

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Электронного образования

Специальность Оборудование и технологии сварочного производства

Кафедра Оборудование и технологии сварочного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Формирование структуры сварного соединения теплостойкой стали 12Х1МФ в зависимости от режима термической обработки

УДК 621.791.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4602	Рыбьяков М.В.		30.05.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гнусов С.Ф.	Д.т.н., профессор		30.05.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		30.05.2016

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт электронного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудования и технология сварочного производства
 Кафедра оборудования и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ОТСП

 (Подпись) (Дата) Киселев А.С.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломная работа

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-4602	Рыбьяков Михаил Владимирович

Тема работы:

Формирование структуры сварного соединения теплостойкой стали 12Х1МФ в зависимости от режима термической обработки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3051/С от 20.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Комплект образцов сварных соединений из стали 12Х1МФ включающий образцы после различных видов термической обработки.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования;</i>	1. Аналитический обзор литературы по теме исследования 2. Постановка задачи исследования 3. Объекты и методы исследования 4. Результаты работы 5. Обсуждение результатов выполненной работы 6. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность
<i>обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	8. Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Название, цель и задачи работы 2. Материалы и методы исследования 3. Внешний вид образцов и средняя величина микротвердости 4. Микроструктура основного металла стали 12Х1МФ 5. Микроструктура образца в области трещины 6. Микроструктура образцов после ТО 7. Результаты 8. Выводы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1. Аналитический обзор литературы по теме исследования. Постановка задачи 2. Объект и методы исследования 3. Обсуждение результатов выполненной работы 6. Заключение	Гнюсов Сергей Федорович
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
5. Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.01.2016 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гнюсов С.Ф.	д.т.н., проф.		11.01.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4602	Рыбьяков М.В.		11.01.2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Электронного образования
 Направление подготовки 150202 Оборудование и технология сварочного производства
 Уровень образования Высшее
 Кафедра Оборудование и технология сварочного производства
 Период выполнения (весенний семестр 2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломная работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.02.2016	1. Аналитический обзор литературы по теме исследования	15
19.02.2016	2. Постановка задачи исследования	5
29.04.2016	3. Объект и методы исследования	10
11.05.2016	4. Результаты работы	10
16.05.2016	5. Обсуждение результатов выполненной работы	20
25.03.2016	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
17.05.2016	7 Социальная ответственность	10
24.05.2016	8 Заключение	10
30.05.2016	9 Демонстрационные слайды	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гнусов С.Ф.	д.т.н., профессор		11.01.2016

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		11.01.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа – 84 страницы, 15 рисунков, 16 таблиц, 16 использованных источников.

Ключевые слова: теплостойкая сталь 12Х1МФ, сварка, термическая обработка, зона термического влияния, микротвердость.

Предметом исследования является изучение структуры наплавленного металла шва, структуры зоны термического влияния, механических свойств сварных образцов после воздействия различных режимов термической обработки. Объектом исследования являются сварные образцы теплостойкой стали 12Х1МФ.

Целью данной работы является рекомендация наиболее рационального технологического процесса сварки труб $\varnothing 273$ с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ на основе анализа структуры сварных соединений после различных режимов предварительного подогрева и последующей термической обработки.

В процессе работы исследовалась микроструктура, микротвердость и механические свойства сварных образцов, полученные при различных режимах подогрева и последующей термической обработке. Для достижения цели были произведены следующие мероприятия:

- обзор литературы по теме, поставка задача и цель исследования;
- подготовлены образцы и проведена их сварка по различным технологическим режимам;
- анализ структуры наплавленного металла в зависимости от режимов ТО;
- проведено механическое испытание сварных образцов;
- анализ зоны термического влияния, построен профиль микротвердости;
- анализ микротвердости области наплавленного металла шва в каждом проходе и зоны термического влияния в области третьего прохода;
- по проделанной работе сделаны соответствующие выводы.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Феррит – твёрдый раствор внедренного углерода и других элементов в объемно-центрированную кубическую решетку.

Перлит – эфtekтоидная смесь, состоящая из двух фаз – феррита и цементита.

Бейнит – метастабильная смесь феррита и цементита, полученная в результате распада аустенита при температурах ниже перлитного превращения, но выше температуры начала образования мартенсита.

В настоящей работе применены следующие обозначения и сокращения:

- ЗТВ – зона термического влияния;
- ТО – Термическая обработка;

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9467-75

ТУ14-ЗР-55_2001

СТО 133-2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	12
1.1. Теплоустойчивые стали.....	12
1.2. Химический состав и структура низколегированных теплоустойчивых сталей.....	13
1.3. Свойства теплоустойчивых сталей.....	15
1.4. Сварка теплостойких сталей.....	15
1.4.1 Подготовка и сборка кромок теплоустойчивых сталей под дуговую сварку.....	15
1.4.2. Предварительный подогрев теплоустойчивых сталей.....	16
1.4.3. Свариваемость теплоустойчивых сталей.....	17
1.4.4. Термическая обработка сварных соединений теплоустойчивых сталей. Постановка задачи.....	23
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	27
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.....	32
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	45
4.1 Расчет капитальных вложений основных фондов	45
4.2 Расчет капитальных вложений в нормируемые оборотные средства...	51

4.3	Энергетика отделения и расчет вспомогательных материалов для технологических нужд.....	53
4.4	Штаты термического участка.....	53
4.4.1	Баланс использования рабочего времени.....	55
4.4.2	Определение численности рабочих.....	57
4.5	Расчет ФЗП, ФМП, среднего заработка рабочих	58
4.6	Определим фонд заработной платы ИТР	60
4.7	Себестоимость термической обработки.....	63
4.8	Расчет экономической эффективности.....	64
5.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	66
5.1	Производственная безопасность.....	66
5.1.1	Вредные и опасные факторы.....	66
5.1.2	Анализ выявленных опасных факторов.....	66
5.1.3	Освещение.....	68
5.1.4	Вентиляция.....	69
5.1.5	Электробезопасность.....	70
5.1.6	Пожарная безопасность.....	71
5.2.	Экологическая безопасность.....	76
5.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	77
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	80

6.	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	81
	Список литературы.....	83

ВВЕДЕНИЕ

Энергетика - отрасль промышленности, охватывающая выработку, передачу и сбыт потребителям электрической и тепловой энергии. Техническое перевооружение и реконструкция электростанций в целях создания технического уровня их эксплуатации, повышения надежности, экономичности и ресурса энергетических установок как действующих, так вновь проектируемых являются важнейшими задачами энергомашиностроения на современном этапе научно-технического прогресса. Необходимые показатели надежности невозможно получить без использования основных достижений в области материаловедения и физики металлов. Любая конструкция с точки зрения надежности, должна сохранять способность воспринимать значительные нагрузки при наличии повреждений. Возникающие в деталях энергооборудования повреждения могут быть усталостными трещинами, трещинами ползучести, трещинами, связанными с коррозионным растрескиванием. Значительная часть теплосилового оборудования работает при повышенных температурах под действием умеренных напряжений. В этих условиях в материале таких конструкций и сварных швах развиваются процессы ползучести. В зависимости от скорости развития процессов ползучести происходит зарождение и рост несплошностей и разрушение деталей. В зависимости от технологии получения сварных соединений на этапе монтажа котельной установки и температурно-силовых факторов в процессы ее эксплуатации могут быть различные причины образования микроповреждений, которые в дальнейшем приводят к выводу оборудования из эксплуатации. Зарождение и развитие разрушения в сталях, применяемых в теплоэнергетике, имеет свои особенности, связанные со структурой и фазовым составом этих сталей [1-3].

Одной из задач энергетической компании является поддержание в стабильной и безаварийной работе установок, детали которых (в том числе и сварные швы) должны работать до 100000 – 200000 ч. без замены при

рабочих параметрах 560...600°C, давлении 25,5 МПа, а в наиболее мощных установках до 650 °С и давлении 31,6 МПа.

На современных энергетических станциях в зависимости от условий работы деталей, в качестве теплоустойчивых используют углеродистые, низколегированные и хромистые стали. Изготовление, монтаж и ремонт элементов теплоэнергетического оборудования сложный и трудоемкий процесс, требующий определенной технологии и профессионального мастерства. Особое внимание уделяется сварным соединениям, так как наибольшее количество дефектов приходится на них.

Целью данной работы является рекомендация наиболее рационального технологического процесса сварки труб $\varnothing 273$ с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ на основе анализа структуры сварных соединений после различных режимов предварительного подогрева и последующей термической обработки.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Теплоустойчивые стали

К теплоустойчивым относятся стали, рабочая температура которых достигает 560...650°C, а рабочее давление 20...30 МПа. Данные стали используют для изготовления пароперегревателей, паропроводов, котлов, сосудов, и другого оборудования в энергетическом машиностроении. Эти стали применяют для работы при повышенных температурах в нефтяном и химическом машиностроении [1,2]. К теплоустойчивым сталям в зависимости от условий работы деталей относятся углеродистые, низколегированные, а также 5...13% хромистые мартенситные и мартенситно-ферритные стали с температурой эксплуатации 500...550 °C [3,4].

