

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Южно-уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)  
Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»  
Кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»

**РАБОТА ПРОВЕРЕНА**

Рецензент, должность

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой, степень, звание

\_\_\_\_\_/В.Г. Шеркунов, д.т.н., проф./  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

*07.06.2016*

Разработка технологического процесса производства труб 1220×15,2

\_\_\_\_\_  
мм из стали 09ГСФ  
\_\_\_\_\_

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**ЮУрГУ–150400.2016.120721893.ВКР**

Руководитель, профессор

*В.И. Крайнов* /Крайнов В.И./  
\_\_\_\_\_

« 6 » июня 2016 г.

Автор

студент группы МиМТ-484

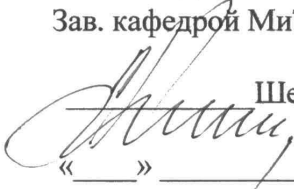
*Д.С. Григорьев* - /Григорьев Д.С./  
\_\_\_\_\_

« 6 » июня 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(национальный исследовательский университет)

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»  
Кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»  
Направление 150400 «Металлургия»

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой МиТОМД

  
Шеркунов В.Г.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**З А Д А Н И Е**  
на выпускную квалификационную работу студента

Григорьева Дмитрия Сергеевича

Группа МиМТ-484

1. Тема работы: Разработка технологического процесса производства труб 1220×15,2 мм из стали 09ГСФ

утверждена приказом по университету от \_\_\_\_\_ 2016 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 23 мая 2016 года

3. Исходные данные к работе:

3.1 Материалы технологической практики

3.2 Литературные данные

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

4.1 Марочный сортамент труб большого диаметра, выпускаемых для нефтегазопроводов

4.2 Выбор и описание технологической съемы производства прямошовных труб большого диаметра от жидкого металла до готовой продукции

4.3 Описание технологического процесса и оборудования для производства сварных труб Ø1220 мм и толщиной стенки 15,2 мм

4.4 Анализ и выбор способа подгибки кромок листа

4.5 Техничко-экономические показатели работы цеха для производства прямошовных труб большого диаметра

4.6 Контроль качества трубной заготовки

4.7 Состояние экологии и техники безопасности в цехе

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1):

5.1 Схема грузопотоков от жидкого металла до готовой продукции - 0,5А1

5.2 Схема расположения технологического оборудования - 0,5А1

5.3 Агрегат для подгибки кромок листа - 1,5А1

Всего 65 листов

6. Дата выдачи задания: 25 марта 2016 года

Руководитель В.И. Крайнов Крайнов В.И.

Задание принял к исполнению Д.С. Григорьев Григорьев Д.С.

## АННОТАЦИЯ

Григорьев Д.С. Разработка технологического процесса производства труб 1220×15,2 мм из стали 09ГСФ. - Челябинск: ЮУрГУ, 2016, 65 с. 13 ил., 16 табл., библиогр. список - 9 наим., 2 листа чертежей ф. 0,5А1, 1 лист ф. 1,5А1.

В данной работе разработан технологический процесс производства прямошовных труб большого диаметра.

Рассмотрено основное технологическое оборудование, используемое в производстве прямошовных труб большого диаметра.

Разработана технологическая схема грузопотоков от жидкого металла до готовой продукции.

Приведены технологические и технико-экономические показатели работы ТЭСА 1220 по предлагаемому технологическому процессу производства труб большого диаметра.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» проанализированы опасные вредные факторы и разработаны меры защиты от них.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ СОРТАМЕНТА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА, ВЫПУСКАЕМЫХ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДА.....	7
2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ОТ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА ДО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	12
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ.....	17
4 АНАЛИЗ И ВЫБОР СПОСОБА ПОДГИБКИ КРОМОК ЛИСТА.....	20
5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ ТРУБ Ø1220 ММ С ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ 15,2 ММ.....	25
5.1 Технологические операции производимые на участке подготовки листа.....	27
5.2 Технологические операции производимые на участке формовки....	29
5.3 Технологические операции производимые на участке сварки.....	36
5.4 Технологические операции производимые на участке отделки.....	43
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА.....	49
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	51
7.1 Техника безопасности.....	53
7.1.1 Безопасность техпроцессов.....	53
7.1.2 Безопасность производственного оборудования.....	54
7.1.3 Электробезопасность.....	54
7.1.4 Пожаровзрывоопасность.....	56
7.2 Промышленная санитария.....	57
7.2.1 Производственное освещение.....	58
7.2.2 Микроклимат.....	60
8 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	61
8.1 Предотвращение загрязнения атмосферного воздуха.....	62
8.2 Предотвращение загрязнения водоемов.....	62
8.3 Утилизация отходов.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Удачное географическое расположение России, огромные залежи нефти и газа, развитая система нефтепроводов и газопроводов с выходом магистралей в Европу и Азию делают ее одним из главных игроков на рынке трубной промышленности.

Современные нефтегазопроводы это высоконагруженные сварные конструкции, работающие в тяжелых условиях под действием внутреннего давления и внешней агрессивной среды. Сложные геологические и климатические условия, высокие требования к надежности труб при эксплуатации предъявляют повышенные требования к их прочностным и пластическим характеристикам.

Более 60% от общего объема производства стальных труб большого диаметра составляют сварные трубы, которые широко применяются в нефтяной и газовой промышленности. Широкому применению сварных труб способствуют их более низкая стоимость по сравнению с бесшовными, возможность в более короткие сроки организовать их производство при меньших капитальных затратах, а также экономия металла за счет применения более тонкостенных труб.

Основные потребители труб большого диаметра в России - Газпром и Транснефть. Их потребность в трубах большого диаметра формируется за счет строительства крупных магистральных проектов, а также необходимостью обновлять устарелую инфраструктуру трубопроводов.

В настоящее время, для обеспечения газовой и нефтяной промышленности отечественными трубами большого диаметра, функционируют 7 крупных заводов, на которые приходится около 90% всего объема выпуска данного вида продукции.

## 1 АНАЛИЗ СОРТАМЕНТА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА, ВЫПУСКАЕМЫХ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДА

Сварные трубы для магистральных нефтегазопроводов изготавливают прямошовными и спиральношовными диаметром 529-2560 мм с толщиной стенки 8-25 мм.

Себестоимость производства труб показывает, что стоимость исходного сырья составляет около 80% от себестоимости изготовленных труб. Поэтому, в настоящее время, на производстве предъявляют повышенные требования к исходному металлу. Металл, используемый для производства труб, должен быть дешевым, но при этом качество этого металла должно быть на высоком уровне, обеспечивая наименьшую отбраковку труб и высокий выход годной продукции.

Различные условия, в которых эксплуатируются трубы, способствуют использованию самых различных марок стали и сплавов.

Трубы номинальным диаметром 1220 мм изготавливают из низколегированной стали марок классов прочности, представленных в таблице 1, а также из листов углеродистых марок стали по ГОСТ 380 и ГОСТ 14637 [1].  
Таблица 1 - Марочный сортамент труб большого диаметра выпускаемых для нефтегазопроводов

Марка стали	Класс прочности
09Г2С	К50
17ГС, 17Г1С	К52
09ГСФ	К52
13ГС	К52
08ГБЮ	К52
09ГБЮ	К56
10ГНБ	К52
09ГНФБ	К56
08Г1НФБ	К60
12ГСБ	К52
12Г2СБ	К56

## Окончание таблицы 1

Марка стали	Класс прочности
06ГФБАА	К60
10Г2ФБЮ	К60
12ХСФА	К52, К54, К56
20КСХ	К52
10Г2СБ	К60
10Г2СФБ	К60

Химический состав сталей используемых для производства труб приведен в таблицах 2 и 3 [1].

Таблица 2 – Химический состав низколегированных марок сталей

Марка стали	Массовая доля элементов, %									
	С	Mn	Si	Ti	Nb	Cr	Ni	Al	S	P
									Не более	
17ГС	0,15- 0,20	1,0- 1,4	0,4- 0,6	-	-	≤0,3	≤0,3	-	0,025	0,030
17Г1С	0,15- 0,20	1,15- 1,55	0,4- 0,6	-	-	≤0,3	≤0,3	-	0,025	0,030
09ГСФ	0,07- 0,12	0,50- 0,80	0,50- 0,80	≤0,03	-	≤0,3	≤0,3	0,02- 0,06	0,006	0,020
13ГС	0,11- 0,15	1,15- 1,45	0,4- 0,6	0,015- 0,035	-	≤0,3	≤0,3	0,02- 0,05	0,015	0,025
08ГБЮ	0,07- 0,10	1,10- 1,40	≤0,3	-	0,035- 0,055	≤0,3	≤0,3	0,02- 0,05	0,006	0,025
09ГБЮ	0,08- 0,11	1,10- 1,40	≤0,3	-	0,06- 0,08	≤0,3	≤0,3	0,02- 0,05	0,006	0,025
10ГНБ	0,08- 0,12	0,90- 1,20	0,2- 0,4	≤0,3	0,02- 0,04	≤0,3	0,15- 0,30	0,02- 0,06	0,012	0,02



Окончание таблицы 2

Марка стали	Массовая доля элементов, %									
	C	Mn	Si	Ti	Nb	Cr	Ni	Al	S	P
									Не более	
12ГСБ	0,10- 0,14	1,10- 1,60	0,25- 0,50	0,005- 0,020	0,030- 0,050	≤0,3	≤0,3	0,01- 0,06	0,020	0,020
12Г2СБ	0,10- 0,14	1,40- 1,80	0,25- 0,50	0,005- 0,020	0,04- 0,07	≤0,3	≤0,3	0,01- 0,06	0,020	0,025
06ГФБА А	0,06- 0,10	1,0- 1,4	0,20- 0,40	≤0,03	0,04- 0,06	-	-	0,02- 0,06	0,01	0,02
10Г2ФБ Ю	0,09- 0,12	1,55- 1,75	0,15- 0,50	0,010- 0,035	0,02- 0,05	≤0,03	≤0,03	0,02- 0,05	0,006	0,020
12ХСФА	≤0,16	≤0,70	≤0,70	-	-	0,5- 0,7	≤0,30	0,02- 0,05	0,005	0,015
20КСХ	0,18- 0,22	0,40- 0,80	0,17- 0,37	-	0,03- 0,06	≤0,25	≤0,03	0,02- 0,05	0,009	0,020
09ГНФБ	0,07- 0,11	0,9- 1,2	0,2- 0,4	≤0,3	0,03	≤0,3	0,15- 0,30	0,02- 0,06	0,010	0,020
08Г1НФБ	0,06- 0,10	1,0- 1,4	0,2- 0,4	≤0,03	0,04- 0,06	≤0,3	0,15- 0,30	0,02- 0,06	0,010	0,020

Таблица 3 – Химический состав углеродистых марок сталей

Марка стали	Массовая доля элементов, %							
	C	Mn	Si	Nb	Al	Ti	S, ≤	P, ≤
Ст2кп	0,09- 0,15	0,25- 0,50	≤0,5	-	-	-	0,05	0,04
Ст2пс	0,09- 0,15	0,25- 0,50	0,05- 0,15	-	-	-	0,05	0,04

## Окончание таблицы 3

Марка стали	Массовая доля элементов, %							
	C	Mn	Si	Nb	Al	Ti	S, ≤	P, ≤
Ст2сп	0,09- 0,15	0,25- 0,50	0,15- 0,30	-	-	-	0,05	0,04
Ст3кп	0,14- 0,22	0,30- 0,60	≤0,5	-	-	-	0,05	0,04
Ст3пс	0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,05- 0,15	-	-	-	0,05	0,04
Ст3сп	0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,15- 0,30	-	-	-	0,05	0,04

В отечественной и мировой практике уже сформулированы требования к газопроводным трубам, работающим в агрессивных средах, при повышенных давлениях и в условиях Севера.

Опыт строительства и эксплуатации трубопроводов в условиях Севера показал, что для обеспечения надежной работы трубопроводов надо применять трубы со следующими механическими свойствами:  $\sigma_B \geq 500$  МПа,  $\sigma_T \geq 300$  МПа,  $\delta \geq 16$  %. Металл трубы должен иметь достаточное сопротивление зарождению трещины и распространению лавинной трещины. Материал трубы должен хорошо свариваться дуговой контактной сваркой при низких температурах [1].

Механические свойства сталей, предназначенных для изготовления труб, приведены в таблице 4 [1].

