе соответственно:

$$A_{ф.к} = \frac{(RO_2)}{100 \cdot B}, \quad A_{ф.о} = \frac{(RO) \cdot B}{100}, \quad (2.7)$$

$[Si]_и$, $[Mn]_и$, $[P]_и$, $[S]_и$ – исходные концентрации кремния, марганца, фосфора и серы в наплавленном металле, масс.%;

A_s , A_p – относительные химические активности флюса по сере и фосфору;

$$A_s = \frac{[S]_у}{B}, \quad A_p = \frac{[P]_у}{B}, \quad (2.8)$$

B – основность сварочного флюса.

$$B = \frac{0,018 \cdot CaO + 0,015 \cdot MgO + 0,006 \cdot CaF_2 + 0,014 \cdot (Na_2O + K_2O) + 0,007 \cdot (MnO + FeO)}{0,017 \cdot SiO_2 + 0,005 \cdot (Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)} \quad (2.9)$$

где для расчёта вместо символов компонентов флюса необходимо подставить их содержание, %(масс.).

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.774 ПЗ

$$B = \frac{0,018 \cdot 7,5 + 0,015 \cdot 7,5 + 0,006 \cdot 25 + 0,007 \cdot 17,5}{0,017 \cdot 12,5 + 0,005 \cdot (17,5 + 12,5)} = 1,1 \text{ - нейтральный флюс.}$$

$$A_{SiO_2} = \frac{(SiO_2)}{100 \cdot B} = \frac{12,5}{100 \cdot 1,1} = 0,11$$

$$A_{MnO} = \frac{(MnO) \cdot B}{100} = \frac{17,5 \cdot 1,1}{100} = 0,19$$

$$A_s = \frac{[S]_u}{B} = \frac{0,05}{1,1} = 0,04$$

$$A_p = \frac{[P]_u}{B} = \frac{0,05}{1,1} = 0,04$$

$$\Delta[Si] = 6,7 \cdot 10^{-2} + \frac{0,11 \cdot 28}{0,4} \cdot \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{750} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 750}{0,5} \right) = 0,07 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[Mn] = -0,1 + \frac{0,19 \cdot 28}{1,5} \cdot \left(\frac{5,8 \cdot 10^{-2}}{750} + \frac{9,2 \cdot 10^{-6} \cdot 750}{0,5} \right) = -0,09 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[P] = 3 \cdot 10^{-3} + \frac{0,04 \cdot 28}{0,03} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{750} + \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 750}{0,5} \right) = 0,03 \text{ мас.}\%$$

$$\Delta[S] = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,04}{0,02} \cdot \frac{28}{750} = 0,0006 \text{ мас.}\%$$

Химический состав металла шва с учётом прироста элементов из флюса:

- [Углерода]=0,04 мас. %;
- [Кремния]=0,47 мас. %;
- [Марганца]=1,31 мас. %;

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

- [Хрома]=19,2 мас. %;
- [Никеля]=10,3 мас. %;
- [Меди]=0,30 мас. %;
- [Молибдена]=0,34 мас. %;
- [Серы]=0,02 мас. %;
- [Фосфора]=0,06 мас. %;

Проведя опытные работы мы определили, что глубина проплавления основного металла лентой составляет 1 мм в отличие от проволоки где она составила до 5 мм в связи с этим доля участия основного металла в шве составило 21% в отличие от наплавки проволокой 42%. Так же проведя расчет на содержание легирующих элементов в наплавленном слое после наплавки определили что оно соответствует второму слою после автоматической наплавки проволокой. Данный факт позволяет нам сократить количество проходов до 1 и уменьшить трудозатраты вдвое. Так же обеспечив меньшее смешение с основным металлом, мы уменьшаем объем вложения наплавленного металла тем самым экономим сварочные материалы.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Инв. № подл.	Взам. инв. №				Лист
	Подп. и дата				
Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	32

ДП 44.03.04.774 ПЗ

3 Оборудование и материалы

3.1 Сварочные материалы

Лента для наплавки ОК Band 309L

Лента наплавочная сплошного сечения марки ОК Band 309L, дающая при дуговой наплавке под флюсом слой типа 23%Cr-13%Ni. Лента предназначена для наплавки на нелегированные и низколегированные стали переходных слоев групп материалов 1/8, 2/8, 4/8, 1/9, 2/9, 4/9, 1/7, 2/7, 4/7 при изготовлении оборудования для химической и нефтехимической промышленности, шельфовых платформ, в электро- и ядерной энергетике, а также в целлюлозно-бумажной промышленности.

Таблица 1.3.1 – Химический состав ленты ОК Band 309L

Марка ленты	Содержание элементов, %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	P	N
Band 309 L	0,04	0,3-0,6	1,0-2,5	23-25	12-14	0,25	0,2	0,18	0,02

Сварочно-технологические свойства ленты при наплавке соответствуют требованиям РД 03-613-03, а именно: обеспечивают легкое зажигание дуги, стабильность электродугового процесса, эластичность дуги и правильное формирование наплавленного валика, легкое отделение шлаковой корки.

Химический состав наплавленного металла на глубине 1,5 мм под поверхностью, выполненного лентой 60x0,5 мм автоматической наплавкой на постоянном токе обратной полярности (DC+) при $I_{св}=750A$, $U_d=28B$, $V_{св}=13$ см/мин в сочетании с флюсом ОК Flux 10.05 приведен в таблице (единичное значение, приведенное в таблице, является максимально допустимым).

Таблица 2.3.1 – Химический состав наплавленного металла

Марка ленты	Содержание элементов, %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	S	P
Band 309 L	0,04	0,03-0,09	0,8-2,5	22,5-25,0	12,0-14,0	0,3	0,2	0,02	0,02

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.774 ПЗ	Лист
						33

После 2-го слоя химический состав наплавленного металла не меняется

Сварочно-технологические свойства ленты при наплавке соответствуют требованиям РД 03-613-03, а именно: обеспечивают легкое зажигание дуги, стабильность электродугового процесса, эластичность дуги и правильное формирование наплавленного валика, легкое отделение шлаковой корки.

Химический состав наплавленного металла на глубине 1,5 мм под поверхностью, выполненного лентой 60x0,5 мм автоматической наплавкой на постоянном токе обратной полярности (DC+) при $I_{св}=750A$, $U_{д}=28В$, $V_{св}=13$ см/мин в сочетании с флюсом ОК Flux 10.05 приведен в таблице (единичное значение, приведенное в таблице, является максимально допустимым).

Флюс ОК Flux 10.05

Слабоосновный агломерированный флюс разработан для дуговой ленточной наплавки под флюсом CrNi и CrNiMo. Это стандартный наиболее распространенный флюс производства компании ESAB, предназначенный для наплавки поверхностей изделий из углеродистых и низколегированных сталей. Флюс обладает хорошими сварочно-технологическими характеристиками, шлак формирует гладкий наплавленный валик и легко отделяется.

- Химический состав флюса:

Al_2O_3+MnO 35%

CaF_2 25%

$CaO+MgO$ 15%

SiO_2+TiO_2 25%

Режимы проковки: 275-325°C, 2-4 часа

3.2 Оборудование для наплавки

Для наплавки трубной доски используется установка сварочная состоящая из: сварочного вращателя, сварочной колонны и сварочного трансформатора

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТДФЖ-1250 в комплексе со сварочной головкой АДФ-1250Л для наплавки ленточным электродом под слоем флюса.