К теплоустойчивым низколегированным сталям относятся:

- низколегированные хромомолибденовые (перлитные) стали 12ХМ, 15ХМ, 20ХМЛ, предназначенные для работы в температурном интервале 450...500°C;
- хромомолибденовые стали 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 12Х2МФСР, предназначенные для работы в температурном интервале 560-650°C.

Эти стали широко употребляются в химической и нефтехимической отрасли, машиностроении, в энергетических установках.

Деформируемые стали 12ХМ, 12Х1МФ применяются для производства сварных технологических трубопроводов, а также для изготовления паропроводов, корпусов химических аппаратов. В судостроении их используют для поверхностей нагрева котлов.

В процессе эксплуатации в низколегированных сталях происходит изменение структуры: возрастает размер блоков, укрупняются карбиды типа МС и образуются новые карбидные фазы (типа $M_{23}C_6$ и M_2C), приграничные области становятся более свободными от карбидов, твердый раствор обедняется легирующими элементами, особенно молибденом. Эти процессы

приводят к разупрочнению сталей, в частности снижается временное сопротивление, предел текучести и твердость [4].

К хромистым мартенситным и мартенситно - ферритным относятся стали 15X5, 15X5М, 15X5ВФ, 15X11МФ, 14X12В2МФ, 12X8ВМ1БФР.В эту группу объединены стали, содержащие от 5 до 13 % Cr и дополнительно легированные карбидообразующими элементами, такими как молибден, вольфрам, ниобий, ванадий, при содержании 0,08 - 0,22 % C. В структуре этих сталей могут присутствовать следующие составляющие: мартенсит, δ – феррит, карбиды ($M_{23}C_6$, M_7C_3 , MC) и интерметаллиды (в основном фазы Лавеса Fe_2Mo , Fe_2W , $Fe_2(Mo,W)$).

По основным структурным составляющим эти стали подразделяют на мартенситные и мартенситно - ферритные, что определяется содержанием хрома, углерода и сочетанием дополнительных легирующих элементов. Эти стали являются более теплоустойчивыми и жаростойкими, чем низколегированные стали.

Хромистые стали этой группы обладают хорошими технологическими свойствами, высокой прочностью, пластичностью, ударной вязкостью.

Указанные стали применяют для различных деталей энергетического машиностроения (лопатки, трубы, крепежные детали, детали турбин и др.), в основном работающих длительное время при температурах 560...650°C[1-7].

1.2 Химический состав и структура низколегированных теплоустойчивых сталей

Сопротивление ползучести, длительная прочность, стабильность свойств во времени и заданной жаростойкости при технологической обработке и сварке достигаются введением в состав металла основных легирующих элементов для теплоустойчивой стали хрома, вольфрама, молибдена, ванадия, ниобия. Содержание каждого из них (кроме хрома) не превышает 1%.

Примерное содержание легирующих элементов (%): Cr- 0,5...2,0; Mo- 0,2...1,0; V- 0,1...0,3; остальное железо. В эти стали входит до 0,08...0,2% углерода, так как при более высоком содержании этого элемента ускоряются процессы коагуляции карбидных фаз и перераспределения легирующих элементов хрома, ванадия, вольфрама и особенно молибдена между твердым раствором и карбидами. Присутствие в стали ванадия, ниобия и молибдена уменьшает скорость диффузионных процессов перераспределения и способствует термически стабильному упрочнению в результате образования высокодисперсных карбидов.

Хром повышает жаростойкость стали, т.е. сопротивляемость окислению; предотвращает графитизацию в ходе сварки и в процессе эксплуатации при температуре выше 450°C. При введении хрома в сталь совместно с молибденом также повышаются длительная прочность и сопротивление ползучести. Содержание хрома в сталях этого типа может достигать 3%, что связано с необходимостью обеспечения повышенного сопротивления окислению.

Положительное влияние молибдена обусловлено его способностью образовывать в ходе сварки упрочняющую металл фазу Лавеса – интерметаллид типа Fe_2Mo . Ванадий совместно с углеродом обеспечивает упрочнение стали за счет высокодисперсных карбидов типа VC. Чтобы обеспечить заданный комплекс свойств изделия, применяют нормализацию с последующим высокотемпературным отпуском.

Большинство исследователей считают, что в хромомолибденованадиевых сталях содержание ванадия должно определяться содержанием углерода (с тем, чтобы он весь был связан в карбид VC); оптимальным является соотношение $V/C = 3...4$. Это исключает участие молибдена в карбидообразовании и обеспечивает присутствие его в α -твердом растворе. Более высокое содержание ванадия невыгодно, так как считается, что его переход в твердый раствор приводит к ослаблению межатомных сил связи. Действие вольфрама аналогично действию

молибдена при легировании в равных атомных процентах, однако в весовых процентах вольфрама требуется вдвое больше [7,8].

1.3 Свойства теплоустойчивых сталей

Необходимая жаростойкость и достаточная стабильность механических свойств в течение 100000 часов для сталей 12МХ и 15ХМ может быть гарантирована при температуре эксплуатации 550°С. Для сталей 12Х1МФ и 15Х1М1 температура эксплуатации составляет 580°С, для 12Х2МФСР - 600°С. Длительная прочность, с повышением температуры существенно понижается.

При длительности испытания 1000 ч и температуре 500°С наиболее жаропрочными являются стали с бейнитной структурой; при более длительных испытаниях (до 16000 ч) в интервале 500- 600°С наибольшую жаропрочность имеют стали после закалки и высокого отпуска. Для любых дисперсноупрочненных сплавов жаропрочность сталей этого типа зависит от размеров карбидных частиц и среднего расстояния между карбидными частицами [7].

Большое воздействие на жаростойкость оказывает также скорость охлаждения стали при изготовлении и сварке. Влияние скорости охлаждения и, следовательно, типа исходной структуры сталей на жаростойкость весьма сложное и зависит от длительности и температуры испытания.

1.4 Сварка теплостойких сталей

1.4.1 Подготовка и сборка кромок теплоустойчивых сталей под дуговую сварку

Предпочтительным способом резки труб из теплостойких сталей является механическая, осуществляемая на специализированном оборудовании и устройствах стационарного или переносного исполнения, токарных станках, рабочим инструментом которых являются резцы, фрезы, стальные диски и ролики, абразивные армированные круги. Наиболее

высокое качество обеспечивается при резке труб резцами с помощью трубоотрезных станков, предназначенных не только для разделительной резки, но и для разделки кромок под сварку, обточки и расточки концов труб. Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, не должна превышать норм [8].

1.4.2 Предварительный подогрев теплоустойчивых сталей

Температура подогрева стыков из теплоустойчивых сталей в зависимости от их марки и толщины приводятся в справочной литературе и изменяется в интервале 100...350°C [5]. Подогревать стык можно различными способами:

- индукторами (током промышленной или средней частоты);
- радиационными нагревателями сопротивления;
- газовым пламенем (обеспечивая нагрев стыка по всему периметру).

Предварительный и сопутствующий подогрев при отрицательных температурах окружающего воздуха ввиду большой скорости охлаждения следует выполнять только устройствами электронагревателями с регулируемой температурой.

В стыках труб с толщиной стенки более 30 мм ширина зоны подогрева должна быть не менее 150 мм (по 70...75 мм с каждой стороны), при толщине стенки 30 мм – не менее 100 мм.

Ширина зоны подогрева угловых и нахлесточных соединений – 50...75 мм в каждую сторону от будущего шва [7,8].

До недавнего времени температуру подогрева при сварке рассматривали как фактор, влияющий на скорость охлаждения металла шва и зоны термического влияния. Однако роль температуры подогрева при сварке необходимо рассматривать шире. Температура подогрева оказывает сложное влияние на свариваемость сталей. Изменение температуры сопутствующего подогрева от комнатной (от -20 до +30) до 200...400°C помимо изменения скорости охлаждения и связанного с этим изменения структуры металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ) приводит к переходу металла шва и ЗТВ

из хрупкого состояния в вязкое к увеличению степени охрупчивания металла шва и зоны термического влияния вследствие синеломкости и термического старения.

Из сказанного следует, что при данной структуре металла шва и зоны термического влияния, определяемой скоростью охлаждения, изменение (повышение) температуры сопутствующего подогрева может привести как к резкому повышению сопротивляемости металла хрупким разрушениям вследствие перехода его из хрупкого состояния в вязкое и снижения водородного охрупчивания, так и к дополнительному охрупчиванию металла шва и ЗТВ вследствие реализации синеломкости и термического старения. Это охрупчивание суммируется с охрупчиванием, называемым его подкалкой и ростом зерна при сварке. Поэтому температуру сопутствующего подогрева следует рассматривать как самостоятельный параметр технологии сварки [3,4].

1.4.3 Свариваемость теплоустойчивых сталей

Сварка - процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Обычно применяется для соединения металлов, их сплавов или термопластов.