Таблица 4 - Механические свойства сталей

Марка стали	Класс прочнос- ти	Временное сопротивление $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ), не менее	Относитель- ное удлинение $\delta$ , % не менее	Отноше- ние $\sigma_T/\sigma_B$
09Г2С	К50	490-610 (50-62)	345 (35)	23	≤0,80
17ГС	К52	510-610 (52-62)	355 (36)	24	-
17Г1С	К52	510-610 (52-62)	355 (36)	23	-

Окончание таблицы 4

Марка стали	Класс прочности	Временное сопротивление $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ), не менее	Относительное удлинение $\delta$ , % не менее	Отношение $\sigma_T/\sigma_B$
09ГСФ	К52	510-630 (52-64)	360 (37)	23	$\leq 0,80$
13ГС, 13ГС-У, 17Г1С-У, 10ГНБ	К52	510-630 (52-64)	365 (37)	23	$\leq 0,90$
12ГСБ	К52	510-660 (52-67)	370 (38)	22	$\leq 0,90$
13Г1СУ	К55	540-660 (55-67)	410-530 (42-54)	22	$\leq 0,90$
12Г2СБ	К56	550-660 (56-67)	400 (41)	22	$\leq 0,90$
10ГНБ	К52	510-610 (52-62)	430-530 (44-54)	22	$\leq 0,90$
09ГНФБ	К56	530-630 (48-58)	470-570 (48-58)	22	$\leq 0,90$
08Г1НФБ	К60	590-690 (60-70)	500-600 (51-61)	22	$\leq 0,90$
06ГФБАА	К60	530-630 (54-64)	410 (42)	22	$\leq 0,90$
10Г2ФБЮ	К60	590-690 (60-70)	480-580 (49-59)	22	$\leq 0,90$
20КСХ	К52	510-610 (52-62)	390-490 (40-50)	23	$\leq 0,90$
Ст2кп	-	320-410 (33-42)	215 (22)	33	-
Ст2пс	-	330-430 (34-44)	225 (23)	32	-
Ст2сп	-	330-430 (34-44)	225 (23)	32	-
Ст3кп	-	360-460 (37-47)	235 (24)	27	-
Ст3пс	-	370-480 (38-49)	245 (25)	26	-
Ст3сп	-	370-480 (38-49)	245 (25)	26	-

## 2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА ОТ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА ДО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

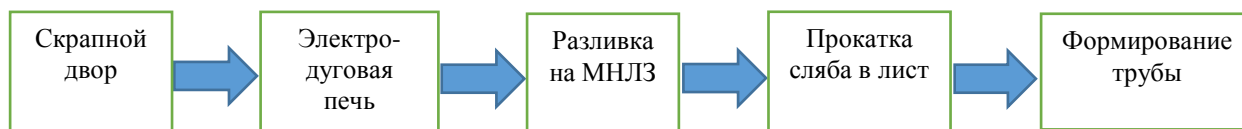


Рисунок 1 - Технологическая схема производства прямошовных труб большого диаметра

На рисунке 1 изображена выбранная нами схема производства прямошовных труб большого диаметра.

Основной исходный материал для производства стали в электрических печах - стальной лом изначально хранится в скрапном дворе.

Скрапной двор - это территория предприятия, предназначенная для хранения шихтовых магнитных материалов, к которым относятся металлолом, ферросплавы и различные раскислители. Эти материалы помещаются в скрапном дворе на специальные площадки или в ямы. Общее количество ям для хранения шихтовых материалов определяется суточным расходом шихты, производительностью цеха, а также насыпной массой шихты.

Кроме хранения шихтовых материалов к назначению скрапного двора относятся приемка и разгрузка поступающих в цех материалов, а также шихтоподготовка для загрузки в плавильные агрегаты. К подготовительным операциям относятся взвешивание шихты и ее погрузка в устройства конвейерных систем для выдачи материалов из отделения.

Скрапной двор оборудуется транспортными, складскими, весовыми, сортировочными, разгрузочными и погрузочными устройствами.

Местоположение и спецоборудование скрапного двора зависят от

производительности цеха и установленных в цеху способов подачи и загрузки шихты в печь [2].

Из скрапного двора шихта транспортируется в электродуговую печь, в которой происходит расплавление шихты и выплавка стали необходимого химического состава.

Сущность сталеплавильных процессов заключается в окислении примесей чугуна и стального лома и доведении жидкого металла до необходимого состава стали с дальнейшим ее раскислением и легированием. Сталеплавильные процессы очень разнообразны по технологическим схемам и способам ведения плавки, а также по видам используемых плавильных агрегатов.

Электрические печи имеют преимущества по сравнению с другими металлоплавильными установками, так как с помощью них можно создавать высокую температуру металла внутри печи, создавать необходимую для плавки атмосферу и вакуум, что позволяет выплавлять качественную сталь любой марки, а также раскислять металл с получением минимального количества неметаллических включений.

Электродуговая печь - электрическая плавильная печь, в которой плавление металла происходит под действием тепла электрической дуги.

Электродуговая печь работает на трехфазном переменном токе и имеет три графитизированных электрода. Электрический ток от трансформатора подводится к электродам, а через них к ванне металла. Между расплавляемым металлом и электродом возникает электрическая дуга, электрическая энергия превращается в теплоту, вследствие чего металл расплавляется. Плавильное пространство ограничено стенками, подиной и сводом из огнеупорного кирпича. Свод у печи изготавливают съемным. При выпуске готовой стали из печи через выпускное отверстие печь наклоняют в сторону желоба, по которому стекает металл [2].

Шихтовые материалы загружают в печь с помощью сетки или загрузочной бадьи. Свод печи при загрузке приподнимают, а печь наклоняют в сторону желоба. После загрузки печи шихтой она вновь накрывается сводом. Емкость печи данного типа составляет 200 т.

Далее жидкая сталь, выпущенная из электродуговой печи, попадает в миксер, в котором происходит временное хранение жидкого металла с целью усреднения его химического состава и температуры.

После чего разливка жидкой стали осуществляется на машине непрерывного литья заготовок, на которой получают слябы сечением 150 мм толщиной и 1000 мм шириной, необходимые в дальнейшем для прокатки толстых листов.

Разливка стали на машинах непрерывного литья заготовок состоит в том, что жидкую сталь из ковша подают в водоохлаждаемый кристаллизатор, после которого образуется затвердевающий слиток. Перед заливкой металла в кристаллизатор вводят затравку. Жидкий металл, попадая в кристаллизатор и на затравку, охлаждается, кристаллизуется, образуя корку и соединяется с затравкой. Затем затравка вытягивается из кристаллизатора вместе с кристаллизующимся слитком, сердцевина которого еще не затвердела.

После выхода из кристаллизатора полученный слиток попадает в зону вторичного охлаждения, где охлаждается водой из форсунок. После этого полностью затвердевший слиток попадает в зону резанья, где его разрезают машиной кислородной резки на слитки необходимой длины.

С помощью машин непрерывного литья заготовок, которые обеспечивают непрерывное питание слитка при его затвердевании, получают слябы, в которых отсутствуют усадочные раковины.

Выход годных заготовок при разливке стали на машинах непрерывного литья заготовок может достигать 96-98 % массы разливаемой стали [2].

Заготовки для сварных труб большого диаметра - горячекатаные листы

получают в результате прокатки слябов на листопрокатных непрерывных трех-клетевых станах.

Слябы прокатывают на непрерывных станах горячей прокатки, состоящих из трех групп рабочих четырехвалковых клетей - двух черновых и чистовой, расположенных друг за другом.

Для нагрева слябов перед прокаткой на листопрокатных станах используют трехзонные методические печи, в которых создается необходимый температурный режим [2].

Перед каждой группой рабочих клетей имеются окалиноломатели, которые сбивают окалину после нагрева слябов.

После прокатки листы упаковываются в пачки и отправляются в цех по производству труб большого диаметра.

Номинальные размеры поставляемого горячекатаного листа для производства труб диаметром 1220 мм приведены в таблице 5 [1].

Таблица 5 - Номинальные размеры поставляемого листа

Номи- нальный диаметр труб	Размеры листа			Допускаемые отклонения по ГОСТ 19903				
	Толщина	Ширина	Длина	По толщине листа		По ширине		По длине
						Низко- легир.	Углер. стали	
1220	10,0	1885	11800	+0,35	-0,8	+24	+5	+25
	11,0	1883		+0,40	-0,8			
	11,3	1882		+0,40	-0,8			
	12,0	1880		+0,40	-0,8			
	12,4	1879		+0,60	-0,8			
	12,5	1879		+0,60	-0,8			
	13,0	1878		+0,60	-0,8			
	13,5	1877		+0,60	-0,8			
	14,0	1876		+0,60	-0,8			
	14,3	1876		+0,60	-0,8			
	14,5	1876		+0,60	-0,8			
	14,6	1876		+0,60	-0,8			

Окончание таблицы 5

Номинальный диаметр труб	Размеры листа			Допускаемые отклонения по ГОСТ 19903				
	Толщина	Ширина	Длина	По толщине листа		По ширине		По длине
						Низколегир.	Углер. стали	
1220	15,0	1875	11800	+0,60	-0,8	+24	+5	+25
	15,2	1875		+0,60	-0,8			
	15,4	1875		+0,60	-0,8			
	15,7	1874		+0,60	-0,8			
	16,0	1874		+0,60	-0,8			
	17,0	1873		+0,60	-0,8			
	18,0	1871		+0,60	-0,8			
	19,0	1870		+0,60	-0,8			
	20,0	1868		+0,60	-0,8			
	21,0	1867		+0,60	-0,8			
	22,0	1865		+0,60	-0,8			

Формовка листовой стали в трубную заготовку может осуществляться различными способами. Для получения прямошовных труб широкое распространение получил способ формирования труб на прессах. Схема формовки трубной заготовки представлена на рисунке 2.

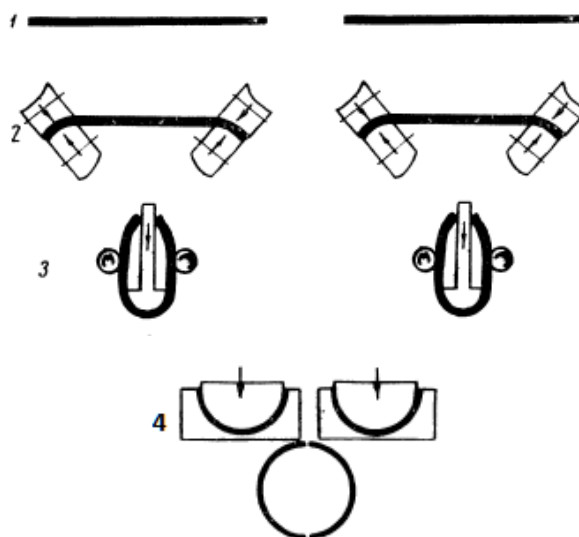


Рисунок 2 - Схема формовки трубной заготовки:

1 - заготовка (лист); 2 - предварительная подгибка кромок листа; 3 - предварительная формовка на прессе; 4 - окончательная формовка на прессе



На прессе происходит предварительная подгибка кромок листа по радиусу, соответствующему радиусу готовой трубы. На прессе предварительной формовки листу придают U-образную форму. Далее на прессе окончательной формовки листу сообщают форму полуцилиндра.

После формирования двух полуцилиндров происходит их сборка, сварка швов, различные отделочные операции, контроль качества труб и их окончательная приемка.

Способ получения труб из двух полуцилиндров позволяет использовать лист сравнительно небольшой ширины. Такой способ позволяет изготавливать трубы длиной до 12 м и диаметром до 1220 мм [1].

### 3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

Под контролем качества понимается проверка соответствия заявленных характеристик продукции установленным техническим требованиям.

Контроль качества продукции служит гарантией надежности при последующем процессе ее изготовления или эксплуатации и поэтому является обязательной частью любого производственного процесса.

Под входным контролем качества продукции следует понимать контроль качества продукции поставщика, поступившей к потребителю и предназначенной для дальнейшего ее использования.

Основными показателями качества листовой стали являются: химический состав; структура металла; основные и технологические свойства; геометрические размеры и качество поверхности листов. Листовая сталь должна поставляться термообработанной, с допускаемыми отклонениями номинальных размеров по ГОСТ 19903, прошедшей 100% ультразвуковой контроль поверхности на сплошность на заводе-изготовителе, а также соответствовать требованиям технических условий или стандартов. Требования к качеству металлопроката могут быть приняты в национальных

стандартах, технических условиях предприятий или отдельных соглашениях между потребителем и поставщиком [3].

Входной контроль листовой стали является обязательным на предприятиях, изготавливающих промышленную продукцию. Этот контроль организуется и проводится в соответствии с ГОСТ 24297–87, а также со стандартами и другой нормативно-технической документацией предприятия.

В соответствии с ГОСТ 24297–87 входной контроль качества проводит отдел входного контроля, входящий в состав отдела технического контроля предприятия.

Первым этапом проверки является проверка сопроводительных документов, удостоверяющих качество продукции [3].

На каждый вагон с листовой сталью, поступающей на предприятие, должен быть сертификат, в котором указывают:

- номер НД (ГОСТ, ТУ, ТС), по которым изготовлена листовая сталь;
- марка стали, номера плавов и партий;
- химический состав и эквивалент по углероду;
- результат механических испытаний;
- результат неразрушающего контроля;
- номинальные размеры листов, их количество и масса (фактическая или теоретическая).

При входном контроле работники ОТК по сертификатным данным проверяют соответствие трубной заготовки требованиям нормативной документации (ТУ, ГОСТ).