Колонна для сварочного автомата Bendma МСВ 3х3(рисунок 1.1.7)предназначена для крепления и перемещения сварочного автомата при дуговой электросварке прямолинейных и кольцевых швов изделий. Может быть использована при совместной работе с универсальными, вертикальными, горизонтальными и роликовыми вращателями.

Колонна может применяться в сборочно-сварочных цехах и участках для производства автоматической дуговой электросварки при изготовлении корпусных, балочных, цилиндрических и других металлоконструкций.

Колонна снабжена фильтровентиляционным агрегатом для отсоса вредных веществ из зоны сварки.

Стационарная колонна консольного типа состоит из следующих основных сборочных единиц: блока управления, тумбы, опорно-поворотного устройства с приводом поворота, колонны, каретки с направляющими роликами и приводом перемещения консоли, консоли и механизма подъема.

Конструктивная схема колонны выполнена так, что все основные перемещения сварочного автомата осуществляются в прямоугольной системе координат, и, кроме того, имеется возможность поворота вокруг вертикальной оси колонны.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ



рисунок 1.1.7 - Сварочная колонна Bendma MCB 3x3

Технические характеристики:

- Рабочий ход по вертикали, мм: 3000
- Рабочий ход по горизонтали, мм: 3000
- Скорость перемещения, м/мин: 0,12-1,2
- Высота колонны, мм: 2800
- Скорость подъема консоли, м/мин: 1,5
- Максимальная нагрузка, кг: 150

Сварочный трансформатор ТДФЖ-1250 (рисунок 1.4) - источник питания, предназначенный для высокопроизводительной автоматической одно- или многодуговой сварки и наплавки под слоем флюса на переменном токе ответственных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Плавное регулирование сварочного напряжения и включение на сварку может осуществляться местно или дистанционно. Трансформатор может работать в составе автоматизированных сварочных линий. В том числе использоваться для сварки спирально-шовных труб и для сварки продольных швов при

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

производстве труб. Обладает 100% продолжительностью включения при максимальном токе.



Рисунок 2.1.7 - Трансформатор сварочный ТДФЖ-1250

Технические характеристики:

- Напряжение питающей сети: 2 x380 В
- Частота питающей сети: 50 Гц
- Номинальный сварочный ток (при ПВ, %): 1250 А (100%)
- Первичный ток при номинальной нагрузке: не более 250 А
- Номинальное рабочее напряжение: 44 В
- Пределы регулирования сварочного тока: 400 - 1250 А
- Пределы регулирования рабочего напряжения: 28-44 В
- Первичный ток при номинальной нагрузке: не более 250 А
- Коэффициент полезного действия: не менее 88 %
- Масса: 560 кг
- Габариты: 776x610x1420 мм

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

Сварочная головка АДФ-1250Л (рисунок 1.5) предназначена для автоматической дуговой наплавки стальной электродной лентой под слоем флюса на постоянном токе в составе сварочных линий или сварочных установок.

Сварочная головка может применяться в наплавочных установках для наплавки тел вращения, плоских деталей, а так же деталей сложных форм:

- для восстановления железнодорожных колес методом наплавки колесных пар;
- для наплавки крановых колес;
- для наплавки плоских тел и тел вращения;
- для восстановления прокатного, доменного и сталеплавильного оборудования (наплавка конусов, чаш доменных печей, поршней, седел, роликов).

Основные преимущества:

- Плавную регулировку скорости подачи ленты.
- Стабилизацию скорости подачи ленты.
- Индикацию величины сварочного тока и напряжения.
- Дистанционное включение и плавное регулирование сварочного напряжения источника.
- Предварительную установку сварочного напряжения.
- Регулируемую задержку отключения сварочного источника после остановки подачи ленты (растяжка дуги).
- Предварительную установку вылета ленты перед наплавкой.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



• Рисунок 3.1.7 - Головка сварочная АДФ-1250Л

Технические характеристики:

- Номинальное напряжение питания от однофазной сети при частоте 50Гц, В:42
- Потребляемая мощность от питающей сети, ВА, не более: 400
- Номинальный ток наплавки (при ПВ, %): 1250 А (100%)
- Пределы регулирования тока наплавки, А: 250-1250
- Толщина холоднокатаной ленты 08кп,мм:0,5
- Ширина ленты, мм: 20-60
- Скорость подачи электродной ленты, м/ч: 10-100
- Скорость наплавки (регулируется вращателем), м/ч: 5-20
- Вертикальный сдвиг подающего устройства, мм: 100
- Горизонтальный сдвиг подающего устройства, мм: 100
- Вместимость кассеты для ленты, кг: 30

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

Универсальный сварочный вращатель РТ20к (рисунок 1.6) с подъемной планшайбой. Обладает грузоподъемностью 20000кг. Подъем планшайбы: минимальная высота 1200мм. Максимальная высота 2200 мм. Скорость вращения миним^макс: 0.017 ^ 0.50 об/мин. Движение осуществляется при помощи асинхронного электродвигателя, что позволяет сохранять постоянную скорость наклона, даже если эксцентрическая нагрузка станет причиной изменений в крутящем моменте.



Рисунок 4.1.7 — Вращатель сварочный РТ-20К

Технические характеристики:

- Питание: 3-фазный 220/380 В
- Грузоподъемность, кг: 20000
- Нормативный центр тяжести, мм: 300
- Угол наклона: 135⁰
- Габариты: 2200x2400x1800

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.8 Контроль качества наплавленного металла

Дефектом называют недопустимые отклонения от требований нормативно-технического документа на конкретное изделие. Вид контроля качества сварных соединений выбирается в зависимости от назначения изделия и от требований, предъявляемых к ней в соответствии с техническими условиями. Для проверки качества сварки в готовом изделии существуют следующие виды контроля: внешний осмотр и измерение сварных соединений, испытание на плотность, просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами, контроль ультразвуком, магнитные методы контроля, металлографические исследования, механические испытания.

1.8.1 Визуальный и измерительный контроль (ГОСТ 3242-79)[8]

Служит для определения наружных дефектов сварных швах. Производится невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Перед осмотром сварной шов и прилегающий к нему поверхность металла шириной 20 + 20 мм очищают от шлака, брызг и загрязнений, стыки паропроводов из аустенитных сталей проходят механическую и химическую обработку. Размеры сварного шва и дефектных участков определяют измерительным инструментом и специальными шаблонами. Границы трещин выявляют путем засверливания, подрубки металла зубилом, шлифовки дефектного участка и последующего травления. При нагреве металла до вишнево-красного цвета трещины обнаруживаются в виде темных зигзагообразных линий. В случаях, когда необходима термическая обработка сварных стыков, внешний осмотр и измерения следует производить до и после термообработки.