Под технологией сварки понимают совокупность способов и приёмов получения сварного соединения. При сварке сталей плавлением в металле сварного соединения происходит ряд процессов: нагрев, плавление, кристаллизация, фазовые превращения, структурные изменения, упругая и пластическая деформация, диффузия элементов. Эти процессы приводят к получению сварного соединения в той или иной степени отличающегося от основного металла по механическим свойствам, химическому составу, структуре, по сопротивлению хрупкому разрушению, коррозионной стойкости и другим свойствам.

Поэтому под свариваемостью обычно понимают сопротивляемость

металла шва и околошовной зоны образованию трещин и степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла. Наиболее сложной задачей при сварке среднелегированных теплоустойчивых сталей является обеспечение отсутствия холодных трещин в сварных соединениях. Под холодными трещинами принято понимать трещины, образующиеся в сварных соединениях при температуре ниже 200°С как в процессе сварки, так и в течение некоторого времени после сварки [3-8].

Операциями, входящими в технологический процесс сварки являются: выбор, хранение и подготовка электродов к сварке, подготовка металла и конструкций к сборке и сварке; сборка конструкций под сварку, сварка, контроль качества сварных соединений. При необходимости даются параметрические указания по подогреву металла и термической обработке сварных соединений.

Теплоустойчивые стали свариваются в широком диапазоне толщин: от труб с толщиной 2 мм до корпусов реакторов с толщиной стенки 200 мм. При сварке различного энергетического оборудования применяются характерные типы сварных соединений, имеющие конструктивные концентраторы деформаций и напряжений.

Теплоустойчивость сварных соединений оценивают отношением длительной прочности металла соединения и основного металла - коэффициентом теплоустойчивости[3].

Чтобы работать при высоких температурах, стали должны обладать жаростойкостью, длительной прочностью, стабильностью свойств во времени и сопротивлением ползучести: их пластическая деформация при постоянной нагрузке с течением времени должна возрастать незначительно. Все это достигается введением в состав сталей 0,5...2,0% хрома, 0,2...1,0 % молибдена, 0,1 ...0,3 % ванадия и, иногда, небольших добавок редкоземельных элементов.

Физическая свариваемость теплоустойчивых сталей, определяемая отношением металла к плавлению, металлургической обработке и к последующей кристаллизации шва не вызывает затруднений. Современные сварочные материалы и технология сварки обеспечивают требуемые свойства и стойкость металла шва против горячих трещин. Однако сварные соединения склонны к холодным трещинам и к разупрочнению металла в зоне термического влияния. Поэтому нужно применять сопутствующий сварке местный или предварительный общий подогрев изделия. Это уменьшает разницу температур в зоне сварки и на периферийных участках, что снижает напряжения в металле. Уменьшается скорость охлаждения металла после сварки, больше аустенита превращается в мартенсит при высокой температуре, когда металл пластичен. Напряжения, возникающие из-за разницы объемов этих фаз, будут меньше, вероятность образования холодных трещин снизится. Применяя подогрев, нужно учитывать, что излишне высокая температура приводит к образованию грубой ферритно-перлитной структуры, не обеспечивающей необходимую длительную прочность и ударную вязкость сварных соединений. Уменьшить опасность возникновения холодных трещин можно, производя отпуск деталей, выдерживая их при температуре 150...200 °С сразу после сварки в течение нескольких часов. За это время завершится превращение остаточного аустенита в мартенсит и удалится из металла большая часть растворенного в нем водорода.

Разупрочнение теплоустойчивых сталей в зоне термического влияния зависит также от параметров режима сварки. Повышение погонной энергии сварки увеличивает мягкую разупрочняющую прослойку в зоне термического влияния, которая может быть причиной разрушения жестких сварных соединений при эксплуатации, особенно при изгибающих нагрузках. Основные способы сварки конструкций из теплоустойчивых сталей - это электродуговая и электроконтактная сварка. Последнюю используют для сварки всех соединений труб в условиях завода.

Дуговую сварку производят электродами с покрытием, в защитных газах и под флюсом. Подготовку кромок деталей при всех способах дуговой сварки производят механической обработкой. Допускается применение кислородной или плазменной резки с последующим удалением слоя поврежденного металла толщиной не менее 2 мм.

Дуговую сварку производят при температуре окружающего воздуха не ниже 0°C с предварительным и сопутствующим сварке местным или общим подогревом. Температура подогрева зависит от марки стали и толщины свариваемых кромок. Хромомолибденовые стали при толщине кромок до 10 мм, а хромомолибденованадиевые - до 6 мм можно сваривать без подогрева. Сталь 15ХМ, например, толщиной 10...30 мм надо подогревать до температуры 150...200 °С, а больше 30 мм - до температуры 200...250 °С. До 250...300 °С подогревают сталь 12Х1МФ толщиной 6...30 мм, а свыше 30 мм требуется ее подогрев до температуры 300...350 °С. При многопроходной автоматической сварке под флюсом минимальную температуру подогрева можно снижать на 50 °С. Аргонодуговую сварку корневого шва стыков труб выполняют без подогрева.

После сварки производят местный отпуск сварных соединений или общий отпуск всей сварной конструкции. Хромомолибденовые стали нагревают при отпуске до температуры 670...700 °С с выдержкой при этой температуре 1...3 ч в зависимости от толщины сваренных кромок, хромомолибденованадиевые - до температуры 740...760 °С с выдержкой 2...10 ч. Чем больше в стали хрома, молибдена, ванадия, тем больше должны быть температура и время отпуска. Отпуск стабилизирует структуру и механические свойства соединений, снижает остаточные напряжения, однако он не позволяет полностью выровнять структуру и устранить разупрочненную прослойку в зоне термического влияния. Необходимо отдельно отметить, что четкой рекомендации по температуре отпуска или отжига после сварки в литературе не существует.

Ручную дуговую сварку теплоустойчивых сталей ведут электродами из малоуглеродистой сварочной проволоки с основным (фтористо-кальциевым) покрытием, через которое вводят в шов легирующие элементы. Этот тип покрытия хорошо раскисляет металл шва, обеспечивает малое содержание в нем водорода и неметаллических включений, надежно защищает от азота воздуха. Это позволяет получать высокую прочность и пластичность шва. Однако для электродов с таким покрытием характерна повышенная склонность к образованию пор при удлинении дуги, наличии ржавчины на поверхности свариваемых кромок и при небольшом увлажнении покрытия. Поэтому нужно сваривать трубы предельно короткой дугой, тщательно очищать кромки и сушить электроды перед их применением при температуре 80...100°C.

Хромомолибденовые стали сваривают электродами типа Э-09Х1М (ГОСТ 9467-75) марки ЦУ-2ХМ диаметром 3 мм и более, а также ЦЛ-38 диаметром 2,5 мм, хромомолибденованадиевые - электродами типа Э-09Х1МФ марок ЦЛ-39 диаметром 2,5 мм, ЦЛ-20, ЦЛ-45 диаметром 3 мм и более. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности узкими валиками без поперечных колебаний электрода с тщательной заваркой кратера перед обрывом дуги. Когда подогрев свариваемых изделий и их термообработка после сварки невозможны или если необходимо сваривать перлитные теплоустойчивые стали с аустенитными, допускается использование электродов на никелевой основе марки ЦТ 36 или проволоки Св 08Н60Г8М7Т при аргонодуговой сварке.

Теплоустойчивые стали сваривают дуговой сваркой плавящимся электродом в углекислом газе и вольфрамовым электродом в аргоне. Сварку в CO₂ из-за опасности шлаковых включений между слоями используют обычно для односторонних швов и для заварки дефектов литья. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности с присадочной проволокой (ГОСТ 2246-70) Св 08ХГСМА для хромомолибденовых сталей или Св 08ХГСМФА для хромомолибденованадиевых сталей. Для проволоки

диаметром 1,6 мм сила сварочного тока 140...200 А при напряжении дуги 20...22 В, а диаметром 2 мм 280... 340 А при 26...28 В.

Ручная аргонодуговая сварка используется для выполнения корневого шва при многопроходной сварке стыков труб. Автоматической сваркой в аргоне сваривают неповоротные стыки паропроводов в условиях монтажа. При аргонодуговой сварке хромомолибденовых сталей.

Автоматическую дуговую сварку под флюсом используют на поворотных стыках трубопроводов, коллекторов котлов, корпусов аппаратов химической промышленности и других изделиях с толщиной стенки 20 мм и более. Применяют низкоактивные по кремнию и марганцу флюсы ФУ-11, ФУ-16, ФУ-22. Этим достигается стабильность содержания Si и Mn в многослойных швах и низкое содержание в них оксидных включений - продуктов процесса восстановления марганца. Сварку под флюсом ведут со скоростью 40...50 м/ч на постоянном токе обратной полярности силой 350...400 А при напряжении дуги 30...32 В. Высокая скорость сварки уменьшает погонную энергию, что снижает разупрочнение хромомолибденованадиевых сталей в околошовной зоне. Применяют проволоку диаметром 3 мм Св 08МХ и Св 08ХМ для хромомолибденовых сталей и Св 08ХМФА для хромомолибденованадиевых сталей. Можно применять проволоку диаметром 4 и 5 мм, увеличив соответственно силу тока до 520...600 А и 620...650 А при напряжении дуги 30...34 В [<http://electrowelder.ru>].