При соответствии установленным требованиям листовая сталь, прошедшая контроль по сертификатным данным, заносится контролером ОТК в «Журнал входного контроля по сертификатным данным». На сертификате контролер ОТК ставит штамп ОТК, подпись и дату проверки сертификата.

При обнаружении несоответствий установленным требованиям по сертификатным данным лист в производство не задают, о чем контролер ОТК

делает соответствующую запись в «Журнале входного контроля проката по сертификатным данным». Рабочие склада листа забракованный лист складывают в отдельный штабель по маркам стали, размерам, заводам-изготовителям до принятия решения по его дальнейшему использованию.

Выгружать лист без сертификата запрещается.

После проверки сертификата на поставляемую листовую сталь, происходит разгрузка листового проката на склад, где производится дальнейший контроль качества поверхности листовой стали, ее геометрических размеров (ширина, длина, толщина, серповидность) и маркировки [3].

Контроль производится рабочими склада листа совместно с контролерами ОТК в объеме, согласно перечню критических материалов, подлежащих входному контролю.

Качество поверхности листовой стали проверяют на соответствие требованиям нормативно технической документации на поставку визуально без применения увеличительных приборов, кроме случаев, оговоренных особо. Рекомендуемый объем контроля составляет 5% от партии.

Во всех случаях при обнаружении дефектов на поверхности листа из мест расположения этих дефектов отбираются пробы и отправляются в центральную заводскую лабораторию для определения характера дефекта и глубины его залегания. По заключению центральной заводской лаборатории принимается решение о годности данной партии металла.

При несоответствии качества поверхности листов нормативной документации работники склада откладывают всю партию в «Изолятор брака» и в производство не задают.

Далее производится контроль геометрических размеров листовой стали, который осуществляется измерительными инструментами, обеспечивающими погрешность измерения, равную половине допуска на измеряемый параметр.

Контролю подлежат ширина, длина, толщина, а также серповидность листового проката, при этом в нормативной документации указано, каким

образом и где проводятся замеры. Например, измерение толщины стенки листа производится в соответствии с ГОСТ 19903 - на расстоянии не менее 100 мм от торцов и не менее 40 мм от кромок листа, а также в местах зачистки.

Результаты контроля работники ОТК записывают в «Журнал входного контроля геометрических размеров листового проката».

При несоответствии геометрических размеров листа требованиям нормативной документации работники склада листа откладывают его в «Изолятор брака» и в производство не задают.

Следующим этапом входного контроля качества поступающей листовой стали является нанесение специальной маркировки [3].

На каждом листе, помимо маркировки клеймами по ГОСТ 7566, дополнительно должна быть нанесена несмываемой краской маркировка с указанием:

- марки стали или ее условного обозначения, индекса завода-изготовителя;
- номинальных размеров листа;
- номера плавки, партии, номера листа в партии.

Маркировка листа клеймами должна быть нанесена на расстоянии не более 100 мм от торца листа, которое определяется визуально.

Трубные заготовки, прошедшие все этапы контроля качества, задаются в производство.

Запрещается задавать в производство лист, не отвечающий требованиям технических условий, государственных стандартов или без сертификатных данных.

#### 4 АНАЛИЗ И ВЫБОР СПОСОБА ПОДГИБКИ КРОМОК ЛИСТА

Процесс подгибки кромок листа является неотъемлемой частью технологического процесса пошаговой формовки при производстве

электросварных прямошовных труб большого диаметра. Он обеспечивает требуемую геометрию боковых кромок трубной заготовки по всей длине.

В настоящее время используют два метода подгибки кромок листа: с помощью кромкогибочного стана с профильными роликами и гидравлического прессы [4].

При использовании кромкогибочного стана с профильными роликами для подгибки кромок листа, лист пропускают через одну задающую и одну или несколько гибочных клеток. Кромкогибочный стан изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Фотография кромкогибочного стана

Задающая клетка служит для задачи сцентрированного листа в гибочные клетки, центровка листа осуществляется центрирующими роликами перед задающей клеткой.

Гибочные клетки состоят из трех пар валков с центральными и крайними гибочными дисками, производящими последовательную подгибку кромок листа. Величина зазоров между рабочими поверхностями цилиндрических участков бочек гибочных дисков по клетям в свободном состоянии должна быть на 1 мм меньше номинальной толщины листа. Износ гибочных дисков проверяют при помощи пластин и щупов периодически после перевалки с одного типоразмера

на другой. Вертикальные оси центральных дисков с цилиндрическими бочками во всех клетях должны находиться в одной плоскости с осью стана. Проверка производится по кернам с помощью шаблона ШВ-2ФКГ. Смещение гибочных дисков по оси против указанного в чертеже не должно превышать  $\pm 3,0$  мм. Смещение оси валков от оси стана не должно превышать  $\pm 5,0$  мм и проверяется при настройке кромкогибочного стана.

Скорость подгибки кромок на кромкогибочном стане с профильными роликами находится в пределах 24-36 м/мин, что обеспечивается технической характеристикой стана [4].

Недостатком этого метода является тот факт, что кромки в начале и в конце полосы деформируются лишь частично и, следовательно, получается профиль, отличающийся от профиля на остальной части листа. Это отклонение может привести при последующей сварке к многочисленным дефектам, поэтому распространение получил способ подгибки кромок на прессе. В этом случае обеим кромкам листа в штампе придают кривизну необходимого радиуса.

Процесс выполняется методом формовки листа на специальном оборудовании - кромкогибочном прессе с использованием специального инструмента. Пресс развивает достаточное усилие, необходимое для пластического деформирования металла листа и сохранения в дальнейшем формы кромки листа, заданной инструментом. Пример конструкции гидравлического прессы для подгибки кромок листа изображен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Фотография прессы для подгибки кромок

На рисунке 5 представлены этапы процесса подгибки кромки на кромкогибочном прессе.

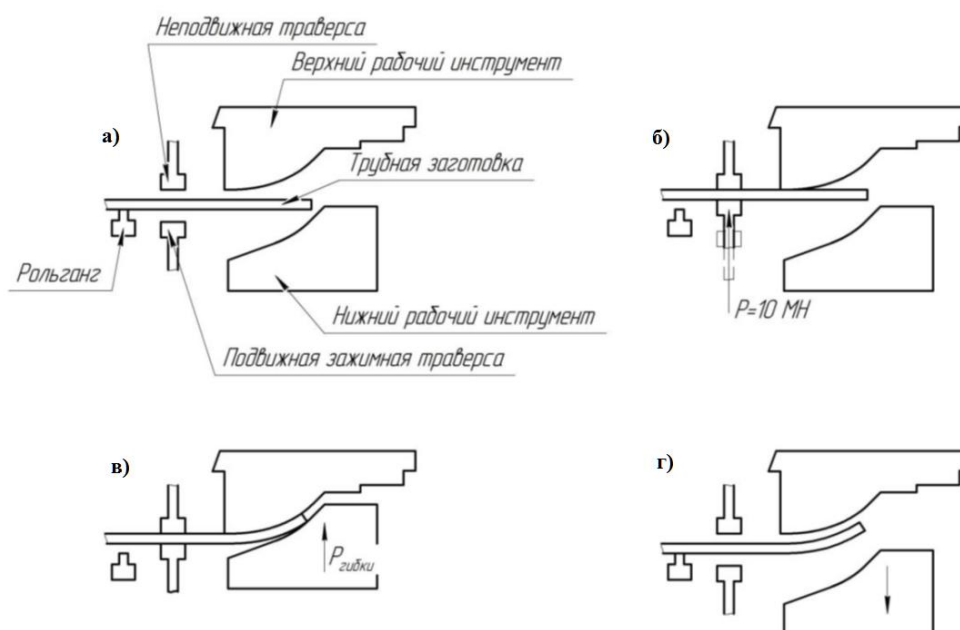


Рисунок 5– Этапы процесса подгибки кромок на кромкогибочном прессе:

- а) лист перемещается по ролямгангу в зону гибки на прессе; б) фиксируется неподвижно с помощью зажимной траверсы; в) с помощью верхнего и нижнего инструмента кромка листа формируется; г) кромка принимает требуемую форму по геометрическим параметрам, процесс закончен

Технология гибки листа заключается в следующем: после позиционирования листа для проведения отгибания система управления запускает рабочий цикл прессы (рисунок 5, а). При этом на левом и правом гибочном блоке одновременно происходит подъем рабочими гидроцилиндрами зажимных и гибочных балок, синхронно с ними подъемные ролики поднимают лист. Подъем листа продолжается до тех пор, пока зажимная балка не подведет его к верхней прижимной неподвижной балке (рисунок 5, б). Далее, зажимные цилиндры создают необходимое для зажатия усилие и гидросистема прессы поддерживает это усилие до окончания гибки. После достижения необходимого давления при зажатии листа рабочие цилиндры продолжают перемещать гибочные балки дальше, при этом происходит процесс отгибания листа нижним инструментом по контуру верхнего инструмента. Формовка продолжается до тех пор, пока усилие гибки не достигает установленного значения (рисунок 5, в). Гидросистема выдерживает давление на протяжении определенного времени и затем разгружает гибочные балки, опуская их в исходное положение. После этого гидросистема производит разгрузку зажимных балок, опуская их в исходное положение (рисунок 5, г). Подъемные ролики синхронно с балками опускают лист на уровень подводящего и отводящего рольгангов. После этого лист перемещается на следующий этап формовки [4].

Использование таких прессов обеспечивает высокое качество подгибки кромок, так как величина плоских участков не превышает 1,0-1,5 толщины стенки листового металла.

Таким образом, при производстве труб диаметром 1220 мм с толщиной стенки 15,2 мм наиболее рациональным способом подгибки кромок листа будет подгибка на гидравлическом прессе, который обеспечивает высокое качество подгибки кромок, что в дальнейшем гарантирует хорошее качество сварного шва трубы.



## 5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ ТРУБ Ø1220 ММ С ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ 15,2 ММ

Схема технологического процесса производства сварных двухшовных труб диаметром 1220 мм из двух полуцилиндров представлена на рисунке 6.

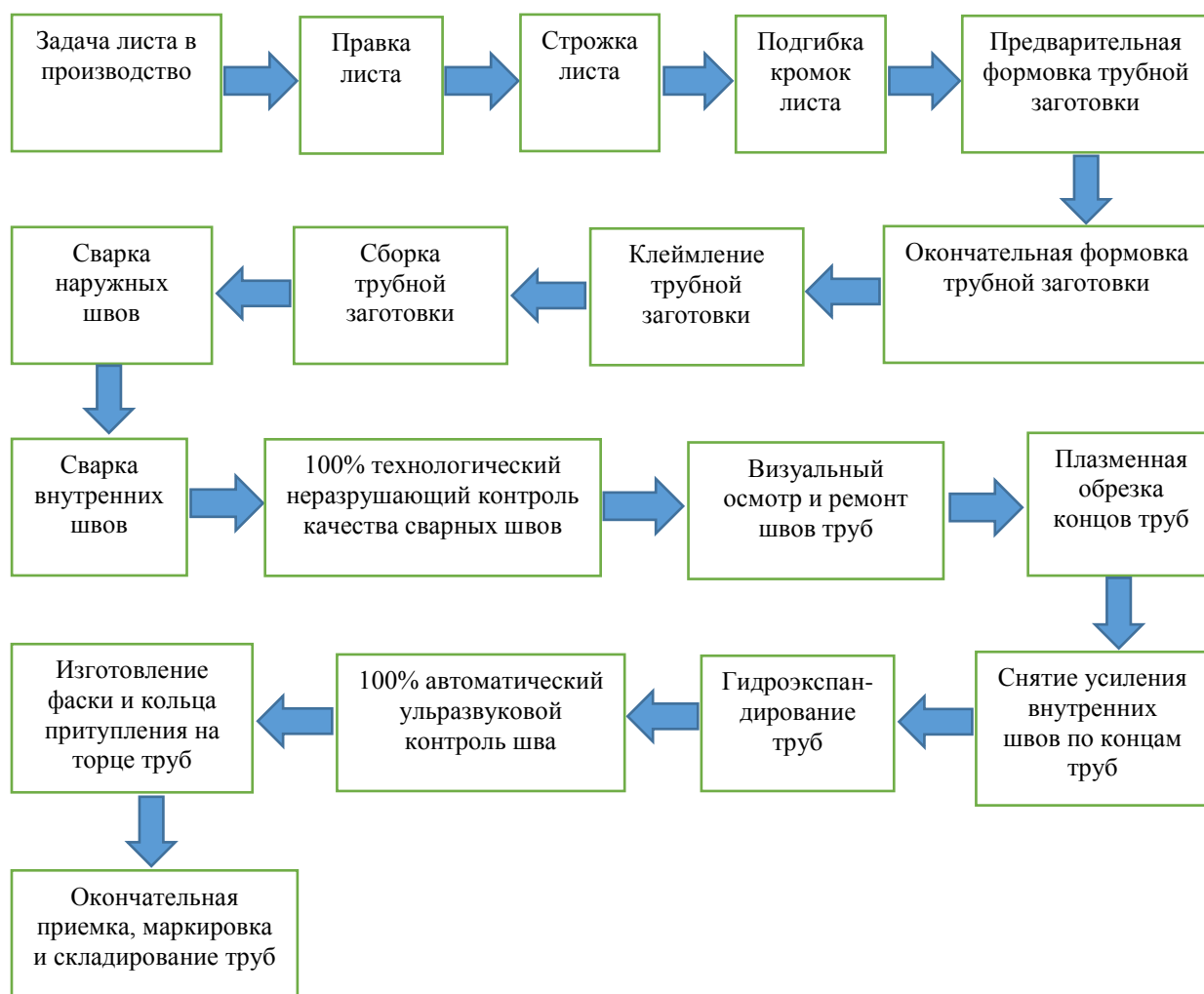


Рисунок 6 - Схема технологического процесса производства сварных двухшовных труб диаметром 1220 мм из двух полуцилиндров

Все технологические операции производства сварных двухшовных труб диаметром 1220 мм осуществляют на следующих основных участках: подготовки листа (листоукладчик, машина зачистки листов, правильная

машина, кромкострогальные станки); формовки (кромкогибочное устройство, пресс предварительной формовки, пресс окончательной формовки); сварки (стан наружной сварки, станы для приварки технологических планок, станы внутренней сварки); отделки (трубоотрезные станки для обрезки торцов и снятия фаски, станки для снятия усиления сварных швов, калибровочно-испытательные прессы).