1.8.2 Стилоскопирование (РД 26.260.15-2001)[9] - качественный спектральный анализ на наличие легирующих элементов, которому подвергают все элементы котла и трубопроводов, изготовленные из легированной стали, а также наплавленный металл сварных соединений этих элементов.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 1.1.8.2 - Анализатор металлов PMI – MASTER SMART

Технические особенности:

- Вес - 15 кг
- Габариты - 425x235x410мм
- Аккумуляторная батарея на 10 часов работы или 450 измерений в режиме SPARK или

- 900 анализов в режиме ARK
- Питание от сети

Система Multi-CCD-readout

- Высокое разрешение
- Фактически неограниченное количество каналов для полного анализа спектра

- Легко дополняется новыми основаниями и подпрограммами

Технология «JetStream»

- Гарантирует точный анализ образцов нестандартных размеров и сложной формы
- Проволока, столь тонка, как 1 мм может быть точно измерен, используя один универсальный адаптер
- Точный анализ труб, прутков, клапанов, сварных швов, резервуаров для хранения, турбин, изогнутых поверхностей

Программное обеспечение WASLab

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- Основанное на базе Windows программное обеспечение, удобное управление через сенсорный экран
- Большое разнообразие информации, в том числе концентраций, марочника, интенсивности и др.
- Показ, хранение и распечатка всего типового спектра
- Передача результатов к отдаленным устройствам & экспорт результатов в другое программное обеспечение, например, Excel
- Сигнализация о результатах вне калибровки или требований к составу материала
- Простота в использовании функций программы
- Задание пользователем уровней доступа к прибору

		Min	Max			Min	Max
C	Углерод	0,02	4,5	Nb	Ниобий	0,002	3,5
C'	Углерод	0,003	4,5	Ti	Титан	0,001	2,5
Si	Кремний	0,005	7	V	Ванадий	0,001	11,5
Mn	Магний	0,002	22	W	Вольфрам	0,04	22
P	Фосфор	0,002	0,75	Zr	Црконий	0,002	0,5
S	Сера	0,002	0,4	Sn	Олово	0,002	0,3
Ca	Кальций	0,001	0,008	B	Бор	0,001	0,1
Cr	Хром	0,005	35	As*	Мышьяк	0,005	0,125
Mo	Молибден	0,003	11	Bi*	Висмут	0,01	0,12
Ni	Никель	0,005	55	Pb	Свинец	0,015	0,35
Al	Алюминий	0,002	1,5	N*	АЗОТ	0,1	1
Co	Кобальт	0,002	13				
Cu	Медь	0,001	9,5	* с датчиком UVTouch			
Mg	Магний	0,0005	0,09	** по запросу			

Рисунок 1.3.3- Диапазоны концентрации элементов в железной (Fe) основе, %:

3.4 Технология наплавки

Технологический процесс показан в таблице 1.3.4

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

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

Таблица 1.3.4 – технология наплавки трубной доски

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование, режимы
1	Транспортировка	Деталь доставляется с заготовительного участка цеха	Кран-балка опорная Г/ПЗ, Грузоподъёмность 13тн; Пролёт крана 18 м; Потребляемая мощность 3,9 – 4,2 кВт
2	Подготовка	Обработка поверхности для наплавки до металлического блеска, обезжиривание.	Шлифовальная машинка Metabo. Максимальная частота вращения диска 6600 об/мин; Максимальный Ø диска 350 .расстворитель «нефраз»
3	Установка	Деталь устанавливается на вращатель сварочный, центруется, на деталь устанавливается асбоцементное кольцо и фиксируется пневмоприжимами.	Кран-балкаопорная Г/ПЗ, Грузоподъёмность 13тн; Вращатель сварочный РТ-20К, Yilmaz FR222 - горизонтальный эксцентриковый прижим
4	Наплавка	Автоматическая наплавка ленточным электродом под флюсом	Сварочная колонна Vendma МСВ 3х3, сварочного трансформатора ТДФЖ-1250 в комплексе со сварочной головкой АДФ-1250Л Навесная система рециркуляции флюса. Режимы наплавки – кольцевая со смещением, шаг валика 10% $I_{св} = 750 - 800A$ $V_{пп} = 30 - 40 м/ч$ $V_H = 15 - 18 м/ч$ $U_d = 24 - 32 в$ $d_s = 60x0,5 мм$
5	Очистка	Тщательная очистка от шлака.	Шлифовальная машинка Metabo.

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Окончание таблицы – 1.3.4

6	Контроль	<p>Контроль качества заключается в проверке соответствия показателей качества продукции установленным требованиям.</p> <p>1) внешний осмотр сварных швов на наличие наружных дефектов (подрезов, кратеров и т.д.); а так же нарушений геометрической формы.</p> <p>2) спектральный анализ</p>	Анализатор металлов PMI – MASTER SMART
---	----------	---	--

Данным проектом, согласно требованиям РД 153-34.1-003-01 предусмотрен контроль: спектральный анализ (стилюскопирование), визуальный и измерительный контроль

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Окончание таблицы 1.3.1

1.4.	Режимы наплавки:	1
1	2	3
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	14
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	1
2.2	Подготовка автомата к работе, замена и установка кассеты с лентой.	1
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока. Регулирование подачи сварной ленты.	2
2.4	Наплавка валиков в нижнем положении.	4
2.5	Многослойная наплавка	2
2.10	Комплексные работы	2
	КОНСУЛЬТАЦИИ	1
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	1
	Итого:	18

4.2 Разработка тематического плана

Основной задачей производственного обучения является формирование у обучаемых основ профессионального мастерства квалифицированного рабочего.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать производственную программу обучения рабочих
2. Разработать тематический план и план-конспект урока;
3. Разработать средства наглядности.

Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Разработана программа производственного обучения. Общая продолжительность обучения – 18 часов (теоретическая часть – 4 часа, практическая – 14 часов).

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Таблица 1.4.2 - Тематический план предмета «Оборудование для автоматической наплавки под флюсом»

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1	Устройство и принципы работы	1
2	Технология наплавки	1
2.2	Особенности наплавки	1
2.3	режимы наплавки	1
	Итого:	4

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической наплавки под флюсом, устройство работы и эксплуатации оборудования определенного типа, марки и модификации.

4.3 Разработка плана – конспекта урока.

Тема урока: «Устройство и принципы работы головки сварочного автомата для наплавки лентой под флюсом АДФ-1250Л»

Цели урока:

Образовательная: ознакомить с устройством и принципом сварочной головки АДФ-1250Л.

Воспитательная: воспитать бережное отношение к оборудованию.

Развивающая: развивать навыки самостоятельной работы.

Тип урока: урок новых знаний.

Применяемые методы: словесные методы (дискуссия, лекция); методы контроля и самоконтроля, наглядные методы (плакат «Головка сварочного автомата АДФ-1250Л»).

Средства обучения: учебно-производственная мастерская, план-конспект, плакат «Головка сварочного автомата АДФ-1250Л », доска, парты.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 1.3.3 – План конспект урока

Этапы (время)	Содержание этапа	Методические действия
1	2	3
Организационная часть(4мин.)	Здравствуйтесь уважаемые учащиеся займите свои места и подготовьтесь к уроку. Проверим наличие присутствующих на сегодняшнем занятии. Сегодня мы проведем урок теоретического обучения по теме "Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом". Сейчас мы с вами проверим присутствующих.	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога и учащихся). Методы подготовки к восприятию учебного материала.
Актуализация данной темы (10 мин)	<p>Запишем тему: " Устройство и принципы работы головки сварочного автомата для наплавки лентой под флюсом".</p> <p>Цель урока - сформировать знания об новых видах оборудования для автоматической сварки под слоем флюса, и их устройстве.</p> <p>Акцентируем внимание на актуальности темы:</p> <p>А Актуальность технического перевооружения на производстве является необходим в условиях современного рынка. Для создания конкурентоспособного продукта поставлена задача: повышение качества при минимальных энергетических затратах и финансовых вливаний. В автоматизации сварки достигнуты большие успехи и сейчас этот процесс по степени автоматизации а следовательно и по производительности может считаться одним из наиболее передовых.</p> <p>Основным видом автоматической наплавки на нашем предприятии является наплавка под флюсом проволокой это, несомненно, очень выгодно смотрелось на фоне ручной дуговой наплавки штучным электродом. Но прогресс не стоит на месте и пришло время менять технологию</p>	<p>Записать тему на доске.</p> <p>Методы формирования познавательного интереса. Пробудить у учащихся интерес, к теме урока.</p>

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

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

Изложение нового материала (180мин)

После того как вы осознали важность темы, перейдем к её изучению.