В настоящее время в литературе приведено недостаточно сведений о свариваемости теплоустойчивых сталей. При оценке свариваемости и выборе технологии сварки теплоустойчивых сталей не учитывалось влияние водорода и часто не учитывались также такие факторы, как склонность металла шва и зоны термического влияния к хладноломкости, синеломкости, отпускной хрупкости, старению и дисперсионному твердению. Недостаток и иногда противоречивость таких сведений в литературе затрудняют разработку надежной технологии сварки теплоустойчивых сталей[6-9].

1.4.4 Термическая обработка сварных соединений теплоустойчивых сталей. Постановка задачи

Термическая обработка – процесс тепловой обработки металлов и сплавов, заключающийся обычно в нагреве до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении с заданной скоростью. Применяется для получения материала с заданными свойствами путем изменения его фазового состава и перераспределения компонентов. К термической обработке относятся отжиг, нормализация, закалка, отпуск, старение [10].

Хорошее сочетание механических свойств изделий из теплоустойчивых сталей достигается термообработкой: нормализацией или закалкой с последующим высокотемпературным отпуском. Это обеспечивает мелкозернистую структуру, состоящую из дисперсной ферритокарбидной смеси. После 100000 ч работы обработанная таким образом сталь 15ХМ имеет прочность 260 МПа (26,5 кгс/мм²) при температуре 450 °С и 62 МПа (6,3 кгс/мм²) при температуре 550 °С, а сталь 12Х1МФ - 154 МПа (15,7 кгс/мм²) при температуре 500 °С и 58 МПа (5,9 кгс/мм²) при температуре 580 °С.

Термическая обработка используется для улучшения свойств металла шва и различных участков зоны термического влияния, снятия остаточных напряжений, повышения прочности сварных конструкций и сохранения размеров и формы изделия при механической обработке и эксплуатации.

Одна и та же термическая обработка может выполнять несколько функций. В зависимости от характера воздействия на сварные соединения применяются следующие виды термической обработки:

- высокий отпуск для снятия остаточных напряжений, улучшения структуры и свойства шва зоны термического влияния благодаря переводу неравновесных закалочных структур в равновесные, для снятия наклепа, вызванного пластическим деформированием при сварке, а также

для устранения деформационного старения. Данный вид является наиболее распространенный для обработки сварных соединений, выполненных всеми видами сварки;

- отжиг нормализационный с последующим отпуском или без него для измельчения недопустимо крупнозернистой структуры шва и участка перегрева и зоне термического влияния сварных соединений, выполненных на режимах с большими погонными энергиями (сваркой под флюсом или электрошлаковой), а также для устранения химической и структурной неоднородности разных зон сварного соединения. Последующий отпуск производится с целью снятия закалочных структур, образовавшихся при охлаждении с температур отжига нормализационного;
- закалка с отпуском для восстановления разупрочненной зоны или для обеспечения требуемых свойств при изготовлении узлов из низколегированных сталей, работающих при минусовых температурах.

Термическую обработку после сварки рекомендуется проводить одним из следующих методов[8]:

- объемной термической обработкой в печи, которую следует применять там, где это возможно. Если изделие не помещается в печь целиком, то можно производить нагрев поочередно одного, затем другого конца, при этом нагреваемые участки должны перекрываться не менее чем на 1,5. Часть изделия находящуюся вне печи, следует изолировать, чтобы не возникал градиент температур;
- местной термической обработкой сварных соединений, при которой должен обеспечиваться равномерный нагрев и охлаждение по всей длине шва и прилегающих к нему зон основного металла размером 2...3 толщины стенки или ширины шва в каждую сторону от оси шва;
- внепечной объемной термической обработкой сосудов и аппаратов посредством нагрева изнутри теплоносителем по режиму высокого отпуска для снижения уровня остаточных напряжений.

Основным видом термической обработки теплоустойчивых сталей после сварки является высокий отпуск. Высокий отпуск может быть промежуточным и окончательным. Промежуточный отпуск проводят для устранения опасности образования трещин после выполнения отдельных сварочных операций или наплавов и исправления дефектов на сварном изделии или узле[7,9]. После сварки производят местный отпуск сварных соединений или общий отпуск всей сварной конструкции. Хромомолибденовые стали нагревают при отпуске до температуры 670...700°С с последующей выдержкой при этой температуре 1...3 ч в зависимости от толщины сваренных кромок, хромомолибденованадиевые - до температуры 740...760 °С с выдержкой 2... 10 ч. Чем больше в стали хрома, молибдена, ванадия, тем больше должны быть температура и время отпуска. Отпуск стабилизирует структуру и механические свойства соединений, снижает остаточные напряжения, однако он не позволяет полностью выровнять структуру и устранить разупрочненную прослойку в зоне термического влияния. Необходимо отдельно отметить, что четкой рекомендации по температуре отпуска или отжига после сварки в литературе не существует[1-13].

Целью данной работы является рекомендация наиболее рационального технологического процесса сварки труб Ø273 с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ на основе анализа структуры сварных соединений после различных режимов предварительного подогрева и последующей термической обработки.

Для реализации данной цели необходимо решить следующие задачи:

- подготовить трубные заготовки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами по разным технологическим режимам (без подогрева, с подогревом до 250°С);
- собрать и сварить заготовки;
- нарезать образцы и провести их термическую обработку по различным режимам;

- изучить структуру сварных швов и ЗТВ после различных технологических режимов сварки;
- провести замер твердости сварных соединений в различных участках шва и ЗТВ и механические испытания сваренных образцов;
- провести анализ полученных результатов и дать рекомендации по наиболее рациональному технологическому режиму сварки труб $\varnothing 273$ с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проводили на образцах стали 12Х1МФ в виде трубных заготовок $\varnothing 273$ мм, длиной 150 мм и толщиной стенки 26 мм. На них была проведена V образная разделка кромок под углом 30° с притуплением торца 2 мм, рисунок 1. Труба из стали 12Х1МФ изготовлена в соответствии ТУ 14-3Р-55-2001[9] и используется при монтаже паропровода.

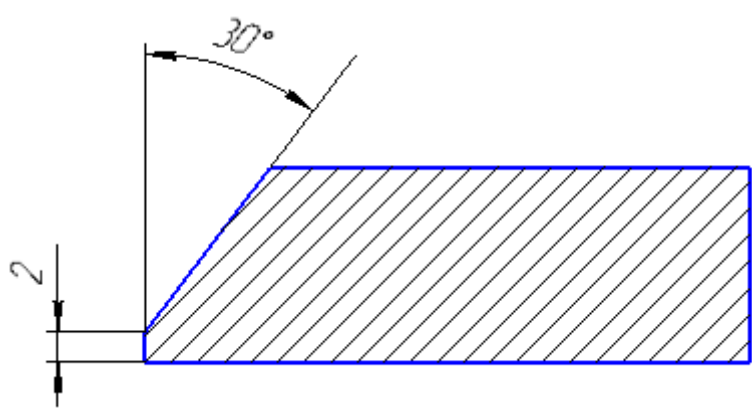


Рисунок 1 –Конструктивный элемент подготовленных кромок свариваемых деталей

Для проведения экспериментов по сварке трубные заготовки разрезались на сегменты. Далее проводили сварку сегментов между собой по ряду технологических режимов.

Для сварки данных сегментов использовали электроды марки ТМЛ – 3У $\varnothing 3$ мм, предназначенные для сварки паропроводов из сталей марок 12Х1МФ, 15Х1МФ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, работающих при температуре до 570°C , и элементов поверхностей нагрева из сталей марок 12Х1МФ, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ независимо от рабочей температуры, а также для заварки дефектов в элементах из тех же сталей. Сварка данными электродами можно проводить во всех пространственных положениях, кроме вертикального «сверху вниз», на постоянном токе обратной полярности.

Согласно СТО 133-2008 после сварки стали 12Х1МФ химический состав наплавленного металла должен соответствовать составу, представленному в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав наплавленного металла, % помассе:

Химический состав	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P
ГОСТ 9467	0,06 – 0,12	0,15 – 0,40	0,5 – 0,9	0,80 – 1,25	0,4 – 0,7	0,1 – 0,3	≤ 0,025	≤ 0,030

Перед сваркой 2 сегмента подогревали до 250°C, а оставшиеся 2 сегмента сваривали без подогрева. Сварку проводили сварочным выпрямителем ВДМ 1202 в 5 проходов при силе тока 90 А.

Две сваренные заготовки разрезались на 12 образцов (каждая) необходимых для проведения различных режимов термической обработки сварного шва и последующего исследования их структуры и механических свойств(см. таблицу 2). Первая партия из 4 образцов не подвергалась термической обработке; вторая партия (4 образца) подвергалась отпуску при температуре 740 °С(выдержка 2 часа и последующее охлаждение на спокойном воздухе); третья партия (4 образца) подвергалась отжигу при температуре 1000°C (выдержка 1,5 часа и последующее охлаждение с печью) согласно справочнику по свойствам сталей, применяемых в котлотурбостроении[8]. Данные режимы ТО касались образцов сваренных как с подогревом, так и без него.