На рисунке 7 представлена схема расположения технологического оборудования цеха по производству труб большого диаметра.

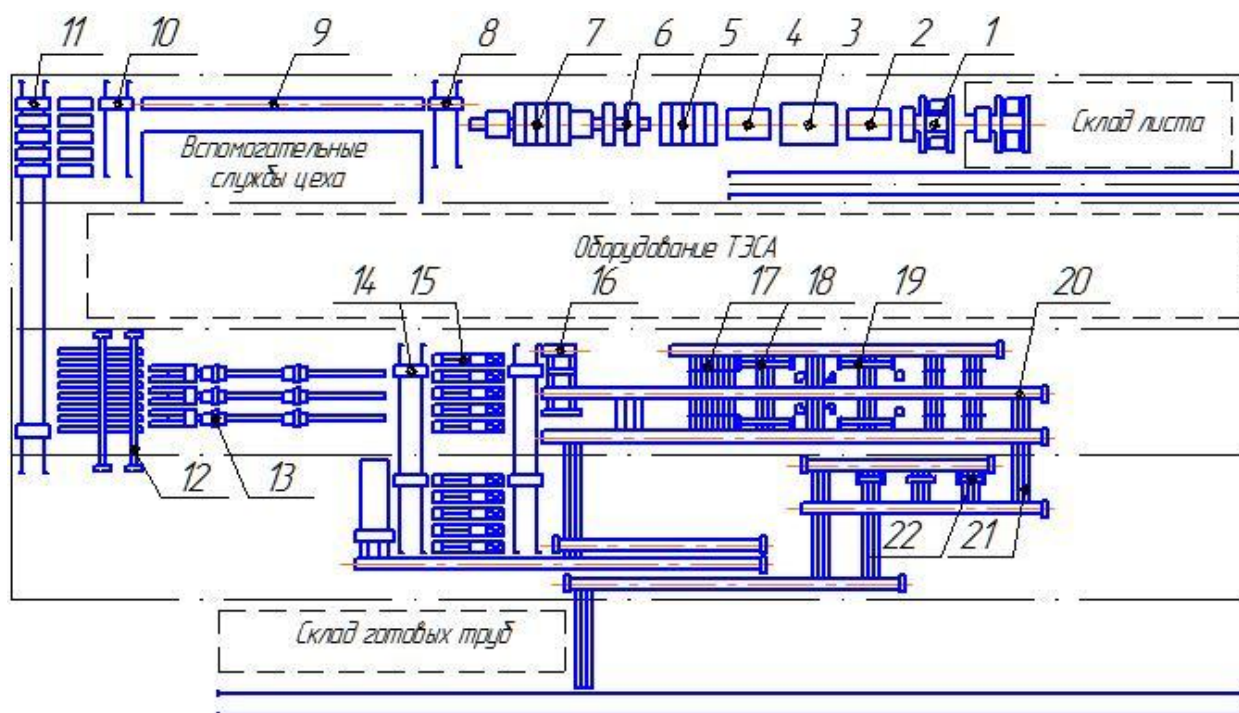


Рисунок 7 – Схема расположения технологического оборудования цеха по производству труб большого диаметра:

1 - приемное устройство; 2 - машина зачистки листов; 3 - девятивалковая правильная машина; 4 - кромкострогальный станок; 5 - кромкогибочное устройство; 6 - пресс предварительной формовки; 7 - пресс окончательной формовки; 8 - тележка; 9 - транспортный рольганг; 10 - распределительная тележка; 11 - транспортная тележка; 12 - приемное устройство; 13 - станы дуговой сварки; 14 - распределительная тележка; 15 - станы дуговой сварки внутреннего шва; 16 - опрокидывающее устройство для удаления шлака;

17 - площадка ремонта труб; 18 - установка плазменной резки; 19 - гидропресс калибровки и испытания труб; 20 - транспортный рольганг; 21 - передаточная решетка; 22 - станки механической резки

### 5.1 Технологические операции производимые на участке подготовки листа

Со склада листов мостовым краном на стеллажи листоукладчика 1 подают пачку листов. После чего магнитным краном снимают со стеллажей из пачки по одному листу и опускают его на ролики рольганга, которыми лист задается в машину для зачистки листов.

На машине зачистки листов 2 с щеточным механизмом осуществляется очистка листа от загрязнений и посторонних предметов, а также отслаивающейся окалины.

Запрещается задача в производство листов, поверхность которых засорена (посторонними предметами, маслом, грязью, шлаком), с наличием влаги, покрытых льдом, снегом, либо листов с наличием на поверхности видимых дефектов металлургического происхождения.

В случае снятия листов с дефектами с линии формовки, лист с помощью магнитного крана транспортируется в отдельный штабель склада листа («Изолятор брака») [3].

После зачистки лист подается к правильной машине 3. Для обеспечения симметрии оси листа с осью правильной машины входной транспортный рольганг на листоукладчике оборудован центрирующим устройством.

Правку осуществляют с помощью девятивалковой правильной машины с шахматным расположением валков. При настройке правильной машины следует установить валки параллельно друг другу таким образом, чтобы расстояние между образующими верхних и нижних валков было на 1-2 мм меньше толщины задаваемого листа. Допускается в зависимости от кривизны листа

увеличивать или уменьшать расстояние между валками на 2 мм. Контроль расстояния между валками в течение смены производится по лимбу на правильной машине.

В процессе правки оператор пульта управления правильной машины обязан постоянно следить за качеством правки, т.е. отсутствием коробоватости, вмятин, изломов и других дефектов; отсутствием на поверхности листов посторонних предметов; состоянием подшипников рабочих валков; поджатием опорных роликов к рабочим валкам машины.

Правкой достигается значительное снижение волнистости, коробоватости и частичное взламывание и удаление окалины. Скорость правки на девятивалковой правильной машине колеблется в пределах от 24 до 48 м/мин при толщине листа до 16 мм [4].

После правки лист с целью придания ему точных размеров по ширине поступает для обрезки кромок на кромкострогальный станок 4.

Обработка продольных кромок листа и их подготовка под сварку производятся на кромкострогальном станке МС-707МУ, который состоит из центрирующего устройства и 18 клеток с тянущими валками. Станок содержит 15 пар строгальных суппортов. На кромкострогальном станке устанавливаются 120 резцов (112 прямых и 8 фасочных), по 60 штук с каждой стороны. Материал режущей части резцов — быстрорежущая сталь Р6М5, державки — сталь 45. Допускается для режущей части резца применять другие марки быстрорежущей стали. В случае появления поджогов, рисков и выкрошенных участков на режущей кромке резцы подлежат замене.

При задаче в кромкострогальный станок, продольную ось листа центрируют с осью станка. Центрирующие ролики устанавливают симметрично оси станка на расстояние между левыми и правыми рядами, равном номинальной ширине листа в состоянии поставки. Предельное отклонение указанного расстояния до +24 мм. Отцентрированный лист по рольгангу поступает в кромкострогальный станок.

Строжку осуществляют путем движения листа относительно неподвижных резцов, установленных по обеим сторонам заготовки. Лист передвигается при помощи клетей с рабочими валками [5].

Ширина листа после строжки приведена в таблице 6. Предельное отклонение от номинальной ширины листа +3,0 мм. Ширину листа рабочий кромкострогального станка с помощью рулетки обязан контролировать не менее 3-х раз в смену, а также при изменении ширины листа и при переходе на другой размер листа.

Таблица 6 - Ширина листа после строжки

Номинальный диаметр трубы, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Номинальная ширина листа, мм
1220	12,0	1880
1220	13,0	1878
1220	14,0	1876
1220	15,0	1875
1220	16,0	1874
1220	17,0	1872
1220	18,0	1871
1220	19,0	1870
1220	20,0	1868
1220	21,0	1867
1220	22,0	1865

## 5.2 Технологические операции производимые на участке формовки

Далее лист задается рольгангом на кромкогибочный пресс 5 (см. рисунок 7), где совершается подгибка кромок листа по радиусу, близкому к радиусу готовой трубы.

Подгибку кромок производят на гидравлическом прессе ПО-046 усилием 35000 кН (3571,5 тс). Кромки на прессе подгибают одновременно по всей длине листа с обеих сторон при помощи рабочего инструмента. Рабочим

инструментом пресса ПО-046 являются матрицы и пуансоны, которые состоят из двух рядов по 4 секции в каждом. В состав пуансона смонтированы вкладыши непосредственно определяющие геометрическую конфигурацию подгибаемых кромок листа [3].

Радиусы гибки матрицы и пуансона пресса ПО-046 в зависимости от толщины листа приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Радиусы гибки матрицы и пуансона пресса ПО-046

Параметр, размерность	Номинальная толщина листа для производства труб Ø1220 мм	
	До 10,9 мм	10,9-22,0 мм
Радиус гибки матрицы, мм.	292,6 / 381,6	322 / 442
Радиус гибки пуансона, мм.	281,6 / 370,5	300 / 420

При сборке пуансона и матриц сменные элементы рабочие участка формовки устанавливаются в одной плоскости. Допускается смещение отдельных элементов пуансона и матриц относительно друг друга – не более 0,5 мм.

В ходе эксплуатации пресса, периодически возникает необходимость извлечения элементов матрицы с целью их замены или переустановки. Данная операция осуществляется путем крепления данных элементов к траверсе в нижнем её положении и последующим её подъёмом возвратными гидроцилиндрами. Максимально допустимый износ боковых поверхностей матриц - 3,0 мм на каждую сторону, пуансонов - 2,0 мм на каждую сторону.

Для обеспечения симметрии оси листа с осью пресса пресс оборудован центрирующим устройством, состоящим из центрователей, перемещающихся по правой стороне пресса с помощью гидравлики, и стационарных центрирующих роликов, установленных по левой стороне пресса. Центрирующие ролики устанавливаются параллельно оси пресса на расстоянии половины ширины листа. Конструкцией пресса допускается отклонение

продольной оси листа от продольной оси пресса не более 3 мм [3].

Фотография кромкогибочного пресса представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Фотография кромкогибочного пресса ПО-046

Далее лист корытообразной формы подается в гидравлический пресс предварительной формовки 6 (см. рисунок 7), в котором ему придается U-образная форма за один проход траверсы. Схема процесса предварительной формовки изображена на рисунке 9.

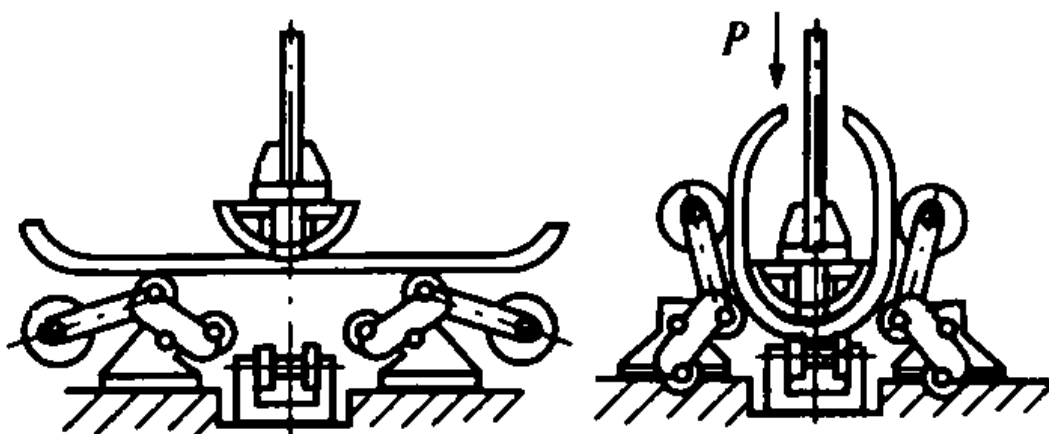


Рисунок 9 - Схема процесса предварительной формовки

Предварительную формовку заготовок при производстве труб диаметром

1220 мм с толщиной стенки от 10 до 16 мм выполняют в прессе ПО-960 мощностью 19600 кН (2000 тс) при помощи пуансона, имеющего полуцилиндрическую форму с радиусом 393 мм и симметрично расположенных относительно оси пресса кулисных механизмов, снабженных двумя рядами гибочных роликов [3].