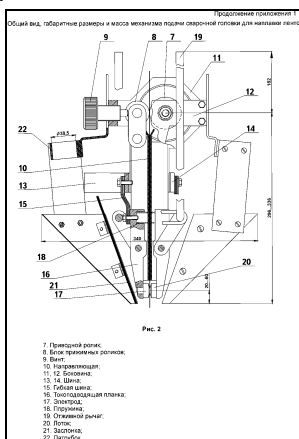
Приступим к изучению материала.

Технология предполагает частичную замену действующего оборудования, а конкретно: головка сварочного автомата для наплавки лентой под флюсом АДФ-1250Л.

Сварочная головка для дуговой наплавки ленточным электродом АДФ-1250Л, именуемая в дальнейшем «головка», предназначена для дуговой наплавки изделий из легированных и малоуглеродистых сталей под флюсом.

Наплавка осуществляется на постоянном токе стальной электродной лентой в нижнем положении.

Общий вид головки показан на плакате.



В состав головки входят следующие составные части (см. плакат):

- привод поз. 1;
- механизм подачи поз. 2;
- кассета поз. 3;
- механизм регулировки высоты поз.

По ходу изложения материала, я буду акцентировать внимание на том, что необходимо записать, прошу всех вести записи.

Объясняю, какие основные функции выполняет головка автомата и ее состав, и отличительные особенности. Технологию наплавки лентой.

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

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

4;

- кронштейн поз. 5;
- кронштейны поз. 6.

Привод поз. 1 состоит из электродвигателя постоянного тока, двухступенчатого цилиндрического и червячного редукторов, соединённых в общий блок. Привод предназначен для передачи вращения приводному ролику механизма подачи.

Механизм подачи поз. 2 включает в себя следующие части (см. рис. 2):

- приводной ролик поз. 7;
- блок прижимных роликов поз. 8;
- винт поз. 9;
- направляющие поз. 10;
- боковины поз. 11 и 12;
- шины поз. 13 и 14;
- гибкие шины поз. 15;
- токоподводящие планки поз. 16;
- электроды поз. 17;
- пружины поз. 18;
- отжимные рычаги поз. 19;
- лотки поз. 20;
- заслонки поз. 21;
- патрубки поз. 22.
- измерительный шунт поз. 23.

Механизм подачи предназначен для подачи сварочной ленты в зону наплавки и подвода к ней сварочного тока. Кассета поз. 3 состоит из рамы, катушки, диска и тормозного механизма. Кассета предназначена для размещения на ней рулона ленты и создания при размотке усилия натяжения, предотвращающего самопроизвольное разматывание.

Механизм регулировки высоты поз. 4 состоит из корпуса, направляющих, винтового механизма и каретки. Предназначен для вертикального перемещения механизма подачи и привода, что позволяет изменять расстояние от места выхода сварочной ленты до зоны наплавки. Кронштейн поз. 5 предназначен для закрепления механизма подачи, привода и механизма регулировки

Обучающиеся конспектируют и делают схематические зарисовки, которые помогут на практике.

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

высоты к каретке автомата.
 Кронштейн 6 предназначен для закрепления кассеты к каретке автомата
 Работает сварочная головка следующим образом. Рулон наплавляемой ленты размещается на кассете поз. 4, лента проходит между приводным роликом поз. 7 и прижимными роликами поз. 8, между направляющими поз. 10 и электродами поз. 17. При включении электродвигателя привода подачи вращения передаётся через редуктор на приводной ролик поз. 7, который перемещает ленту вниз через направляющие поз. 10 к зоне наплавки. Прижимные ролики предотвращают проскальзывание ленты. Усилие их прижатия регулируется винтом поз. 9. Направляющие поз. 10 имеют боковые планки, которые перемещаются и позволяют устанавливать просвет в зависимости от ширины ленты. Одновременно с включением электродвигателя на электроды поз. 17 подаётся сварочный ток через шины поз. 13, 14, 15 и токопроводящие планки поз. 16. Электроды в процессе работы прижимаются к ленте усилием пружин поз. 18. Для облегчения заправки ленты электроды можно развести при помощи отжимных рычагов поз. 19.

При работе в зону наплавки ленты осуществляется подача флюса по рукавам, которые закрепляются в патрубках поз. 22. Затем флюс скапливается в лотках поз. 20 и равномерным слоем выходит через щель между поверхностью детали и заслонкой поз. 21. Величина подачи осуществляется изменением зазора, который регулируется перемещением заслонки. 4.2. Блок управления устанавливается на кронштейне и может поворачиваться вокруг вертикальной оси.

Рассказываю, из каких деталей состоит узел и их расположение. Показывая на плакате.

Заостряю внимание на быстроизнашивающиеся детали.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

4.3. На нижней панели блока управления расположены штепсельные разъемы для подключения:

- вращателя;
- шунта;
- электродвигателя подачи ленты;
- блока управления автомата;
- кабеля управления, идущего к выпрямителю.

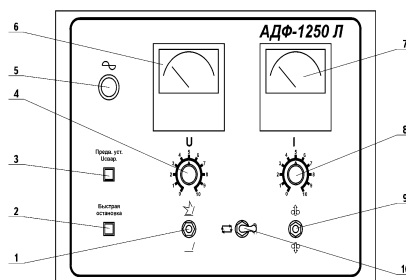


Рис. 4

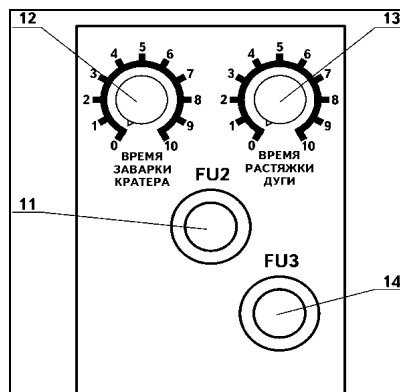
4.4. На передней панели блока управления (см. рис.4) расположены следующие органы управления и контроля:

- вольтметр поз.6, служащий для измерения напряжения дуги;
- амперметр поз.7, служащий для измерения сварочного тока;
- индикатор включения питания поз. 5;
- переключатель сварочного цикла «ПУСК-СТОП» поз.1;
- переключатель режимов работы «АВТОМАТИЧЕСКИЙ-НАЛАДОЧНЫЙ» поз.10;
- переключатель поз.9 направления движения ленты в наладочном режиме - вверх и - вниз;
- потенциометр регулировки сварочного напряжения “U.” поз. 4;
- потенциометр регулировки сварочного тока “I.” поз. 8;
- кнопка поз. 2 «Быстрая остановка»;
- кнопка поз.3 «Предварительная установка U св».

Прошу обратить внимание на работу блока управления. Здесь требуется внимательно изучить все компоненты.

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

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



- 11. Предохранитель в цепи якоря электродвигателя подачи проволоки;
- 12. Потенциометр регулировки времени заварки кратера;
- 13. Потенциометр регулировки времени растяжки дуги;
- 14. Предохранитель в цепи питания сварочной головки (~42В).