Таблица 2 – Номера образцов, вид сварки, температуры подогрева и режимы их термической обработки

№ образца п/п	Кол-во образцов, шт	Вид сварки	Предварительный подогрев, °С	Вид термической обработки после сварки	Температура нагрева образца
1	4	РДС	-	-	-
2	4	РДС	-	отпуск	740
3	4	РДС	-	отжиг	1000
4	4	РДС	250	-	-
5	4	РДС	250	отпуск	740
6	4	РДС	250	отжиг	1000

Из каждой партии образцов один шёл на анализ микроструктуры сварного шва и ЗТВ, а три оставшихся на механические испытания. Внешний вид образцов для металлографических исследований представлен на рисунке 2. Чертеж и внешний вид образца для механических испытаний на статическое растяжение представлен на рисунке 3. Механические испытания образцов проводили на испытательной машине УММ-5, с максимальной нагрузкой 5 тонн и перемещением траверсы 4 мм/мин.

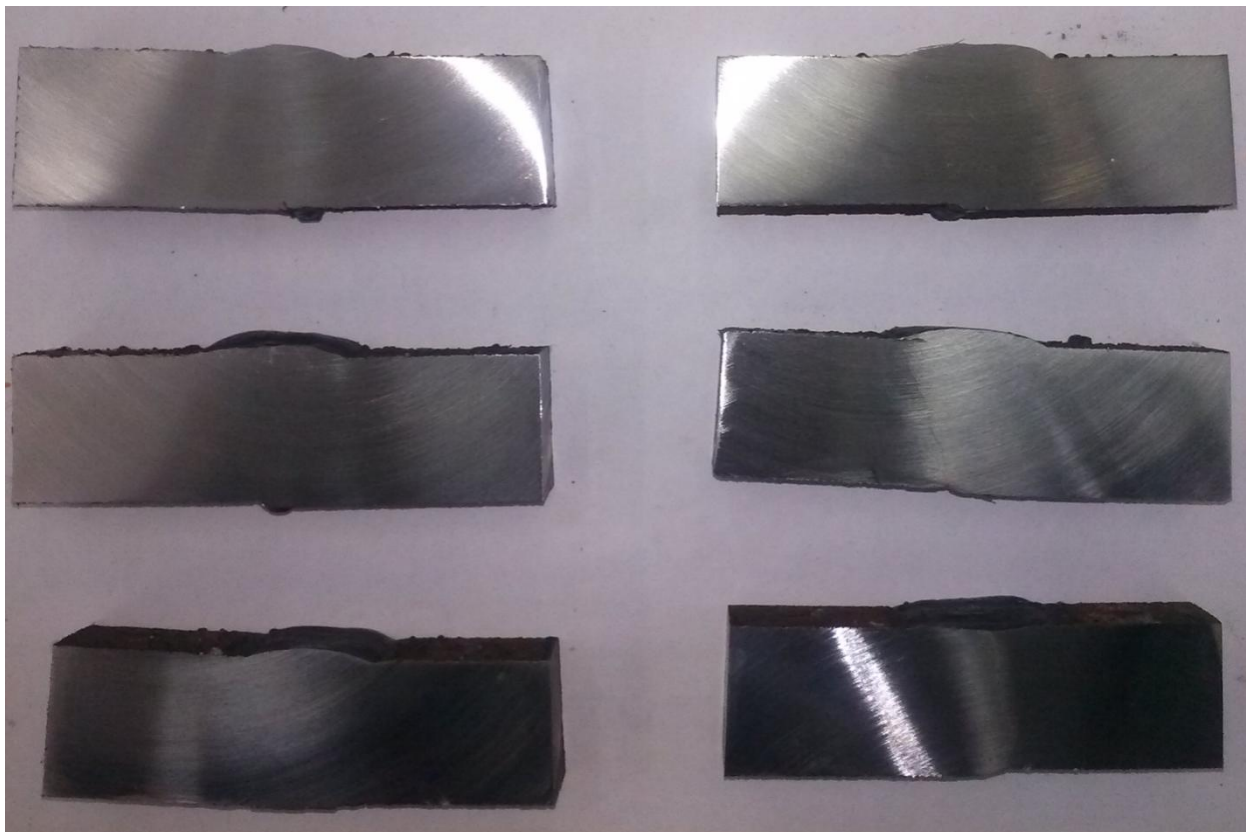
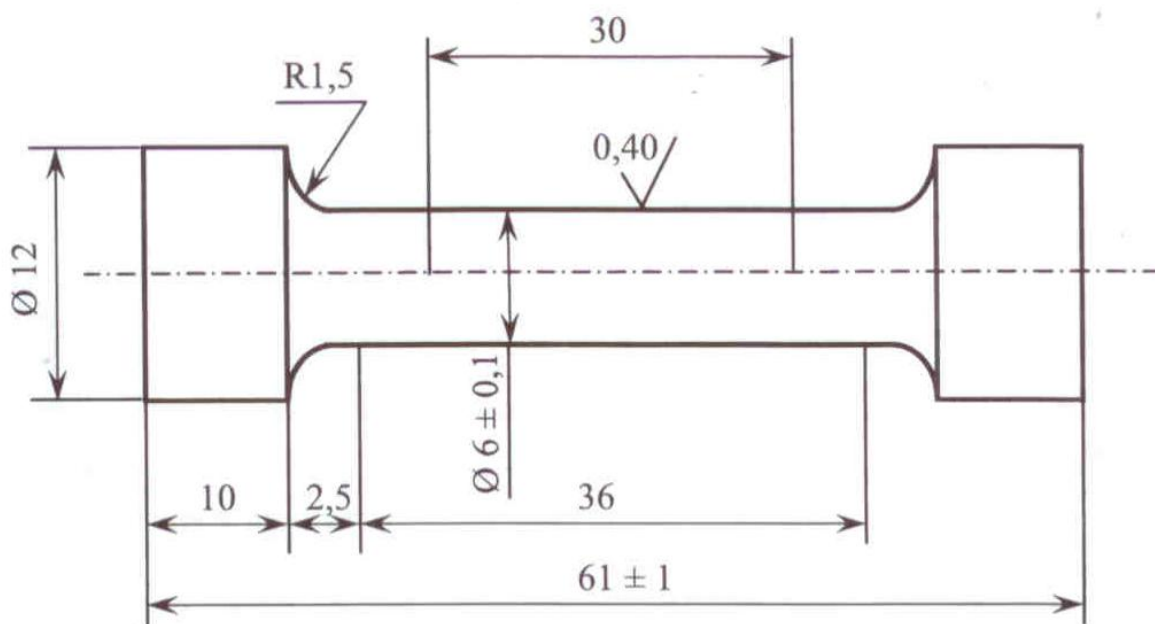


Рисунок 2 – Внешний вид образцов для анализа микроструктуры



а



б

Рисунок 3 – Чертеж (а) и внешний вид образца (б) для механических испытаний на статическое растяжение

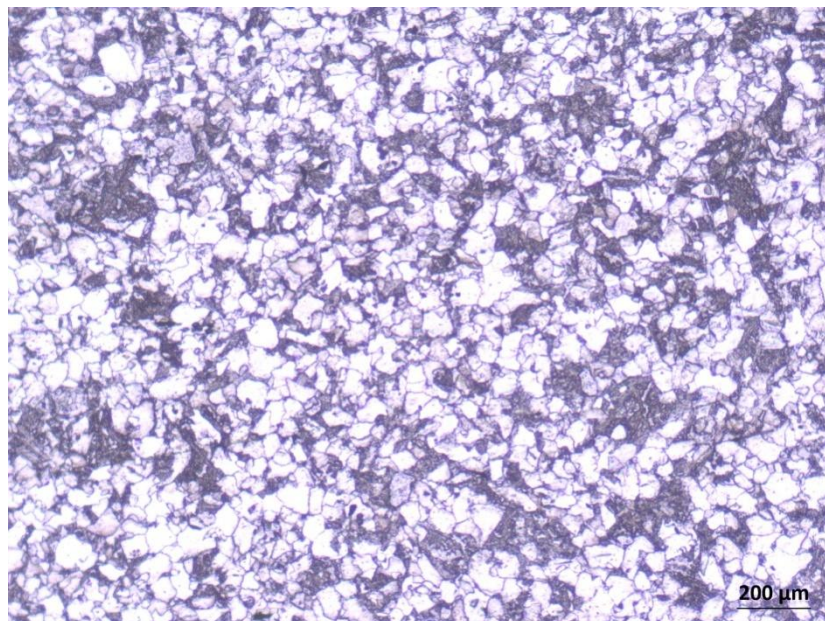
В настоящей работе способ приготовления микрошлифов традиционный – механическое шлифование и механическое полирование на алмазных пастах различной дисперсности. Грубое шлифование выполняли на абразивных кругах зернистостью от 120 до 50 мкм, тонкое шлифование и полирование проводили на сукне с использованием алмазных эмульсий, содержащих абразивные частицы размерами от 9 до 0,5 мкм. Для выявления структуры образца подвергали химическому травлению в 4% растворе азотной кислоты (HNO_3) в этиловом спирте. Анализ микроструктуры

покрытий проводили с помощью оптического микроскопа OlympusGX51, снабженного анализатором изображений SIAMS 700.