При сборке пуансона сменные секции штампов должны находиться в одной горизонтальной плоскости. Смещение отдельных секций штампов относительно друг друга – не более 1,5 мм. Оси роликов гибки, при поднятой траверсе, должны находиться на одном уровне с допустимым отклонением между осями соседних роликов не более 3 мм.

При задаче листа задающим транспортером в пресс предварительной формовки, продольную ось заготовки центрируют с осью пресса. Балки с центрирующими роликами устанавливают симметрично оси пресса, на расстоянии между левой и правой балками, равном номинальной ширине заготовки. Отцентрированную заготовку подают в пресс предварительной формовки. Для обеспечения симметрии оси заготовки с осью пресса последний оборудован центрирующим устройством, состоящим из центрователей, перемещающихся по правой стороне пресса с помощью гидравлики, и стационарных центрирующих роликов, установленных по левой стороне пресса. Оси кулис должны находиться на одинаковом расстоянии от оси пресса. При производстве труб диаметром 1220 мм расстояние между осями кулис в исходном положении  $1130\pm 5$  мм. Подвижная траверса пресса ПО-960 должна быть параллельна нижней балке станины. Выходящая из пресса заготовка должна иметь расстояние между кромками 980-1180 мм. Пресс ПО-960 изображен на рисунке 10.





Рисунок 10 - Фотография прессы ПО-960

Окончательную формовку полуцилиндров выполняют на прессы ПО-753М мощностью 350000 кН (35000 тс) обжатием в пределах 0,2-0,6%. На прессы окончательной формовки 7 (см. рисунок 7) происходит обжатие заготовки с целью придания ей формы полуцилиндра [3]. Пресс ПО-753М изображен на рисунке 11.



Рисунок 11 - Фотография прессы ПО-753М

Формовку выполняют при помощи сменных нижних вкладышей и верхнего штампа. Внутренний диаметр нижних вкладышей при производстве труб диаметром 1220 мм, с толщиной стенки до 16 мм равен 1180 мм. Максимально допустимый износ боковых поверхностей нижних вкладышей 3,0 мм на каждую сторону. При смятии опорной поверхности концевых вкладышей на эту поверхность разрешается устанавливать прокладки толщиной не более 3,0 мм.

Величину обжатия определяют размерами формующего инструмента. Величина усилия прессы окончательной формовки (ПО-753М) трубных заготовок из марок сталей различных классов прочности приведена в таблице 8. Таблица 8 - Величина усилия прессы окончательной формовки трубных заготовок

Номинальная толщина стенки, мм	Усилие прессы при формовке листовой стали в зависимости от класса прочности, МН					
	К52		К55		К60	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
10,0	98,5	125,9	106,8	134,1	131,4	158,8
11,0	108,3	138,4	117,3	147,4	144,4	174,5
12,0	118,1	150,8	127,9	160,7	157,4	190,2
13,0	127,8	163,3	138,4	173,9	170,4	205,9
14,0	137,5	175,7	149,0	187,1	183,3	221,5
15,0	147,2	188,1	159,5	200,3	196,3	237,1
16,0	156,9	200,4	169,9	213,5	209,2	252,7
17,0	166,5	212,8	180,4	226,7	222,0	268,3
18,0	176,2	225,1	190,9	239,8	234,9	283,9
19,0	185,8	237,4	201,3	252,9	247,8	299,4
20,0	195,4	249,7	211,7	266,0	260,6	314,9
21,0	205,0	262,0	222,1	279,1	273,4	330,3
22,0	214,6	274,2	232,5	292,1	286,1	345,7

Полуцилиндры, на которых обнаружены раковины, вкаты, расслоение или другие дефекты металлургического происхождения после прессы окончательной формовки предъявляются контрольному мастеру для перевода в пониженное качество. Внутри указанных полуцилиндров краской красного

цвета наносят поперечную полосу длиной около 500 мм на расстоянии не ближе 50 мм от кромки заготовки. Контролер службы контроля качества оформляет перевод полуцилиндров с дефектами металла в пониженное качество.

Полуцилиндры с дефектами металла задают в производство спаренными друг с другом. Трубы, изготовленные из этих полуцилиндров, принимают по ТУ 14-3-1160 или ГОСТ 10706.

После окончательной формовки на трубных заготовках на расстоянии не менее 500 мм от заднего конца по ходу потока (определяется визуально) и на расстоянии 50-250 мм от продольной кромки (определяется визуально), клеймовочная машина клеймами наносит маркировку, в которой указывается товарный знак завода изготовителя трубы, клеймо технического контроля, индекс марки стали, условное обозначение года изготовления трубы с индексом завода-поставщика листа и номер трубы [3].

Во избежание комплектования полуцилиндров разных длин на рольганге клеймовочной машины установлен измеритель длины полуцилиндров. На табло измерителя длины устанавливается длина листа в состоянии поставки. При определении длины полуцилиндра, отличающейся от заданной, сортировщик краской наносит на полуцилиндр дополнительную маркировку.

Замаркированные полуцилиндры передвижным однониточным рольгангом 9 (см. рисунок 7) передают в галерею, по которой они транспортируются на двухниточный передвижной рольганг 10 (см. рисунок 7). Двухниточный передвижной рольганг распределяет полуцилиндры на выходные рольганги. С выходных рольгангов полуцилиндры передаются на шестиниточный передвижной рольганг 11 (см. рисунок 7), который по рельсовому пути транспортирует полуцилиндры на участок сварки [3].

### 5.3 Технологические операции производимые на участке сварки

Трубные полуцилиндры с входных рольгангов поступают на рольганги укладчика полуцилиндров 12 (см. рисунок 7). После проведения необходимой сортировки полуцилиндры передаются на последующую секцию рольгангов, где с помощью выравнивающего устройства кромки полуцилиндров устанавливаются в одной горизонтальной плоскости и поступают в сборочное устройство.

Выровненные заготовки поступают в сборочное устройство, которое предназначено для сборки двух полуцилиндров и подачи их в стан дуговой сварки для наложения первого наружного шва. Сборочное устройство изображено на рисунке. 12.

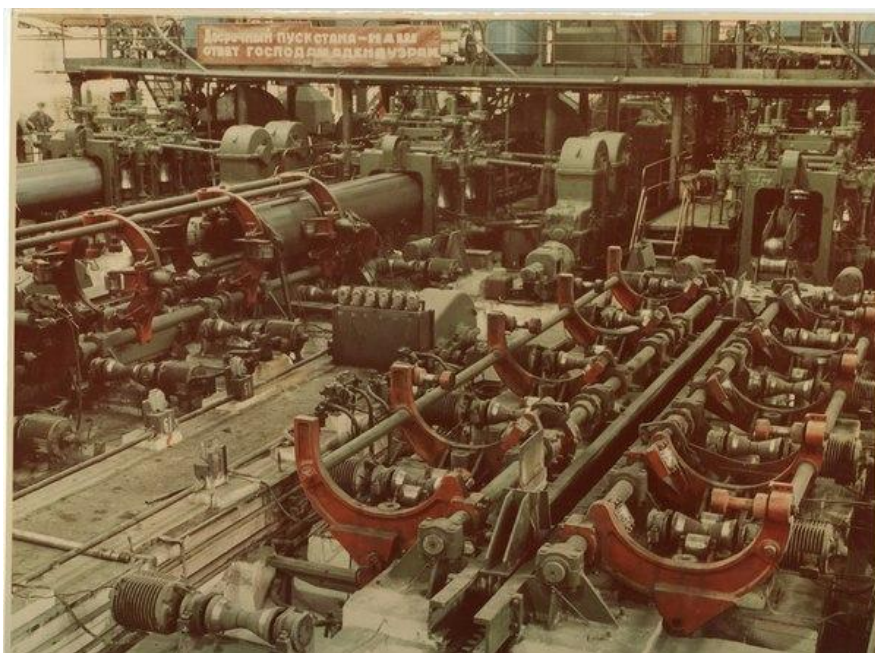


Рисунок 12 - Фотография сборочного устройства

Доформовку, сведение кромок двух полуцилиндров и сварку одного продольного шва выполняют в первом стане наружной сварки 13 (см. рисунок 7). Второй наружный шов накладывают во втором стане наружной сварки [6].

Стан состоит из входного и выходного рольгангов, блока клетей,

сварочного автомата и блока со сварочной и флюсовой аппаратурой.

Блок клетей имеет три клетки с горизонтальными приводными валками и две клетки с вертикальными неприводными валками сварочной клетки, токосъемники, направляющие ножи первой и второй клетки с вертикальными валками. Первая клетка с горизонтальными валками служит для подачи заготовок в зону сварки и сборки. В клетях с вертикальными валками осуществляется доформовка и сведение кромок трубной заготовки.

Сварочная клетка служит для качественной сборки заготовки и плотного прижатия кромок заготовки к медным пластинам гусеничного башмака во избежание прожога и протекания жидкого металла в процессе сварки. Клетка состоит из двух вертикальных станин, девяти роликовых обжимов с прижимами, четырех токосъемников, шести ребер жесткости и четырех пар нажимных механизмов для настройки сварочной клетки.

Сварка наружных швов труб осуществляется четырехдуговой сварочной головкой. Все дуги горят в одну ванну. Мундштуки расположены: первый под углом –  $(7\pm 3)^\circ$ , второй – под углом  $(7\pm 3)^\circ$ , третий – под углом  $(30\pm 3)^\circ$ , четвертый – под углом  $(40 \pm 3)^\circ$ , причем первый электрод устанавливается "углом назад", а остальные "углом вперед". Вылет электродов по вертикали – 30-35 мм, расстояние между 1 и 2 электродами от 16 до 20 мм, между 2 и 3 электродами от 16 до 20 мм, между 3 и 4 электродами от 18 до 22 мм. Первый электрод питается постоянным током от двух параллельно подключенных выпрямителей типа DC-1000, остальные электроды питаются переменным током от трансформаторов типа AC-1500. Источник питания постоянного тока должен обеспечивать регулировку тока в пределах 500–1300А, при напряжении от 25 до 50 В, источники питания переменным током должны обеспечивать регулировку тока в пределах 500–1500А при напряжении от 25 до 50 В [6].

Режимы сварки наружного рабочего шва приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Режимы четырехдуговой сварки наружных швов

Толщина стенки, мм	Режимы сварки				
	I дуга		II дуга		Скорость сварки, м/час
	Сила тока, А	Напряжение, В	Сила тока, А	Напряжение, В	
10,0-10,9	800-850	32-36	750-800	34-36	150-160
11,0-11,9	850-900	32-36	750-800	34-36	145-155
12,0-12,9	900-950	32-36	780-830	34-36	145-155
13,0-13,9	950-1000	32-36	800-850	34-36	130-140
14,0-14,9	1000-1050	32-36	820-870	34-36	125-135
15,0-15,9	1050-1100	32-36	850-900	34-36	125-135
16,0-16,9	1100-1150	32-36	920-970	34-38	125-130
17,0-17,9	1180-1230	32-36	920-970	34-38	115-125
18,0-18,9	1180-1230	32-36	920-970	34-38	115-125

Окончание таблицы 9

Толщина стенки, мм	Режимы сварки				
	III дуга		IV дуга		Скорость сварки, м/час
	Сила тока, А	Напряжение, В	Сила тока, А	Напряжение, В	
10,0-10,9	680-730	38-42	620-670	40-44	150-160
11,0-11,9	680-730	38-42	620-670	40-44	145-155
12,0-12,9	730-780	38-42	650-700	40-44	145-155
13,0-13,9	750-800	38-42	670-720	40-44	130-140
14,0-14,9	770-820	38-42	700-750	40-44	125-135
15,0-15,9	800-850	38-42	720-770	40-44	125-135
16,0-16,9	800-850	38-42	720-770	40-44	125-130
17,0-17,9	850-900	38-42	800-850	42-46	115-125
18,0-18,9	850-900	38-42	800-850	42-46	115-125

Сварку проводят электродной проволокой диаметром 4-5 мм. Высокие скорости сварки (до 200 м/ч) достигаются за счет применения пемзовидного флюса марки АН-60. Скорость подачи электродной проволоки может изменяться в пределах 60-300 м/ч. Варианты использования сварочной проволоки и сварочных флюсов при производстве труб из различных марок сталей приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Варианты использования сварочной проволоки и флюсов