На боковой панели блока управления, в нише, закрываемой крышкой, находятся:

- потенциометр RP4 поз.12 «Время заварки кратера»;
- потенциометр RP5 поз.13 «Время растяжки дуги»;
- предохранители поз. 11, 14.

4.7.3. В блоке питания А4 образуются постоянные напряжения 50 В и 24 В.

4.7.4. Схема имеет два режима работы, задаваемые переключателем поз.10:

- автоматический, обозначенный символом.

В этом режиме производится наплавка по определенной программе;

- наладочный, обозначенный символом. В этом режиме производится установочное перемещение электродной ленты.

4.7.5. Скорость установочного перемещения плавно регулируются регулятором «I» поз.8;

4.7.6. В наладочном режиме сварочное напряжение отключено.

4.7.7. Кнопка SB1 «Предварительная

Делаю паузу, предоставляю возможность более подробно конспектировать материал.

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

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

установка Усвар.» поз.3 позволяет в автоматическом режиме перед пуском сварочного цикла установить напряжение холостого хода выпрямителя. Для этого нажимают кнопку SB1 и, удерживая ее, регулятором «U»

поз.4 устанавливают величину напряжения по вольтметру PV1 поз.6. В наладочном режиме кнопка SB1 отключена.

4.7.8. Пуск автоматического режима наплавки производится нажатием тумблера поз. 1 в верхнее положение и отпусанием его.

- при замыкании ленты на изделие происходит зажигание дуги.

Скорость подачи ленты плавно регулируется потенциометром поз.8;

- в процессе наплавки параметры U и I регулируются соответствующими регуляторами на блоке управления.

Остановка наплавки производится нажатием тумблера поз.1 вниз, в положение .

- подача наплавочной ленты продолжается в течение времени 1-10 с. Это время задается потенциометром RP4 «Время заварки кратера». По истечении этого времени лента останавливается;

- сварочное напряжение остается включенным и дуга горит в течение времени 1-3 с. Это время задается потенциометром RP5 «Время растяжки дуги». По истечении этого времени автоматически отключается сварочное напряжение и дуга гаснет;

На этом сварочный цикл заканчивается и схема приходит в исходное состояние.

4.7.12. Кнопка SB2 «Быстрая остановка» поз.2 позволяет быстро, в течение 1– 3 с, остановить процесс сварки при возникновении аварийной ситуации. Оператор нажимает SB2 и отпускает ее.

- время заварки кратера не отрабатывается и подача ленты резко прекращается;

Рассказываю о режимах наплавки. Показываю на плакате клавиши управления.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

<p>Закрепление изложенного материала и подведение итогов (20 мин)</p>	<p>- отработывается время растяжки дуги, по окончании которого лента оплавляется и дуга гаснет; - схема БУ запрещает повторное включение наплавки. Для приведения схемы в исходное состояние необходимо включить режим «НАЛАДКА» Технология наплавки лентой принципиально идентична наплавке проволокой. Режимы наплавки: - сварочный ток -750-800А - скорость подачи -30-40м/ч - напряжение на дуге – 24-32в - высота слоя флюса – 40-45мм</p> <p>Мы с вами рассмотрели устройство, и принцип работы головки автомата, с которой вам предстоит работать. Краткий повтор материала проводится в виде вопросов, которые задает преподаватель. В ходе ответов корректирую их или указываю на допущенные ошибки. В чем принципиальное отличие данной головки от применяемой на предприятии? Назовите все компоненты головки, которые вы запомнили?</p>	<p>Вопросно-ответный метод. Подведение итогов.</p>
---	---	---

Производственная практика рассчитана на 12 часов. За это время обучающиеся в полном объеме освоят и закрепят полученные на уроке теории знания. И будут готовы к выполнению всех операций самостоятельно.

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

- разработали тематический план предмета «Оборудование для автоматической наплавки под флюсом»;
- разработали план - конспект урока по теме «Устройство и принципы работы головки сварочного автомата АДФ-1250Л для наплавки лентой под флюсом».

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

– разработали средства обучения - плакат " Головка сварочного автомата АДФ-1250Л ".

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

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Лист
	Подп. и дата								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.774 ПЗ				57
									Лист

5 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс наплавки трубной доски изготавливаемого из стали марки 15ХМ с применением автоматической наплавки ленточным электродом под флюсом.

По базовому варианту работа выполнялась автоматической наплавкой проволокой под флюсом.

Проектируемая технология предполагает замену сварочной головки автомата и колонны.

5.1 Определение капиталобразующих инвестиций

5.1.1 Определение технологических норм времени на наплавку трубной доски

Общее время на выполнение наплавки $T_{шт-к}$, ч. принимаем с предприятия, исходя из фотографии рабочего места:

$T_{шт-к} = 16$ ч. - базовый вариант,(принято с предприятия);

$T_{шт-к} = 8$ ч. - проектный вариант.

N – годовая программа, $N = 50шт.$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы по следующей формуле:

$$T_{произв. пр.} = T_{шт-к} \cdot N \quad (1)$$

где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 50 шт.$

$$T_{произв. пр} = 16 \cdot 50 = 800 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{произв. пр} = 8 \cdot 50 = 400 \text{ ч. (проектный вариант)}$$

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

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

5.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_H} \cdot 100 \quad (2)$$

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

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

$$C_p = \frac{800}{1914 \cdot 1,2} = 0,4; \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{400}{1914 \cdot 1,2} = 0,2; \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Таким образом, по базовой, проектируемой технологии используется одна установка для наплавки.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле :

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{II}} \quad (3)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

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

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

C_P – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

C_{II} – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ (базовый вариант);}$$

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

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

5.1.3 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 1.3.

Таблица – 1.5 Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	50	50
Сварочный автомат ПДГО-510 с источником питания ТДФЖ-1250, $C_{онт}$	руб./шт.	1000000	
Установка для наплавки(колонна)			1000000
Сварочная головка АДФ -1250 Л	руб./шт.	-	305000
Флюс	руб.	19840	19920
Сварочная проволока	руб.	177870	-
Лента	руб.	-	31762,5
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	36	36
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	5	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	66,17	66,17
Толщина слоя наплавки, в два проход	мм	4	
Толщина слоя наплавки, один проход	мм		4

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

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

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (4)$$

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

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

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 1000000 \cdot (1 + 0,12) = 1120000 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 1305000 \cdot (1 + 0,12) = 1461600 \text{ руб.}$$

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

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj}, \quad (5)$$

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

$C_{пj}$ – принятое количество j -ого оборудования, шт.;

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

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

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

$$K_{об} = 1120000 \cdot 1 \cdot 1 = 1120000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 1461600 \cdot 1 \cdot 1 = 1461600 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.5– Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	1000000	1305000
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	1120000	1461600
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1120000	1461600

5.2 Определение себестоимости изделия

5.2.1 Расчет технологической себестоимости изделия

В базовом варианте наплавка производится проволокой в два слоя.

Расход материалов для наплавки трубной доски:

- сварочной проволоки ОК Autrod 309L, кг	98
- сварочной проволоки ОК Autrod 308L, кг	98
- флюса, кг	256

В проектном варианте наплавку трубной доски производим сварочной лентой.