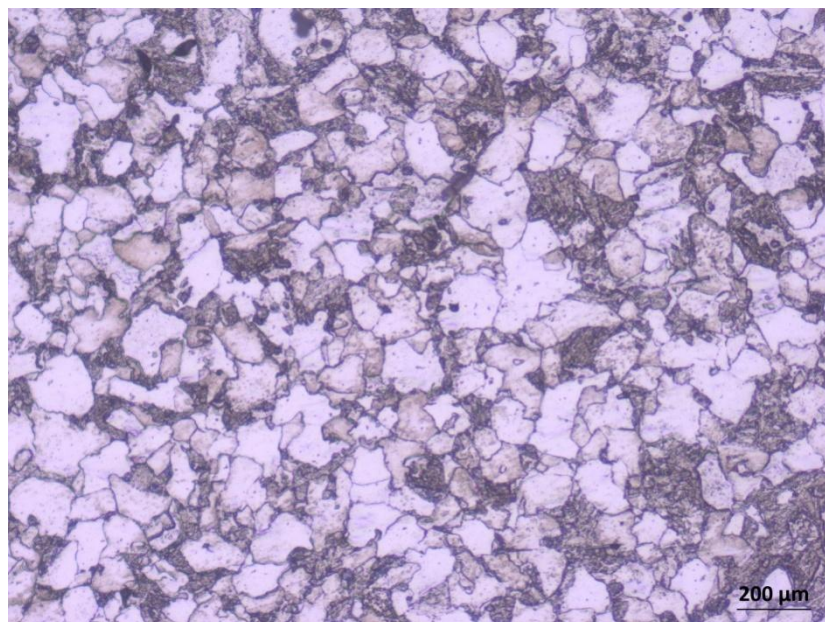
Измерение микротвердости осуществляли по ГОСТ 9450-76 “Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников”. Определение микротвердости образцов осуществляли по методу восстановленного отпечатка с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке 1,962 Н. Твердость измерялась в трех характерных зонах наплавленного металла (в объеме корня, заполнения и усиления шва), и ЗТВ в районе заполнения шва.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 4 представлена микроструктура основного металла стали 12Х1МФ. Она представляет собой феррито-перлитную смесь. Размер ферритного зерна равен $\sim 80 \dots 100$ мкм.



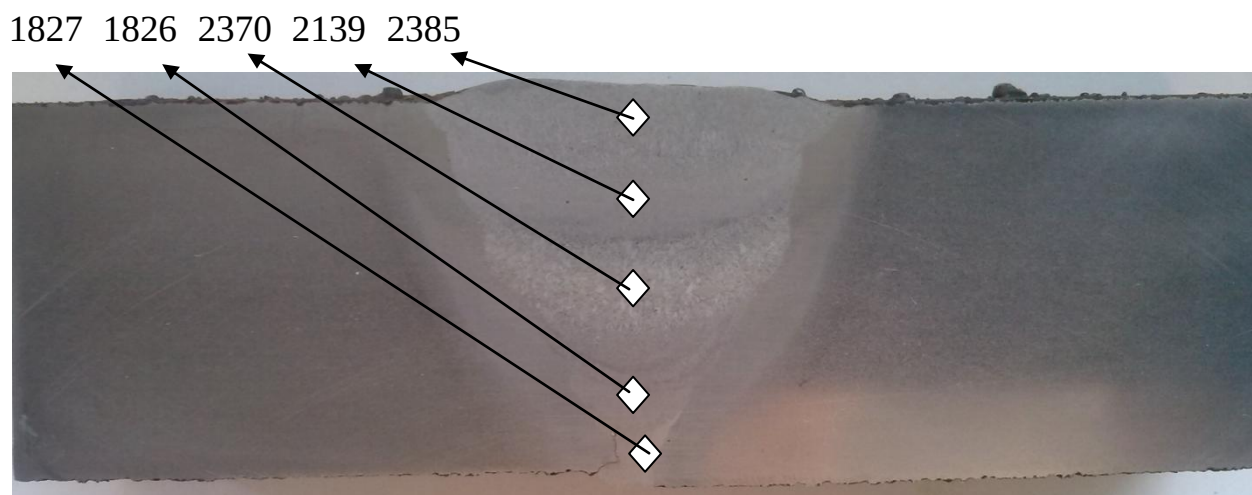
а



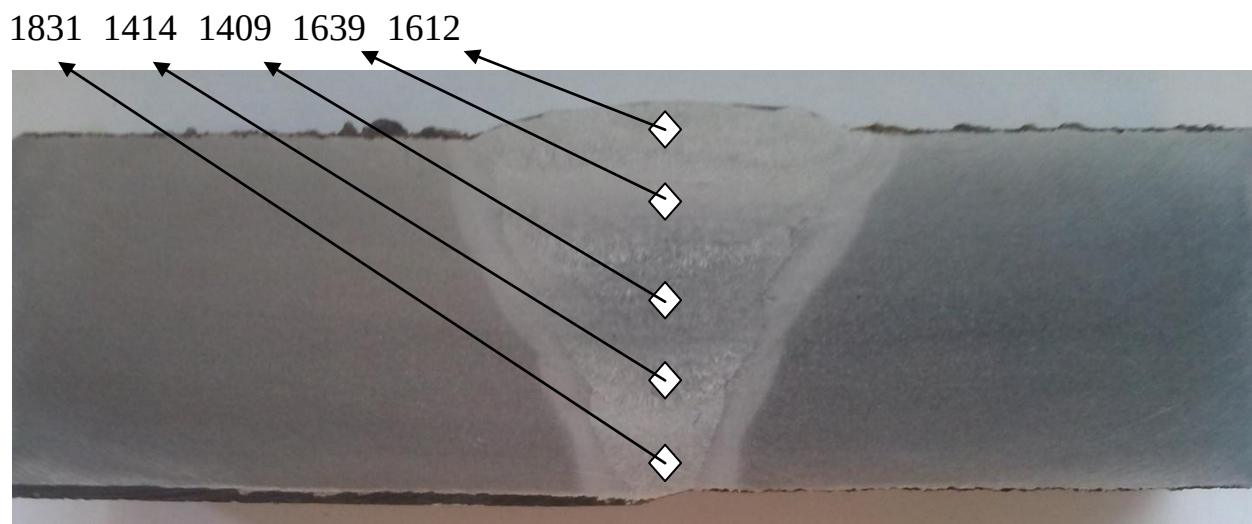
б

Рисунок 4 – Микроструктура основного металла стали 12Х1МФ

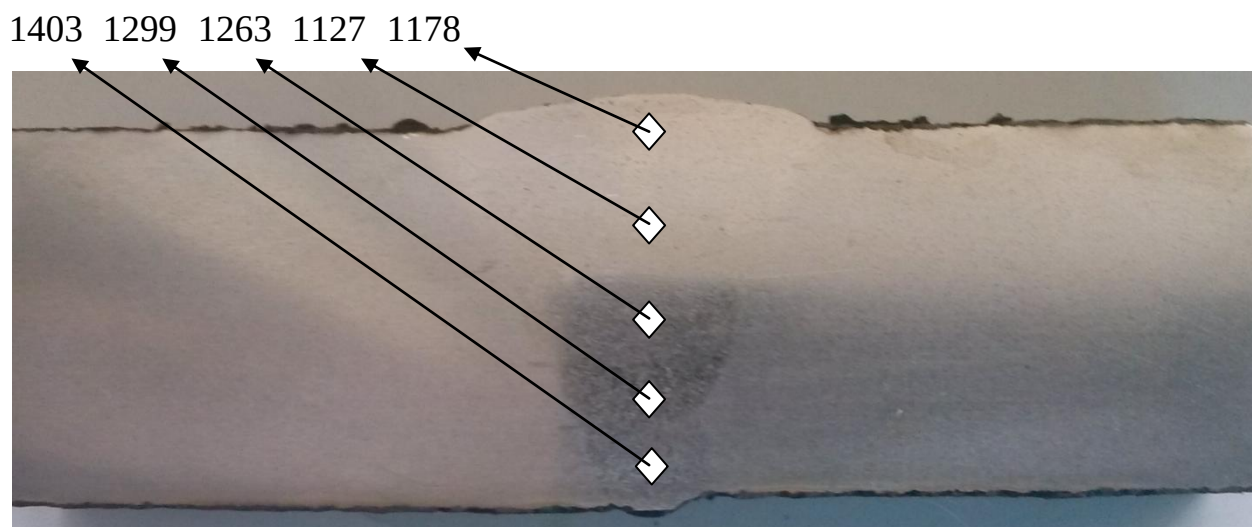
На рисунке 5 представлен внешний вид всех сварных соединений и средняя величина микротвердости в характерных участках сварного шва.