Марка стали	Наружный шов		Внутренний шов	
	Марка сварочной проволоки	Марка сварочных флюсов	Марка сварочной проволоки	Марка сварочных флюсов
17Г1С-У	СВ-08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается UV309P, ОР 132	СВ-08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается UV309P, ОР 132
13ГС, 13Г1С-У, 09ГСФ, 12ГСБ	СВ-08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo		СВ-08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	
20	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	АН-60	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	АН-60
12Г2С, 09Г2С, 13ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 12ГСБ, 13ГСУ, 08ГБЮ, 13Г1С-У, 09ГБЮ, 12Г2СБ, 09Г2ФБ, 10Г2ФБЮ	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается UV309P, ОР 132	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается UV309P, ОР 132
06ГФБАА	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается UV309P	СВ-08ГНМ, допускается S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650-20/80, допускается* UV309P

Окончание таблицы 10

Марка стали	Наружный шов		Внутренний шов	
	Марка сварочной проволоки	Марка сварочных флюсов	Марка сварочной проволоки	Марка сварочных флюсов
09Г2С, 17Г1С 17Г1С-У, 12ГСБ, 13ГС 05Г1Б, 13Г1С-У, 12Г2СБ, 10Г2ФБЮ, 08Г1НФБ	При t испытания не ниже -15°C СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132	При t испытания не ниже -15°C СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132
	При t испытания ниже -15°C: <u>Для S&lt;15 мм</u> S2Mo; <u>Для S≥15 мм</u> S2Mo, Допускается S2Mo (1 дуга), S3MoTiB(2,3,4 дуга)		При t испытания ниже -15°C: <u>Для S&lt;15 мм</u> S2Mo; <u>Для S≥15 мм</u> S2Mo, Допускается S2Mo (1 и 3 дуга), S3MoTiB (2 дуга)	
17Г1С-У, 13ГС, 13Г1С-У, 09ГСФ, 12ГСБ, 12Г2СБ, 08Г1НФБ, 10Г2ФБЮ	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132
09ГСФ	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132
08ГБЮ 09ГБЮ 12ГСБ 12Г2СБ	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo <sup>1,2</sup>	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132	СВ- 08Г1НФАА, допускается СВ-08ГНМ, S2Mo	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80, допускается UV309P, ОР 132
Ст2, Ст3, Ст3кп, Ст3сп, Ст3пс	Св-08ГА, допускается СВ- 08Г1НФАА	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80	Св-08ГА, допускается СВ- 08Г1НФАА	Керамический флюс ФСА ЧТ А 650- 20/80



Флюсовая аппаратура стана состоит из флюсоаппарата, воздушной и флюсовой систем и служит для подачи флюса в зону сварки, уборки флюса для дальнейшего использования, а также для отсоса газа и пыли в процессе работы.

Шлаковая корка отделяется от сварного шва по мере его охлаждения. С поверхности трубы корка после сварки первого наружного шва удаляется путем поворота трубы на  $180^{\circ}$  в результате чего шлаковая корка сползает по телу трубы и падает на ленточный транспортер по средством, которого корка попадает в приемную коробку.

После окончания сварки первого наружного шва труба подъемно-поворотными роликами разворачивается на  $180^{\circ}$  и транспортируется на второй стан наружной сварки для сварки второго наружного шва. После сварки второго наружного шва шлаковая корка удаляется сжатым воздухом при передаче трубы с самоходной тележки на выходной рольганг [6].

Сваренная двумя наружными швами заготовка поступает на стан дуговой сварки внутренних швов 15 (см. рисунок 7). Такой стан состоит из тележки для подачи свариваемой трубы, эстакады, по которой передвигается тележка, штанги, на конце которой смонтированы сварочные головки и балкона, где размещена сварочная и флюсовая аппаратура.

Труба, поданная по рольгангу, останавливается упором под тележкой, подхватывается люльками тележки и поднимается ими на уровень штанги. Люльки оборудованы механизмом поворота, который поворачивает трубу швом к низу. После этого труба надвигается на штангу с помощью тележки, перемещающейся по эстакаде. Сварочная и флюсовая аппаратура включается, затем происходит сварка шва трубы.

Сварка внутренних швов труб осуществляется трехдуговой сварочной головкой фирмы «Uhrhan-Schwill». На сварочных головках фирмы «Uhrhan-Schwill» мундштуки расположены: первый - под углом назад -  $(7\pm 3)^{\circ}$ , второй - под углом вперед  $(10\pm 3)^{\circ}$ , третий - под углом вперед  $(45\pm 3)^{\circ}$ . Вылет электродов – 30-35 мм, расстояние между первым и вторым электродами 30-35

мм, между вторым и третьим электродами 16-20 мм. Первый электрод питается постоянным током, второй и третий электроды – переменным током. Источник питания постоянного тока должен обеспечивать регулировку тока в пределах 500-1500А при напряжении от 16 до 46 В, а источники питания переменным током должны обеспечивать регулировку тока в пределах 500-1500А при напряжении от 20 до 44 В [6].

Режимы сварки внутренних швов приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Режимы сварки внутренних швов труб

Толщина стенки, мм	Режимы сварки						Скорость сварки, м/час
	I дуга		II дуга		III дуга		
	Сила тока, А	Напряжение, В	Сила тока, А	Напряжение, В	Сила тока, А	Напряжение, В	
10,0-10,9	720-780	32-34	680-730	36-38	630-700	38-42	105-115
11,0-11,9	780-830	32-36	700-750	38-40	650-700	40-44	105-115
12,0-12,9	800-850	34-36	750-800	38-40	650-700	40-44	105-115
13,0-13,9	900-950	34-36	820-870	38-42	730-780	42-44	120-125
14,0-14,9	920-970	34-38	850-900	38-42	730-780	42-44	120-125
15,0-15,9	950-1000	34-38	850-900	38-42	800-850	42-44	120-125
16,0-16,9	1000-1050	34-38	900-950	38-42	800-850	42-44	120-125
17,0-17,9	1100-1150	34-36	970-1020	38-42	850-900	42-44	115-120
18,0-18,9	1100-1150	34-36	970-1020	38-42	850-900	42-44	115-120

Сварка труб осуществляется сварочными материалами в соответствии с таблицей 10.

Для удаления шлаковой корки и остатков флюса с внутренней поверхности трубы, после сварки первого внутреннего рабочего шва труба однониточным передвижным рольгангом передается на установку опрокидывания трубы 16 (см. рисунок 7). Работу по удалению шлаковой корки и остатков флюса на установке осуществляет оператор.

После удаления шлаковой корки трубы этим же рольгангом

возвращаются на станы внутренней сварки труб для сварки второго внутреннего шва. Конструкция оборудования и технология наложения второго шва аналогичны рассмотренной.

Охлаждение швов и очистка внутренней поверхности трубы от остатков флюса и шлаковой корки после сварки внутренних рабочих швов проводится на установке гидравлической промывки внутренней поверхности трубы.

#### 5.4 Технологические операции производимые на участке отделки

После промывки труба передается на установки 100% технологического неразрушающего контроля качества сварных швов по всей длине.

Все трубы поступают на технологический автоматизированный ультразвуковой контроль (ТАУЗК) качества сварных соединений. Дефектоскопист ТАУЗК заносит номера всех проконтролированных труб в «Журнал ультразвукового контроля труб» с обязательной отметкой результатов контроля. В случае обнаружения дефекта данный участок сварного соединения отмечается мелом, рядом пишется номер клейма дефектоскописта ТАУЗК и труба направляется на установку технологического автоматизированного рентгенотелевизионного контроля (ТАРТК) для оценки характера и допустимости обнаруженного дефекта [7].

При обнаружении недопустимого дефекта труба назначается на ремонт. На трубах, годных по результатам ТАРТК, дефектоскопист мелом ставит номер личного клейма. Номера всех проконтролированных труб, клейма дефектоскопистов и сведения о недопустимых дефектах заносятся в «Журнал регистрации результатов РТК».

Все трубы после технологического контроля сварных швов с клеймами дефектоскопистов ТАУЗК и ТАРТК поступают на площадки ремонта труб 17 (см. рисунок 7) для контроля качества визуальным осмотром и исправления дефектов основного металла и сварных швов. При этом трубу устанавливают

швом в верхнее положение.

Контролер службы контроля качества на ремонтной площадке производит осмотр внутренней и наружной поверхности труб, разметку обрезки концевых участков труб, разметку дефектных участков с указанием вида ремонта.

В случае обнаружения дефекта по основному металлу или сварному соединению контролер службы контроля качества отмечает место дефекта мелом на трубе. После чего производится исправление дефектов на сварочных станах или ремонтных площадках.

После выполненного ремонта труба вновь осматривается контролером службы контроля качества, после чего принимается.

При отсутствии дефектов, на концевые участки наружной поверхности трубы контролером службы контроля качества наносится белой краской номер трубы, после чего труба направляется для дальнейшей обработки по технологическому потоку [7].

Далее производится плазменная обрезка концов труб на установках плазменной резки 18 (см. рисунок 7).

Обрезку концов труб производят резчики трубных заготовок на специальной установке воздушно-плазменной резки струей плазмы, получающейся в результате горения электрической дуги постоянного тока в потоке плазмообразующего газа - воздуха.

Обрезка производится по разметке, нанесенной контролером службы контроля качества на ремонтной площадке.

Далее производится снятие усиления внутреннего шва, которое выполняет фрезеровщик на фрезерных станках типа МС-615.

В качестве режущего инструмента применяют фрезы торцевые насадные по ГОСТ 24359 и ГОСТ 24360 с многогранными пластинками из твердого сплава Т5К10.

Перед фрезерованием, каждую трубу и фрезу устанавливают так, чтобы

усиление шва снималось равномерно, без зарезов.

Усиление внутреннего шва снимают на длине не менее 150 мм с обоих концов трубы. Усиление внутреннего шва должно быть плавно снято до величины не более 0,5 мм.

При снятии усиления концов внутреннего шва заподлицо допускается наличие следов фрезы рядом со сварным швом, при этом толщина стенки трубы не должна выходить за пределы допустимых значений.

На снятом усилении шва не допускается наличие заусенцев, зарезов и других дефектов. В случае необходимости шов зачищают шлифовальной машиной [7].

Экспандирование газонефтепроводных труб на гидравлических прессах-расширителях с неснятым усилением внутреннего сварного шва не допускается.

Далее труба по транспортному ролюгангу переходит на участок калибровки и испытания труб 19 (см. рисунок 7).

Наиболее современным способом правки и калибровки, а также упрочнения труб является экспандирование на прессах-расширителях. Пресс-расширитель П-89 (экспандер), предназначенный для калибровки сварных труб методом раздачи внутренним гидравлическим давлением и последующего гидравлического испытания, позволяет калибровать трубы по всей длине с одновременным упрочнением и правкой. Экспандер состоит из двух силовых головок 10 МН каждая, связанных между собой четырьмя колоннами, и раскрывающегося штампа, предназначенного для калибровки труб. При гидравлической раздаче силовые головки надвигаются с двух сторон на трубу, раздают ее конусами, калибруя и уплотняя тем самым концы труб перед наполнением трубы водой. Одновременно вся труба закрывается разъемными полуштампами, внутренний диаметр которых в закрытом состоянии равен требуемому наружному диаметру готовой трубы. Для наполнения трубы водой под давлением 0,3 МПа и выпуска вытесняемого воздуха в одном из конусов

имеются специальные отверстия. По окончании заполнения воздухопускной клапан запирается и по наполнительному трубопроводу подается вода высокого давления [8]. Схема гидравлической раздачи труб изображена на рисунке 13.

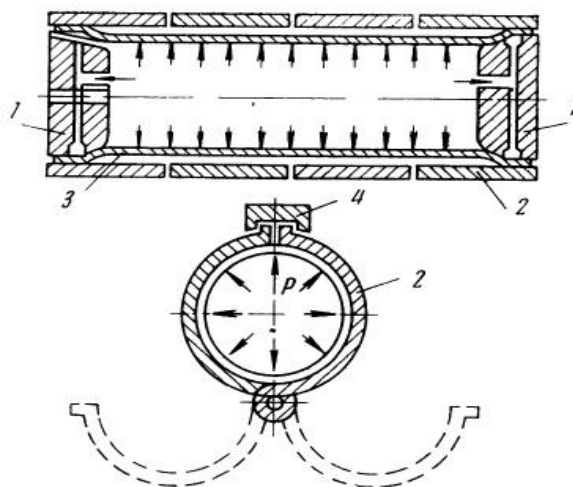


Рисунок 13 - Схема гидравлической раздачи труб:

1- силовые головки; 2- разъемный штамп; 3- труба; 4- замок

При достижении величины давления, вызывающего появление в стенках трубы напряжений, равных пределу текучести металла, происходит пластическая деформация, сопровождающаяся расширением трубы по диаметру. В процессе калибровки давлением труба укорачивается, и силовые головки движутся за торцами укорачивающейся трубы. Время выдержки трубы под давлением составляет 20 с.