Расход материалов для наплавки трубной доски:

- сварочной ленты, кг	77
- флюса, кг	166

Затраты на основные материалы

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Лист
					ДП 44.03.04.774 ПЗ
					62

Затраты на наплавляемый металл Z_n , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_n = \sum_{i=1}^m K_{pi} \cdot q_{ni} \cdot C_{ni} \left(1 + \frac{P_{mз}}{100}\right), \quad ()$$

где K_{pi} – расходный коэффициент i-го материала;

q_{ni} – масса нанесенного металла, кг;

C_{ni} – оптовая цена проволоки,(ленты) руб/кг;

$P_{mз}$ – транспортно – заготовительные работы, %;

m – количество видов проволок.

$$Z_n = 1,1 \cdot 98 \cdot 680 \cdot (1 + 25 / 100) + 1,1 \cdot 98 \cdot 640 \cdot (1 + 25 / 100) = 91630 + 86240 = 177870$$

руб.(базовый вариант)

$$Z_n = 1,1 \cdot 77 \cdot 300 \cdot (1 + 25 / 100) = 31762,5 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Затраты на флюс Z_ϕ , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_\phi = \sum_{i=1}^m H_i \cdot C_i \left(1 + \frac{P_{mз}}{100}\right), \quad ()$$

где H_i – расход флюса;

C_i – оптовая цена флюса, руб/кг;

$P_{mз}$ – транспортно – заготовительные работы, %;

m – количество видов применяемых флюсов.

$$Z_\phi = 256 \cdot 62 \cdot (1 + 25 / 100) = 19840 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_\phi = 166 \cdot 96 \cdot (1 + 25 / 100) = 19920 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию Z_m , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_m = \frac{C_{эн} \cdot hn}{1000} \left(\frac{I_{св} \cdot U_{\delta} \cdot t_o \cdot \eta}{100} + W_{x.x.} (t_{шк} - t_o) \right), \quad ()$$

где $C_{эн}$ – тариф на электроэнергию, руб/кВт;

q_{ni} – коэффициент потерь в электрической сети;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

U_{δ} – напряжение дуги, В;

η – КПД источника питания;

t_o – основное время наплавки, ч;

$W_{x.x.}$ – мощность холостого хода источника питания, Вт;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции наплавки, ч.

$$Z_m = \frac{3,16 \cdot 1,05}{1000} \left(\frac{300 \cdot 28 \cdot 6,4 \cdot 82}{100} + 0^* (16 - 6,4) \right) = 146,4 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_m = \frac{3,16 \cdot 1,05}{1000} \left(\frac{750 \cdot 28 \cdot 3,2 \cdot 82}{100} + 0^* (8 - 3,2) \right) = 183 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

* источник питания автоматически выключается

Зарботную плату производственных рабочих Z_{np} , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_{np} = K_p \cdot K_{доп} \cdot K_{сс} \cdot C_{тар} \cdot t_{шк}, \quad ()$$

где K_p – районный коэффициент;

$K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
					ДП 44.03.04.774 ПЗ
					64

$K_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления в единый социальный фонд;

$C_{тар}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции наплавки, ч.

$$Z_{пр} = 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,26 \cdot 66,17 \cdot 16 = 1994,3 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,26 \cdot 66,17 \cdot 8 = 997,2 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Таблица 3.3 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска трубной доски

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{ом}$, руб.	9885500	2584125
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), Z_m , руб.	7320	9150
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	99715	49860
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_t , руб.	9992535	2643135

5.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

Расходы по содержанию оборудования

Общая стоимость оборудования в базовом варианте составляет 1000000 рублей в проектном варианте 1305000 рублей.

а) Затраты на амортизационные отчисления Z_a , руб, вычисляются по формуле:

$$Z_a = \frac{Ц_{оборуд} \cdot a \cdot t_{шк}}{F_0 \cdot K_z \cdot K_{вн} \cdot 100}, \quad (3.5)$$

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

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

где $C_{оборуд}$ – стоимость оборудования, руб;

a – нормативный средний коэффициент амортизационных отчислений, %;

F_{∂} – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$K_з$ – коэффициент загрузки оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции наплавки, ч.

$$Z_a = \frac{1000000 \cdot 3,4 \cdot 16}{1914 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 100} = 395 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_a = \frac{1305000 \cdot 3,4 \cdot 8}{1914 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 100} = 258 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

б) Затраты на двигательную электроэнергию $Z_э$, руб, вычисляют по формуле:

$$Z_э = \frac{N_{\partial} \cdot K_o \cdot K_N \cdot K_{зо} \cdot hn \cdot t_{ш.к.} C_{э}}{\eta \cdot K_{вн}} \quad (3.6)$$

где $C_{эн}$ – тариф на электроэнергию, руб/кВт;

K_o – коэффициент одновременности работы электродвигателей;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$K_{зо}$ – коэффициент использования оборудования;

K_N – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции наплавки, ч;

η – средний коэффициент полезного действия электродвигателей.

$$Z_э = \frac{6 \cdot 0,75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 16}{0,8 \cdot 0,9} 3,16 = 179 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_э = \frac{6 \cdot 0,75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 8}{0,8 \cdot 0,9} 3,16 = 90 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

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

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

в) Заработную плату ремонтных рабочих Z_{pp} , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_{pp} = K_p \cdot K_{доп} \cdot K_{сс} \cdot C_{тар} \cdot \frac{T_p \cdot t_{шк}}{F_{\partial} \cdot K_{вн} \cdot K_3}, \quad (3.7)$$

где K_p – районный коэффициент;

$K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы;

$K_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления в единый социальный фонд;

$C_{тар}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч;

T_p – трудоемкость ремонтных рабочих, ч;

K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции, ч.

$$Z_{pp} = 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,26 \cdot 109,52 \cdot \frac{100 \cdot 16}{1870 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 245 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{pp} = 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,26 \cdot 109,52 \cdot \frac{100 \cdot 8}{1870 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 123 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

г) Материальные затраты на ремонт оборудования Z_p , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_p = Z_{pp} \cdot K_p \quad (3.8)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий материальные затраты на ремонт оборудования.

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

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

$$Z_p = 245 \cdot 0,5 = 122,5 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_p = 123 \cdot 0,5 = 61,5 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

д) Затраты на износ малоценных инструментов и быстроизнашивающихся приспособлений Z_N , руб, вычисляют по формуле:

$$Z_N = \frac{t_{шк} \cdot h_{нс}}{K_{вн}}, \quad (3.9)$$

где $h_{нс}$ – средние затраты на инструмент за один час эксплуатации оборудования, руб/час;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$t_{ш.к.}$ – штучно - калькуляционное время операции, ч.

$$Z_N = \frac{16 \cdot 1,4}{0,9} = 25 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_N = \frac{8 \cdot 1,4}{0,9} = 12 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

5.2.1. Затраты на освещение $Z_{л}$, руб, вычисляют по формуле:

$$Z_{л} = \frac{Ц_{эн} \cdot hn \cdot n \cdot N \cdot t_{шк}}{1000}, \quad (3.10)$$

где $Ц_{эн}$ – тариф на электроэнергию, руб/кВт;

n – количество осветительных приборов, шт;

N – средняя мощность элементов освещения, Вт/ч*шт.

$$Z_{л} = \frac{3,16 \cdot 1,05 \cdot 5 \cdot 750 \cdot 16}{1000} = 200 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