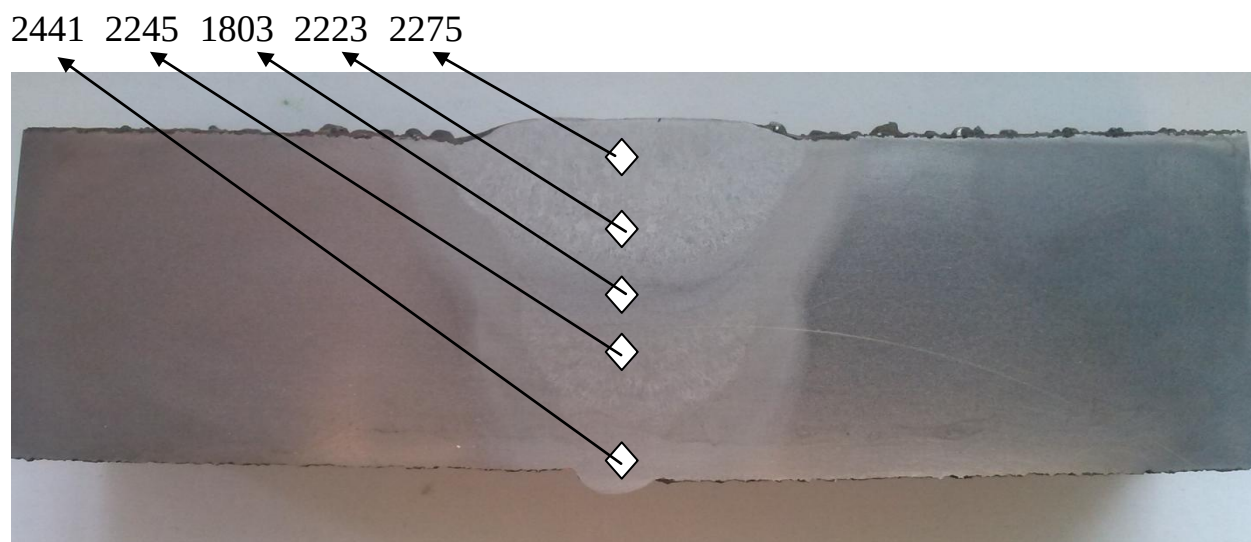
а (образец №1 - Сварка без подогрева и последующейТО)



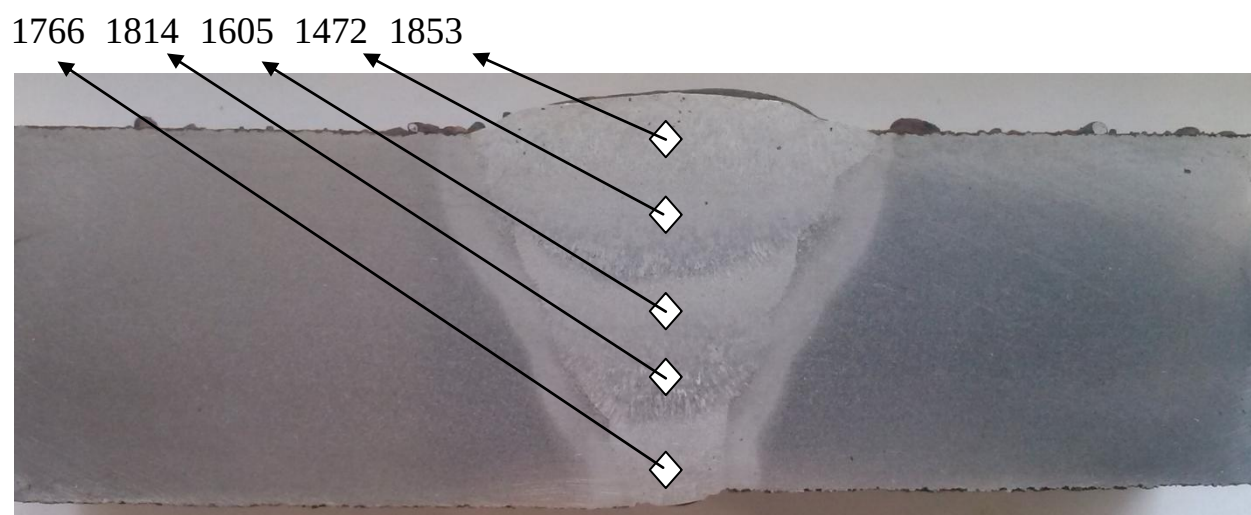
б (образец № 2 - Сварка без подогрева с последующей ТО при 740 °С)



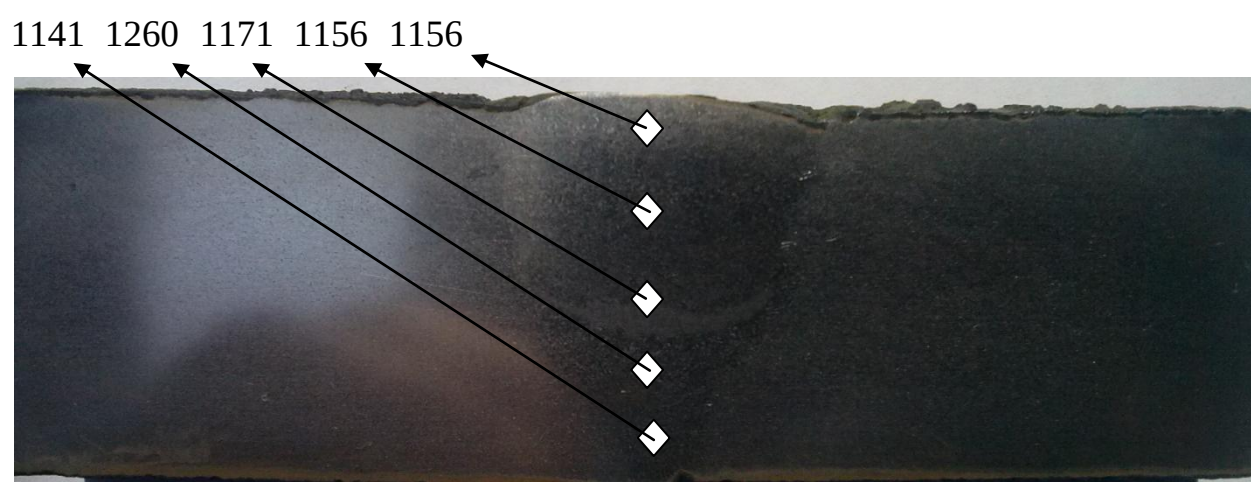
в (Образец №3 - Сварка без подогрева с последующей ТО при 1000 °С)



г (образец №4 - Сварка с подогревом и без последующей ТО)



д (образец №5 - Сварка с подогревом и последующей ТО при 740 °С)



е (образец №6 - Сварка с подогревом и последующей ТО при 1000 °С)

Рисунок 5 – Внешний вид сварных соединений и средних величин микротвердости в различных участках сварного шва

Все сварные соединения были получены ручной дуговой сваркой покрытыми электродами в пять проходов. Сварка без подогрева и последующей термической обработки приводит к формированию трещин в наплавленном металле корневой части сварного соединения, рисунок 5,а, рисунок 6. Началом формирования трещины служит концентратор в виде поры (рисунок 6,а,г), далее при своем развитии она выходит наружу, рисунок 6в. . Это обусловлено наличием метастабильных структур (бейнита, рисунок 6г) в сварном соединении, что характеризуется повышенным уровнем его твердости, рисунок 5а.