Величина давления зависит от марки стали, геометрических размеров труб (диаметра и толщины стенки) и заданной степени деформации. В зависимости от этих характеристик давление раздачи сварных газопроводных труб большого диаметра может колебаться в пределах 7-15 МПа.

При расширении труба прилегает к полуштампам, в результате чего осуществляется ее калибровка и правка.

Обычно величина экспандирования не превышает 1,2-1,5 % [8].

После раздачи давление сбрасывают до величины испытательного давления, раскрывают полуштампы и трубу подвергают гидравлическому

испытанию также в течении 20 с. Во время выдержки испытательным давлением трубу обстукивают по длине испытательными молотками. Трубы считаются выдержавшими испытание, если при этом не будет обнаружено течи, запотевания или остаточных деформаций, выводящих размеры труб за пределы допусков. Давление гидроиспытания газопроводных труб составляет 6,5-8,5 МПа. Трубы не выдержавшие гидравлического испытания вследствие наличия дефектов в сварных швах, подвергают ремонту и повторному испытанию [8].

Все трубы после экспандирования проходят 100%-й автоматический ультразвуковой контроль сварных швов. При обнаружении недопустимых дефектов трубы возвращают на ремонтные площадки для исправления дефектов. Оценка допустимости дефектов, выявленных автоматическими ультразвуковыми установками, производится ручным ультразвуковым дефектоскопом.

При отсутствии в сварных швах недопустимых дефектов трубы направляют на станки механической резки 22 (см. рисунок 7), на которых происходит изготовление фаски и кольца притупления на торце труб.

Снятие фаски и обработку торцового кольца притупления после экспандирования выполняет резчик труб и заготовок на трубообрезных станках типа КЖ 9116Ф1 при неподвижной трубе и вращающихся резцах.

В качестве режущего инструмента применяют резцы:

- для обычной фаски – фасочный Р5-94,;
- для двугловой фаски – фасочный Р1-04;
- для притупления – Р3-94, Р47-94,

Концы газонефтепроводных труб и труб общего назначения по ТУ 14-3-1160, ГОСТ 10704, ГОСТ 10708 должны иметь фаски под углом 25-30 градусов.

Величина притупления для труб по ТУ 14-ЗР-03, ТУ 14-ЗР-04 должна быть в пределах 1,0-2,6 мм.

Фаска и притупление торца трубы после обработки должны быть гладкими: без рисков, заусенцев и забоин. Заусенцы, получающиеся при механической обработке торцов труб, по внутренней поверхности зачищают

напильником работники цеха [8].

Трубы, прошедшие все технологические операции, передаточным рольгангом передают на площадку окончательной сдачи. Основанием того, что труба прошла все технологические операции, является отметка с номером трубы в журнале, находящимся на каждом этапе технологического потока, отсутствие каких-либо меловых отметок.

На площадке окончательной сдачи труб работники осуществляют следующие операции:

- измеряют фактическую длину труб рулеткой, при этом величину фаски обеих сторон трубы включают в длину трубы;
- измеряют косину реза угольником поверочным типа УШ-1600;
- проверяют трубы на установке «Магнископ Т1200» люминесцентным магнитопорошковым контролем на наличие расслоений, выходящих на торцевую поверхность трубы;
- внешним осмотром контролируют качество изготовления и соответствие требованиям технических условий и стандартов, поступивших труб;
- проверяют качество и правильность клеймовки труб, выполненной за прессом окончательной формовки и контролерами службы контроля качества на инспекционных площадках;
- наносят маркировку труб;
- в обязательном порядке удаляют все меловые отметки нанесенные на предыдущих технологических операциях.

Трубы складировать строго по размерам (диаметрам, толщине стенок), маркам и назначению. Запрещается складировать в одном штабеле трубы различного назначения и разного сортамента. Трубы, изготовленные из низколегированных марок сталей и принятые по ГОСТ 10706, складировать в отдельном штабеле.



## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Производственная мощность цеха, работающего по предлагаемому технологическому процессу производства прямошовных труб большого диаметра, составляет 300000 тн стали (65000 шт. труб) в год.

Технико-экономические показатели работы гидравлического прессы окончательной формовки ПО-753М, расположенного на участке формовки, за один календарный месяц приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Баланс времени и производительности прессы окончательной формовки

Категория простоев	Единицы измерения	За календарный месяц			
		Плановое значение		Фактическое значение	
		План	%	Факт	%
Календарное время работы	сутки	31,00		31,00	
Календарное время работы	часы	744,00		744,00	
Планово-предупредительный ремонт	сутки	0,83		0,67	
Планово-предупредительный ремонт	часы	20,00		16,00	
Капитальный ремонт	сутки	6,00		5,50	
Капитальный ремонт	часы	144,00		132,00	
Номинальное время работы	сутки	24,17		24,83	
Номинальное время работы	часы	580,00		596,00	
Текущие простои к номинальному времени	часы	116,29	20,05	245,46	41,19
Фактическое время работы	часы	463,71	79,95	350,54	58,81

## Окончание таблицы 12

Категория простоев	Единицы измерения	За календарный месяц			
		Плановое значение		Фактическое значение	
		План	%	Факт	%
Прокат (в металле)	тонн			16166,03	
Производительность (в металле)	тонн/час			46,12	
Коэффициент использования оборудования		0,800		0,588	

Показатели производительности ТЭСА 1220 приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Производительность ТЭСА 1220

Толщина стенки, мм	Длина свариваемых труб, м	Скорость сварки, м/мин	Время сварки одного шва, мин	Вспомогательное время на одну трубу, мин
10,0-10,9	12,4	2,33	5,32	4,2
11,0-11,9	12,4	2,42	5,12	4,2
12,0-12,9	12,4	2,42	5,12	4,2
13,0-13,9	12,4	2,25	5,51	4,2
14,0-14,9	12,4	2,17	5,71	4,2
15,0-15,9	12,4	2,17	5,71	4,2
16,0-16,9	12,4	2,13	5,82	4,2
17,0-17,9	12,4	2,08	5,94	4,2
18,0-18,9	12,4	2,00	6,20	4,2
19,0-19,9	12,4	1,96	6,33	4,2
20,0-20,9	12,4	1,92	6,46	4,2
21,0-22,00	12,4	1,92	6,46	4,2

Окончание таблицы 13

Толщина стенки, мм	Общее время сварки 1 трубы	Производительность		
		Часовая, шт		В смену, шт
		1 стан	3 стана	3 стана
10,0-10,9	14,84	4,04	12,12	135,7
11,0-11,9	14,44	4,16	12,48	139,8
12,0-12,9	14,44	4,16	12,48	139,8
13,0-13,9	15,22	3,94	11,82	132,4
14,0-14,9	15,62	3,84	11,52	129,0
15,0-15,9	15,62	3,84	11,52	127,3
16,0-16,9	15,84	3,79	11,37	125,0
17,0-17,9	16,12	3,72	11,16	121,3
18,0-18,9	16,60	3,61	10,83	119,6
19,0-19,9	16,86	3,56	10,68	119,6
20,0-20,9	17,12	3,50	10,50	117,6
21,0-22,00	17,12	3,50	10,50	117,6

Можно утверждать, что производительность главным образом зависит от скорости сварки швов, в связи с этим, мероприятия по увеличению производительности цеха, будут заключаться в увеличении скорости сварки швов труб.

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Здание цеха расположено на ровной площадке без уклонов, со свободными подъездными путями. Здание отделено от жилых построек санитарно-защитной зоной (СЗЗ) шириной 500 м, что соответствует требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, т.к. завод относится ко второму

классу предприятий. Вокруг здания цеха предусмотрена полоса озеленения шириной 50 м. Здание располагается под углом 60° (с подветренной стороны от жилого района) к направлению преобладающих ветров [9].

На крыше цеха над каждым пролетом, предусматривается светоаэрационный фонарь с вертикальным остеклением, оборудованный ветрозащитными панелями. Продольные оси аэрационных фонарей и стен здания с проемами, используемых для аэрации, ориентируются перпендикулярно к преобладающему направлению ветра летнего периода года. По периметру наружных стен цеха на кровле предусмотрено ограждение высотой 0,9 м, а для доступа на крышу - пожарные наружные лестницы.

Для периодического отдыха рабочих предусмотрены места отдыха не далее 45 м от рабочих мест.

Согласно требованиям СНиП 31-03-2001 «Производственные здания» в цехе предусмотрены переходные дорожки, переходы и эстакады. В здании установлен внутренний противопожарный водопровод.

В трубоэлектросварочном цехе установлено различное основное и вспомогательное механическое оборудование, движущиеся части и узлы которого представляют определенную опасность, так как непредусмотренный контакт с ними может вызвать травмы. Это рабочие инструменты участков подготовки листа и формовки, манипуляторы и кантователи, рольганги и т.д.

Технологический процесс на различном оборудовании цеха характеризуется наличием тепла, а также вредных выбросов в воздух рабочей зоны. В связи с наличием перепада температур на различных участках цеха возникают неблагоприятные микроклиматические условия [9].

Воздействие указанных факторов на организм работающих может оказать вредное влияние на состояние здоровья. Микроклиматические условия, не соответствующие нормируемым СанПин 2.2.4.548-96, могут провоцировать возникновение заболеваний, связанных с понижением общей сопротивляемости организма (простудные заболевания) [9].

## 7.1 Техника безопасности

### 7.1.1 Безопасность техпроцессов

Безопасность техпроцессов осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.3.002 «Общие требования безопасности». Безопасность техпроцессов обеспечивается на участках подготовки листа, формовки, сварки и отделки трубы.

Для безопасности работы и обслуживания оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- опасные зоны вблизи оборудования обнесены металлическими ограждениями и установлены предупредительные знаки;
- детали и узлы механизмов, имеющие вращение, закрыты кожухами;
- все металлические части конструкции заземляются, в соответствии с правилами устройства электроустановок;
- для защиты от теплового излучения и высоких температур воздуха применяют теплоизоляцию поверхностей источников излучения тепла, воздушное душирование, устанавливают вентиляторы;
- для быстрого отключения оборудования в аварийной ситуации установлены аварийные выключатели в виде кнопки, окрашенной в красный цвет;
- для безопасной и четкой работы оборудования применяется селекторная система связи, а также световая и звуковая сигнализация в опасных зонах;
- при работе на участке резки труб, персонал обязательно должен использовать каску с защитным стеклом для предотвращения попадания искр в глаза.

## 7.1.2 Безопасность производственного оборудования

Общие правила безопасности к производственному оборудованию изложены в ГОСТ 12.2.003.

Оборудование в цехе расположено в соответствии с требованиями общих правил безопасности для предприятий и организаций металлургической промышленности. Машины и системы автоматического управления прессом оборудованы предохранительными устройствами, обеспечивающими отключение при их перегрузках, при падении напряжения в сети, при снижении давления в гидро- и пневмосистемах. Во время работы прессы, кантователей и т.п. доступ в опасные зоны не возможен, что создаётся системой блокировки и ограничений. Движущиеся и вращающиеся механизмы агрегатов ограждены кожухами и щитами.

Для безопасного перехода людей через рольганги установлены переходные мостики, которые в местах возможного выброса металла зарыты сетками.

Границы основных проходов и проездов четко обозначены белыми линиями. В местах, где не соблюдены габариты проходов ( $<1,5\text{м}$ ), вывешены предупреждающие плакаты. Все площадки на высоте более  $0,6\text{м}$  от пола лестницы, переходные мостики, люки ограждены перилами высотой  $1\text{м}$  [9].

## 7.1.3 Электробезопасность

Основным из мероприятий по электробезопасности в цехе, является строгое соблюдение ПТЭ и ПТБ электроустановок.

Внутрицеховая сеть выполнена из изолированных проводов в металлических трубках. Открытые части электрических устройств, доступные для соприкосновения, ограждены. Конструкция ограждений исключает возможность их открывания без специального инструмента.

Металлические конструкции здания, оборудования, пусковая аппаратура и другие устройства, не находящиеся под напряжением в нормальном состоянии, заземлены.

Осветительные лампы расположены на высоте не менее двух с половиной метров от уровня пола (при меньшей высоте лампы заключены в герметичную аппаратуру).

Для безопасности выполнения ремонтных работ на мостовых кранах произведено секционирование главных троллей. По концам троллей и в местах их секционирования установлены красные сигнальные лампы по ГОСТ 12.1.049-86.

Для безопасного проведения ремонтных работ на прессе введена бирочная система на электрооборудование.

Все доступные для соприкосновения токоведущие части электрооборудования окрашены. Рубильники и магнитные пускатели установок помещены в глухие металлические шкафы, которые имеют заземление и запорные устройства, а также соответствующую подпись. Все электродвигатели изготавливаются закрытого типа, так как они располагаются на рабочих местах.