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

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

$$z_n = \frac{3,16 \cdot 1,05 \cdot 5 \cdot 750 \cdot 8}{1000} = 100 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Общепроизводственные расходы при изготовлении определяются по формуле:

$$P_{np} = C_A + C_p + P_{np}^* , \quad (23)$$

где: C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

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

P_{np}^* - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{np} = 395 + (179 + 245 + 122,5 + 25 + 200) \times 50 = 38970 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{np} = 258 + (90 + 123 + 61,5 + 12 + 100) \times 50 = 19583 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

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

$$P_{хоз} = \frac{\% P_{хоз} \cdot ЗП_o}{100} , \quad (27)$$

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

$\% P_{хоз}$ – процент общехозяйственных расходов, %. $\% P_{хоз} = 25$

$P_{хоз}$ при наплавке одной доски:

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				69
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.774 ПЗ

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 1994,3}{100} = 498,6 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 997,2}{100} = 249,3 \text{ руб (проектный вариант)}$$

Производственная себестоимость годового выпуска наплавки трубной доски при базовом и проектируемом варианте технологии, $C_{ПР}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (22)$$

где: C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

$$C_{ПР} = 9992535 + 38970 + 24930 = 10056435 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{ПР} = 2643135 + 19583 + 12465 = 2675183 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Коммерческие расходы рассчитываются по формуле:

$$P_k = \frac{\%P_k \cdot C_{ПР}}{100} \quad (29)$$

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

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 10056435}{100} = 10056,44 \text{ руб (базовый вариант)}$$

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

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

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 2675183}{100} = 2675,18 \text{ руб (проектный вариант)}$$

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

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P} + P_k, \quad (28)$$

где: P_k – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 10056435 + 10056,44 = 10066491,44 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\Pi} = 2675183 + 2675,18 = 2677858,18 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 4.3.

Таблица 4.5 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска наплавки трубной доски сравниваемым вариантам:

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	50	50	
1. Материальные затраты, МЗ:	9892820	2593275	
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\text{пр}}$	99715	49860	
3. Технологическая себестоимость $C_{\text{т}}$, руб.	9992535	2643135	
4. Общепроизводственные расходы, $P_{\text{ПР}}$	38970	19583	
5. Общехозяйственные расходы, $P_{\text{ХОЗ}}$	24930	12465	

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

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

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4
6. Производственная себестоимость, $C_{Пр}$	10056435	2675183	
7. Коммерческие расходы, P_k ,	10056,44	2675,18	
8. Полная себестоимость, $C_{П}$	10066491,44	2677858,18	

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 (трубная доска) составляет 50 шт.

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

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

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 (48):

$$\Delta C = (199850,7 - 52862,7) \cdot 50 = 7349400 \text{ руб.}$$

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

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

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте меньше технологической себестоимости в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы а также нанесение наплавки в один слой лентой.

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.

$$Ц = C_n * K_p$$

$$Ц_1 = 201329,83 \cdot 1,3 = 261728,78 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 53557,16 \cdot 1,5 = 80335,75 \text{ руб.}$$

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

$$В = Ц * N$$

$$В_1 = 261728,78 \cdot 50 = 13086439 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 80335,75 \cdot 50 = 4016787,5 \text{ руб.}$$

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:

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

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

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

$$\Pi_1 = 13086439 - 10066491,44 = 3019947,56 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 4016787,5 - 2677858,18 = 1338929,32 \text{ руб.}$$

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (37)$$

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

$$\Delta\Pi = 1338929,32 - 3019947,56 = -1681018,24 \text{ руб.}$$

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

$$N_{кр} = \frac{C_{пост.}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (38)$$

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

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

$Ц$ - отпускная цена трубной доски, руб./изделие;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

$$N_{\text{кр1}} = \frac{10066491,44 - 9992535}{261728,78 - 199850,7} = 2 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр2}} = \frac{2677858,18 - 2643135}{80335,75 - 52862,7} = 1 \text{ шт.}$$

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

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

$$R_1 = \frac{3019947,56}{10066491,44} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{1338929,32}{2677858,18} \cdot 100 = 50 \%$$

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

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}}, \quad (40)$$

где: B - выручка от реализации годового объема трубной доски, руб.;

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

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

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

$$П_{mp1} = \frac{13086439}{1} = 13086439 \text{ руб./чел.} = 261728,78 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$П_{mp2} = \frac{4016787,5}{1} = 4016787,5 \text{ руб./чел.} = 80335,75 \text{ тыс. руб./чел.}$$

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

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta П}, \quad (41)$$

где: ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

Результаты расчетов показателей экономической эффективности оформляются в таблицу 4.

$$T_o = \frac{1461600}{-1681018,24} = 0,9 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 5.4, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

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

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

Таблица 5.5 – Технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	50	50	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	13 086 439	4 016 787,5	- 9 069 651,5
3	Капитальные вложения, К	руб.	1 120 000	1 461 600	341 600
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	9 992 535	2 643 135	- 7 349 400
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	10 066 491,44	2 677 858,18	7 388 633,26
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	3 019 947,56	1 338 929,32	1 681 018,24
7	Годовой экономия по технологической себестоимости ΔС	руб.			7349400
8	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	
9	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.р уб./чел.	261 728,78	80 335,75	- 181 393,03
10	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
11	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	0,9		
12	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	2	1	-1

Для подтверждения эффективности внедрения данной методики наплавки в производство в практической части был произведен расчет экономической эффективности данного метода, себестоимость наплавки трубной доски сократилась на 374% за счет снижения количества наплавленного металла и использование менее дорогих сварочных материалов.

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

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

6. Безопасность и экологичность проекта

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это совокупность многих правил и норм, созданных для обеспечения защиты жизни и сохранения здоровья человека. Безопасный микроклимат на производстве обеспечивает оптимальная температура, влажность и скорость движения воздуха. Строгое выполнение норм техники безопасности обеспечивает защиту сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на работе. Безопасность жизнедеятельности на производстве была создана, чтобы обеспечить правильную среду обитания на рабочем месте, и не навредить деятельности и здоровью человека. Сварка, наплавка, резка, напыление и пайка металлов сопровождаются наличием ряда вредных и опасных производственных факторов. Сварочные работы могут проводиться на механизированных линиях или конвейерах, на стапелях, открытом воздухе или в помещениях, на различных высотах, под водой и даже в космосе.

Практически при всех видах сварки, при резке и наплавке присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытые газовое пламя и дуга, струя плазмы, брызги жидкого металла и шлака при сварке и резке создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара.

В данной выпускной квалификационной работе к источникам вредных факторов производства можно отнести источник питания ТДЖ-1250, сварочная головка АДФ-1250Л, установка для сборки и сварки, и электроаппаратуру. Кроме того, сам процесс сварки, при котором выделяется большое количество

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист

78

аэрозолей ядовитых и опасных для здоровья работающих является источником вредных факторов производства.

Характеристика условий 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.

- перемещающиеся части оборудования могут привести к механическим травмам;

- тепловое излучение;

- 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.

На основании всего перечисленного, на предприятии необходимо проводить комплекс профилактических и контрольных мероприятий по снижению вредных факторов производства и защите работающих от этих факторов.

6.1 Обеспечение безопасности труда работающих

Обеспечение электробезопасности

Помещения, предназначенные для сварки, характеризуются как особо опасные с точки зрения поражения электрическим током.

Согласно ГОСТ 12.1.030-81 основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

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

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

1. обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения;
2. электрическое разделение сети;
3. устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и другими мерами;
4. применение специальных электротехнических средств — переносных приборов и приспособлений (средств индивидуальной защиты);
5. организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Обеспечение пожарной безопасности

Согласно СНиП 21-01-97 степень огнестойкости здания – 3, по взрывопожароопасности цех относят к категории Г согласно НПБ 105-03.