Рабочие, обслуживающие электрооборудование цеха, имеют спецодежду и используют инструмент с изолированными частями. Ручной электрический инструмент рассчитан на напряжение 36 В. Если невозможно обеспечить работу электрического инструмента при напряжении 36 В, допускается применение инструмента напряжением до 220 В при наличии устройства защитного отключения или надежного заземления с обязательным использованием защитных средств. Питание переносного инструмента от автотрансформатора не допускается. Перед выдачей рабочим инструмента он должен быть проверен на отсутствие замыкания на корпус и исправность заземляющего провода [9].

Для обслуживания распределительных устройств применяются комплекс защитных средств, в который входят: изолирующая штанга, изолирующие клещи, диэлектрические боты, диэлектрические перчатки или рукавицы, резиновый коврик, переносные ограждения, указатели напряжения. Минимальный размер изолирующих ковриков 0,75 м × 0,75 м.

Универсальным и прогрессивным способом защиты является защитное отключение. Оно обеспечивает автоматическое отключение участка электрической сети в случае возникновения опасности поражения человека.

Защитное отключение используется самостоятельно или дополнительно к заземлению. Персонал должен иметь удостоверение на право эксплуатации установок. Периодическая проверка знаний техники безопасности проводится 1 раз в год. При эксплуатации электроустановок пользуются ПТЭ и ПТБ электроустановок.

По опасности поражения электрическим током цех относится к третьей категории - особо опасная [9].

#### 7.1.4 Пожаровзрывоопасность

В соответствии с НПБ 109-95 данный цех по пожарной опасности относится к категории Г.

К пожаровзрывобезопасным веществам относятся горюче-смазочные масла. Основные причины возникновения пожаров и взрывов - воспламенение технологических масел, образование статического электричества.

Для предотвращения происшествий, связанных с взрывопожарной опасностью и соблюдением норм, предусмотренных ГОСТ 12.1.004-91, предлагается:

- ограничение количества образующихся в процессе хранения материалов, способных гореть и взрываться;
- создание препятствий по пути распространения пожара;



- обеспечение условий для эвакуации людей при пожаре.

Для обеспечения безопасности эвакуации персонала, в случае пожара, в производственном помещении предусмотрены эвакуационные выходы, которые находятся в противопожарных стенах помещения.

Согласно СНИП-90-81 ширину дверей принимаем 0,8...2,4 м. Для тушения пожара применяем огнетушители: ручной пенный ОП-6; углекислотные ОУ-5. В цехе установлены ящики с песком, стенды с хранящимися на них пожарными инструментами. Для возможно более своевременного обнаружения начавшегося пожара и оповещения о нем в цехе установлена сеть пожарной сигнализации и связи. Для защиты зданий и сооружений от прямых ударов молний применяются молниеотводы. Молниеотводы имеют длину 200-250 мм, сечение 100 мм.

Горюче-смазочные вещества хранятся в специальном помещении, маслоподвале. В этих помещениях запрещено курить и применять открытый огонь, о чем на видных местах вывешены запрещающие знаки. Маслоподвалы оборудованы автоматическими системами пожарной сигнализации и пожаротушения. В машинном зале имеется передвижная углекислотная установка [9].

## 7.2 Промышленная санитария

Промышленная санитария представляет собой систему мероприятий, предотвращающих воздействие вредных производственных факторов на работающих.

В цехе для удаления пыли, газов и тепла, выделяющихся при выполнении работ, используется приточно-вытяжная вентиляция. Перемещение ветра достигается за счет механических средств: вентиляторов, вентиляционных установок, которые распределяют приточный воздух по рабочим местам.

Температура в цехе нормируется. Согласно третьей категории

выполняемых работ температура воздуха в цехе в теплый период года должна быть 15...26°C; в холодный период 13...19°C. Относительная влажность воздуха в цехе должна составлять 40...75%. Скорость движения воздуха в цехе в холодный период года ограничивается 0,2...0,5 м/с, в теплый 0,6 м/с.

Здание цеха имеет искусственное и естественное освещение. Естественное освещение - комбинированное и осуществляется через фонари и окна здания. Для очистки окон используется автокрышка, а для очистки остекления фонаря устроены площадки. Нормативное значение коэффициента освещения по СНиП 24-79 - 3%.

### 7.2.1 Производственное освещение

В цехе предусмотрено естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через фонари и оконные проемы. Параметры естественного освещения представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Параметры естественного освещения

Разряд зрительной работы	Нормируемое значение КЕО, $e_H, \%$	Значение КЕО, $e_N, \%$	Коэффициент светового климата, $m_N$
VIII а	3	3	1

Применяемое в цехе искусственное освещение делится на три системы:

- общее освещение, служащее для освещения пресса и других агрегатов, проходов, площадок и помещений;
- местное освещение на рабочем месте, где требуется особая точность работы, хорошая видимость. Для местного освещения при ремонтах дополнительно применяются переносные приборы освещения, напряжением 12 и 36 В;

- аварийное освещение - для эвакуации людей, освещает основные проходы и ступени машин. Оно должно быть не менее 0,5 Лк.

В цехе предусматривается комбинированное освещение.

Общее освещение во всех проемах здания осуществляется светильниками с газоразрядными лампами, подвешенными на высоте 22,6 м в два ряда.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее и аварийное. Оно установлено около оборудования, в проходах, на лестницах и лестничных площадках. Согласно СНиП 23-05-95, параметры искусственного освещения приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Параметры искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Нормируемое значение освещенности, $E_H$	Показатель ослепленности, Р	Коэффициент пульсации, $K_p$ , %
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянный	VIII а	200	40	20

Основные требования к производственному освещению:

- освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы;
- обеспечивать равномерное распределение яркости на рабочей поверхности окружающих предметов;
- обеспечивать отсутствие в поле зрения резких теней;
- исключать прямую отражающую блескость;
- необходимо выбирать спектральный характер.

## 7.2.2 Микроклимат

Тепловыделения в цехе не значительны. В соответствии с требованиями санитарных правил и норм СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» устанавливаются параметры воздушной среды для рабочей зоны производственных помещений, приведенные в таблице 16.

Таблица 16 - Параметры воздушной среды для рабочей зоны производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость воздуха, м/с	Температура поверхностей, °С
Холодный	Пб (233-290)	оптимальная 17-19 допустимая 15,0-22,0	оптимальная 60-40 допустимая 15-75	оптимальная 0,2 допустимая 0,2-0,4	оптимальная 16-20 допустимая 14,0-23,0
Теплый	Пб (232-290)	оптимальная 19-21 допустимая 16,0-27,0	оптимальная 60-40 допустимая 15-75	оптимальная 0,2 допустимая 0,2-0,5	оптимальная 18-22 допустимая 15,0-28,0

Снижение скорости движения воздуха возможно при уменьшении мощности работы системы вентиляции или при применении защитных ограждений на пути движения потоков воздуха. И в том и в другом случае образуются места с пониженной скоростью движения воздуха, в которых будет значительно возрастать концентрация вредных химических веществ и металлической пыли. В результате возможна временная потеря

трудоспособности рабочими по причине заболевания верхних дыхательных путей.

Поэтому проблему можно решить при помощи увеличения частоты нахождения рабочего вне зоны действия данного вредного фактора.

В течении всего года в цехе поддерживается температура около 20°C, что удовлетворяет допустимым нормам. Надлежащий воздухообмен обеспечивается за счет системы воздушного отопления и вентиляции.

Все открывающиеся двери и ворота цеха снабжены тепловыми завесами, защищающими в зимний период времени года рабочих цеха от потоков холодного воздуха.

Для удаления избытков тепла используют аэрацию. Для аэрации обычно устраивают отверстия в продольных стенах здания. На кровле здания устанавливают аэрационные фонари. Такое размещение отверстий необходимо для того, чтобы увеличить воздухообмен летом, а зимой, закрыв нижние проемы, уменьшить его и обеспечить подогрев поступающего воздуха за счет тепла помещения.

## 8 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Территория трубоэлектросварочного цеха находится в непосредственной близости от города. Поэтому учитывая отрицательное воздействие вредных выбросов на окружающую среду, постоянно осуществляются мероприятия, обеспечивающие снижение выбросов.

К вредным выбросам в процессе производства сварных труб относятся:

- выбросы газов, образующихся при сварке трубной заготовки в атмосферу;
- выбросы пыли, образующейся при резке и очистке от окалины сварной трубы в атмосферу;

- сливы производственной воды, загрязненной во время технологического процесса маслопродуктами, в окружающие водоемы.

## 8.1 Предотвращение загрязнения атмосферного воздуха

Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха вредными выбросами пыли и газа в цехе применяется местная вытяжная вентиляция.

Вытяжная вентиляция оборудована вытяжными зондами для улавливания вредных выбросов и используемого в производстве воздуха.

Для очистки выбрасываемых в атмосферу пыли и газов в цехе используются фильтрующие установки. Фильтрующая установка представляет собой матерчатый фильтр типа МФ-12. В основе его работы лежит фильтрация запыленного воздуха через матерчатые перегородки, в которых частицы пыли задерживаются, а воздух проходит сквозь них.

Газоочистные установки поддерживаются в хорошем техническом состоянии и обслуживаются специализированными бригадами.

## 8.2 Предотвращение загрязнения водоемов

В технологии производства сварных труб необходимо использование воды. Вода используется в эмульсиях для охлаждения сваренной трубной заготовки, а также для охлаждения рабочего инструмента.

Производственная вода в цехе в основном загрязнена маслопродуктами.

Часть загрязненной воды после очистки используется по замкнутому циклу, а часть сбрасывается в общезаводскую канализационную сеть. Вода для технологических нужд поступает в заводской пруд, где ее охлаждают, а затем возвращают в производство при ограниченной доставке свежей воды.

Для очистки сточных вод в общезаводской канализации используется двухступенчатый отстойник. Степень очистки составляет 88%, время

пребывания воды в отстойнике составляет 1-1,5 минуты, скорость движения воды 0,1-0,15 м/с.

Для вторичного очищения применяется секционный отстойник. Он представляет собой набор секций, объединенных в блоки. Всплывшее масло при помощи щелевой трубы направляют в специальную секцию. Гидравлическая нагрузка на одну секцию составляет 120-130 м/ч.

### 8.3 Утилизация отходов

Использованные вспомогательные технологические материалы можно использовать повторно.

Отработанная эмульсия сливается на станцию регенерации масел и эмульсии, откуда после соответствующей обработки очищенная вода поступает на приготовление новой эмульсии, отделенные масла сдаются по договору на переработку.

Отработанные масла из гидросистем сливаются на станцию регенерации масел и эмульсии для сдачи на переработку.

Отходы в виде масел, загрязненных металлической стружкой и другими примесями, непригодными для переработки, передаются на сжигание.

Промасленная ветошь, образующаяся в результате протирки оборудования или инструмента, собирается в металлические закрытые емкости на специально отведенной площади цеха для ее вывоза.

Вышедшие из строя детали оборудования собираются в цехе в отдельные закрытые металлические емкости для отправки на переработку.

Принятые меры технической защиты снижают воздействие опасных и вредных факторов на работников цеха, а также на окружающую природную среду, позволяют экономить и рационально использовать природные ресурсы без значительного ущерба для экологии региона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе разработан технологический процесс производства сварных прямошовных труб из двух полуцилиндров Ø1220 мм с толщиной стенки 15,2 мм.

Проанализированы основные способы подгибки кромок листа.

Рассмотрено основное технологическое оборудование, используемое в производстве прямошовных труб большого диаметра.

Разработана технологическая схема грузопотоков от жидкого металла до готовой продукции.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» представлены объемно-планировочные решения цеха, технические решения по производственной санитарии и технике безопасности в цехе, проведен анализ потенциально опасных и вредных факторов и разработаны меры защиты от них.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология и оборудование трубного производства: учебное пособие для вузов / В.Я. Осадчий, А.С. Вавилин, В.Г. Зимовец, А.П. Коликов; Под ред. В.Я. Осадчего. - М.: «Интернет Инжиниринг», 2007. - 560 с.
2. Технология конструкционных материалов. Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др.; Под ред. А.М. Дальского, М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
3. Технологическая инструкция ТЭСЦ №6 ОАО «ЧТПЗ».
4. Производство труб: Учебное пособие / Ю.Ф. Шевакин, А.П. Коликов. Ю.Н. Райков и др; Под ред. Ю.Ф. Шевакина. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2005. - 568 с.
5. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: Учебник для вузов / Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. - 680 с.
6. Технология трубного производства: Учебник для вузов / В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев и др. – М.: Интернет Инжиниринг, 2002. - 640 с.
7. Рымов В.А., Палухин П.И. и др. Совершенствование производства сварных труб. – М.: Металлургия, 1983
8. Технология трубного производства: Учебник для вузов/ В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев и др. - М.: «Интернет Инжиниринг», 2002. – 640 с.
9. Безопасность жизнедеятельности в металлургии: Учебник для вузов/ Л.С.Стрижко, Е.П. Потоцкий, И.В. Бабайцев и др./ под ред. Стрижко Л.С. - М.: Металлургия, 1996. - 416 с