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 м³ и укомплектованы 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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Защита от механических травм

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

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

Защита от теплового воздействия

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

Тепловое излучение не превышает 100 Вт/м^2 согласно ГОСТ 12.4.176-89. Фактическое – 85 Вт/мм^2 .

Для защиты от теплового действия работающих предусмотрены следующие меры: специальная одежда, включающая в себя огнеупорные брюки и куртки, трикотажные перчатки и сварочная маска с защитным светофильтром С-6 или С-7 по ОСТ 21-6-87, а также кожаная обувь на толстой подошве.

Освещение

Выполняются работы средней точности, фон средний, контраст средний.

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

На рабочем месте используют светильники местного освещения. Естественное освещение осуществляется через оконные проемы, при недостаточной освещенности и в темное время суток используется искусственное.

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

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

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист

81

Аварийное освещение имеет независимый источник питания и включается автоматически.

Так же предусмотрено эвакуационное освещение.

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/м³:

- 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/м³ не допускается. Но при содержании кварца в пыли более 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м³.

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):

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

					Лист
					82

- 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;
- 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 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.

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

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	83
Подп. и дата					
Инв. № подл.				ДП 44.03.04.774 ПЗ	

7. Экологическая безопасность

С успешным развитием прогресса машиностроительный комплекс России обеспечен современным оборудованием, высокотехнологичными производствами, строящимися новыми объектами. Такие перемены благотворно влияют на российскую экономику. Но в то же время машиностроительные предприятия способны производить все виды загрязнения окружающей среды.[20]

Среди таких экологических проблем, как истощение сырьевых ресурсов и климатические изменения, наиболее угрожающих размеров достигла проблема загрязнения воды, почвы и воздуха отходами промышленного производства. Более 20 тысяч предприятий промышленности России с хорошо развитыми технологическими процессами играют заметную роль в загрязнении окружающей среды. В некоторых промышленных районах с наиболее опасными производствами вредные выбросы иногда превышают все санитарные нормы. От выбросов предприятий в воздухе можно обнаружить такие вредные вещества, как диоксид серы и оксид углерода, а также взвеси, оксид азота, фенол, сернистый ангидрид, свинец и другое.[21] Такое негативное влияние на экологию объясняется тем, что на предприятиях современного машиностроительного комплекса в производстве продукции используются технологические процессы, в которых применяются вредные вещества с высоким уровнем загрязнения:

Сварочное производство — в результате сварочных процессов в атмосферу выбрасываются вредные пары сварочной аэрозоли, марганец, медь и кремний, пары оксидов цинка и железа, фториды, оксиды азота и наиболее опасный шестивалентный хром.

Технологический процесс изготовления металлоконструкций является незамкнутым, поскольку существуют связи с внешней средой при

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

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

использовании исходного сырья, энергии, выходе готовой продукции, получении различных видов отходов.

В данном проекте разработана новая технология наплавки трубной доски.

Содержание вредных веществ при сварке и наплавке металлов значительно превышает предельно допустимые нормы для атмосферного воздуха, данные приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Содержание вредных веществ при ручной дуговой и автоматической сварке металлов и нормируемые значения (по ГОСТ 12.1.005-88, ГН 2.2.5.686-98, ГН 2.1.6.695-98)[1,2]

вещество	ПДК, мг/м ³ для атмосферного воздуха.	ПДК, мг/м ³ для рабочей зоны	РДС, мг/м ³	Автоматическая сварка мг/м ³
окислы азота	0,4	2	8,4	1,6
хромовый ангидрид	0,0015	0,01	0,2	-
окись хрома	0,01	1	4,1	0,32
ванадий и его соединения				
дым пятиоксида ванадия	0,05	0,1	0,37	0,06
пыль трехоксида и пятиоксида ванадия	0,002	0,5	2	0,9
окиси марганца				
аэрозоль дезинтеграции	0,01	0,1	5,1	0,9
аэрозоль конденсации	0,01	0,05	6,6	0,9
окись и закись никеля	0,01	0,5	1,4	0,01
окись углерода	1	20	39	15
окись железа	0,04	6	15,6	8,1

Реализация проекта по выбору способа сварки и наплавки положительно скажется на экологической ситуации прилегающих к предприятию районов и на общей экологической ситуации страны. Уменьшение выброса загрязняющих веществ обеспечивается за счет применения современного оборудования очистки газодымовых выбросов, новой сварочной установки и усовершенствованной технологии наплавки, которая позволяет сократить энергопотребление и количество отходов сварочных материалов.

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

месте, что необходимо учитывать при выборе фильтровентиляционной установки.

Для удаления вредных газов и пыли из зоны наплавки, а так же подача свежего воздуха осуществляется местной вентиляцией, а для очистки воздуха используются фильтры типа НФМ марки «needlona» NO/NO 501 CS31. Местная вытяжная вентиляция удаляет аэрозоли и пыль из зоны наплавки а, для очистки газодымовых выбросов перед выбросом их в атмосферу используется фильтровальная установка картриджного типа «Pulsatron Compact»- конечный фильтр 99,95% класса очистки H13 (ГОСТ Р ЕН 1822)

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс более экологичным.

Резюме

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду. Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов, в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал.

В проекте предложены мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды и по сбережению неисчерпаемых природных ресурсов, таких как: применение новых более экологически чистых сварочных материалов, очищение загрязненного воздуха и отходящих газов перед выбросом в атмосферу, применению менее энергоемкой технологии и оборудования, меры по утилизации отходов во вторсырье. Все это позволило в целом улучшить экологическую ситуацию в сварочном производстве.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

					ДП 44.03.04.774 ПЗ	Лист
						87

Заключение

В ходе проведения теоретического изыскания по вопросу внедрения нового способа наплавки было выявлено существенное преимущество наплавки ленточным электродом над технологией наплавки применяемой на ОАО «Уралэнергомонтаж», заключающиеся в том, что при наплавке ленточным электродом происходит существенное снижение доли участия основного металла до 7-10% в составе наплавленного металла по сравнению с другими способами наплавки.

В ходе аналитической части на основе опытных работ было проанализировано взаимодействие наплавленного металла с основным слоем в результате чего определено, что данный факт позволяет нам сократить количество проходов до 1 и уменьшить трудозатраты в двое, а так же уменьшить количество наплавляемого металла.

Для подтверждения эффективности внедрения данной методики наплавки в производство в практической части был произведен расчет экономической эффективности данного метода, себестоимость наплавки трубной доски сократилась на 374% за счет снижения количества наплавленного металла и использование менее дорогих сварочных материалов

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.774 ПЗ

Лист

88

13. Козьяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990, - 256с.:

14. Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; 7-е изд., стер.— М.: Высш. шк., 2007,— 616 с.:

15. Основы промышленной экологии: учебник для нач. проф. образования/А.Н. Голицын. – 5е изд., стер. – М.: издательский центр «Академия»,2011. - 240с.

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

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

18. Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.

19.

20. Каталог государственных стандартов [:

21.

1. ГОСТ 12.1.003-83

2. ГОСТ 12.1.005-88

3. ГОСТ 12.4.176-89

4. ГОСТ 12.1.030-81

5. НПБ 105-03

6. ОСТ 21-6-87

7. СНиП 23.05-95

8. СНиП 21-01-97

1. Основы

2. <http://greenologia.ru>

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