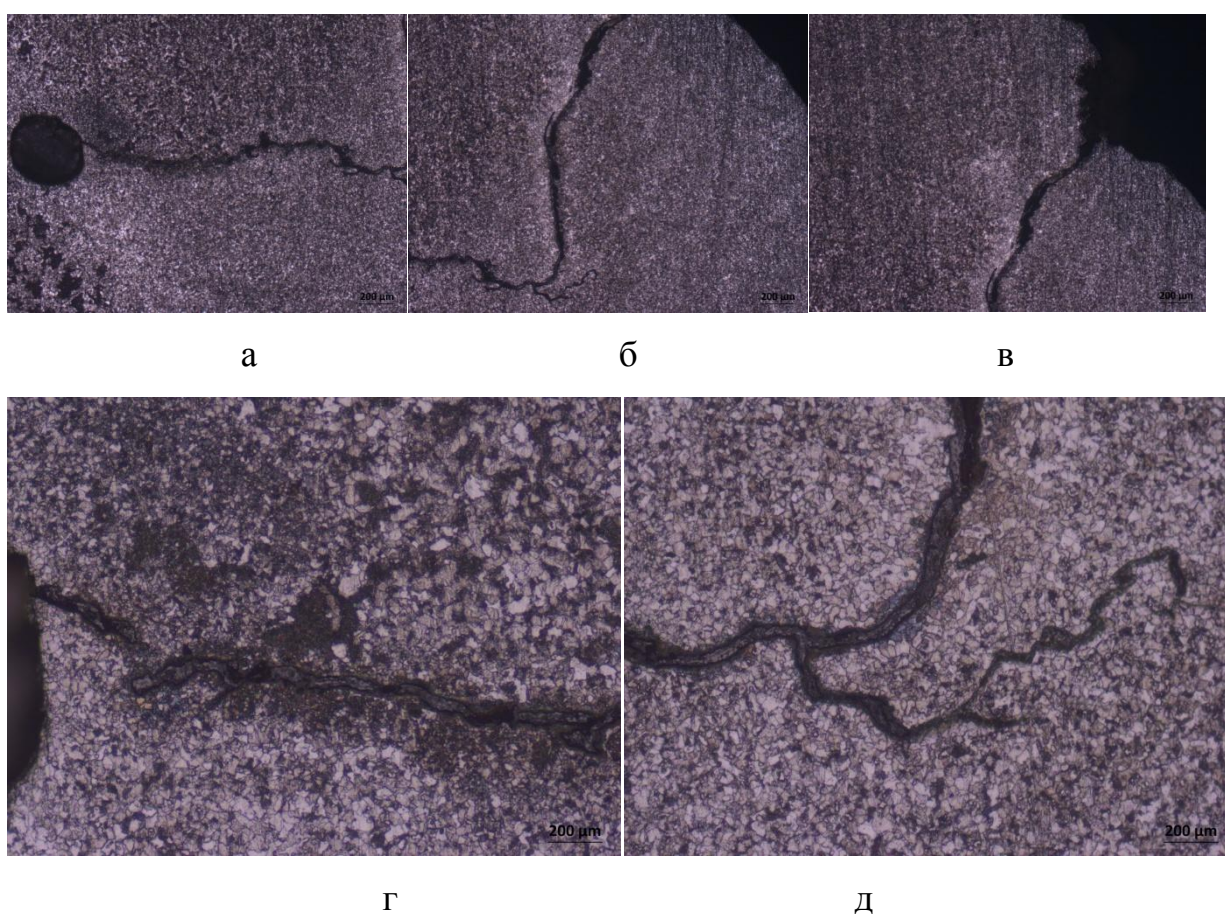
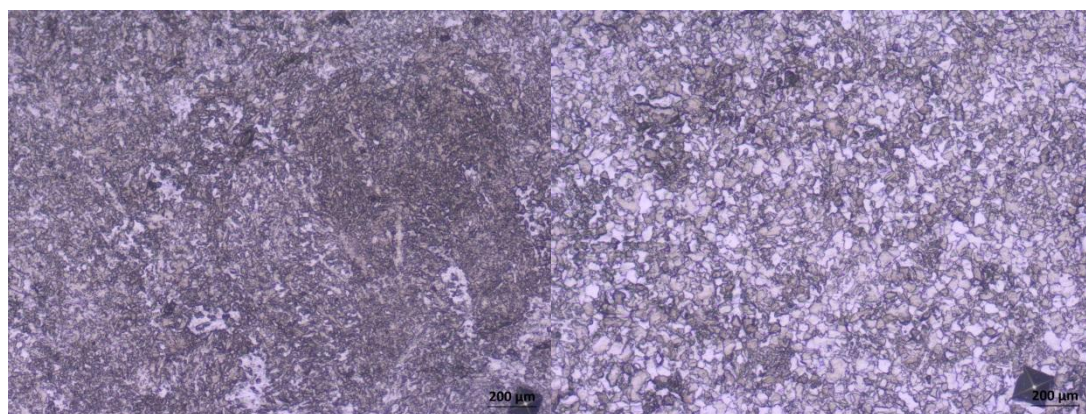


Рисунок 6 – Микроструктура сварного соединения №1 в области трещины (корневая часть)

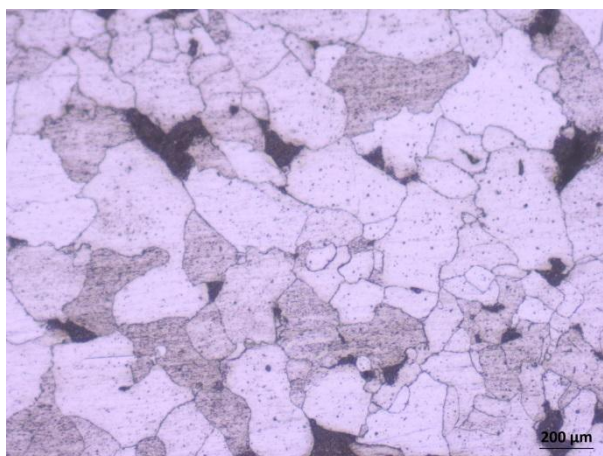
Последующий отпуск при 740°С полностью не снимает повышенный уровень твердости в корневой части данного сварного соединения, рисунок 5,б. В корне шва сохраняется дисперсная структура, в то время как в объеме металла второго и последующих проходов структура близка к исходной,

рисунок 7а,б. Ее отличает только меньший размер структурных составляющих феррита и перлита, рисунок 4,б и рисунок 7,б. Термическая обработка при более высокой температуре (1000°C) хотя и уменьшает уровень твердости практически в два раза, однако резко повышает уровень зерна феррита и неоднородность в распределении перлита, который к тому же меняет морфологию с пластинчатой на глобулярную, рисунок 7,в.



а

б

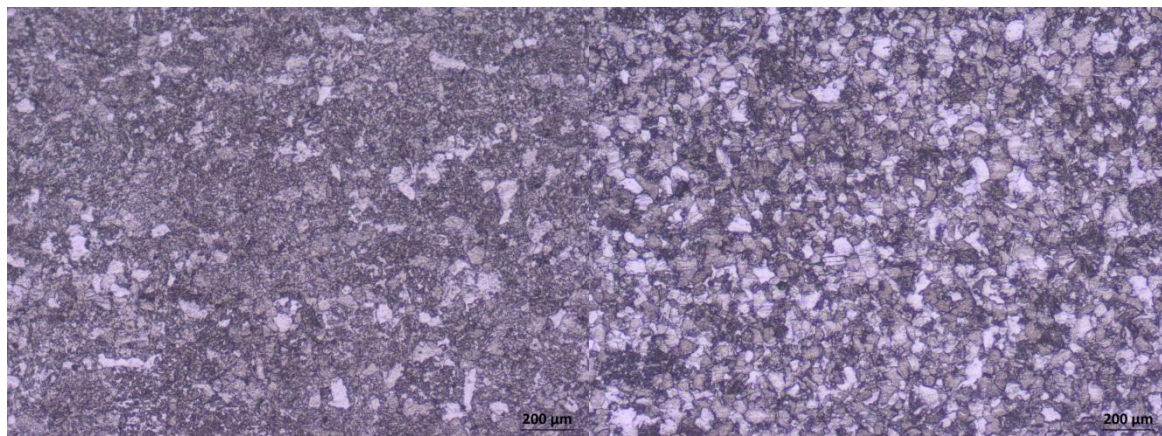


в

Рисунок 7 – Микроструктура образца №2 в объеме корня шва (а) и второго прохода (б) и образца №3 в объеме корня шва (в)

Введение в технологический процесс сварки только подогрева (образец №4) не обеспечивает понижение уровня твердости по объему наплавленного металла, рисунок 5,г. Микроструктура особенно в объеме корня шва сохраняется метастабильной с незначительным количеством отдельных ферритных зерен (см. рисунок 7,а и рисунок 8,а). В объеме наплавленного

металла второго прохода данные структурные составляющие уже сохраняются в соотношении 50:50, рисунок 8,б.

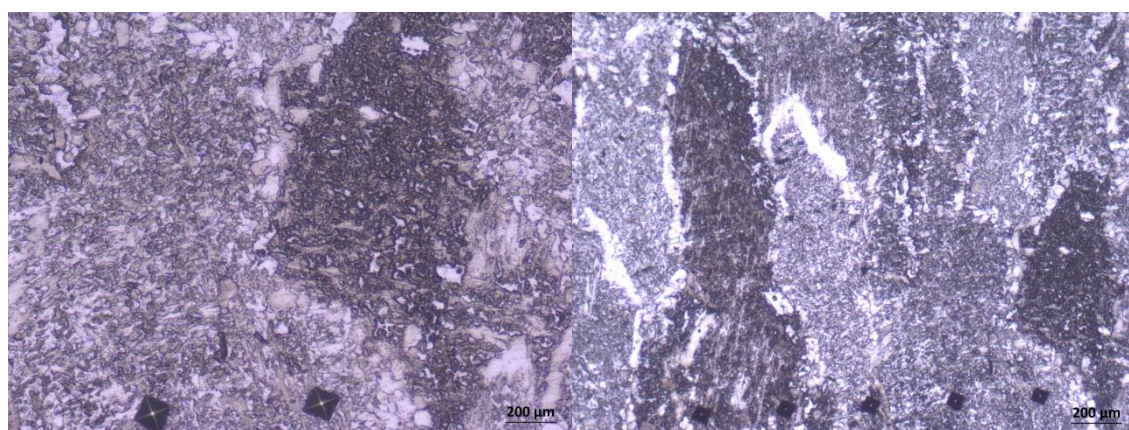


а

б

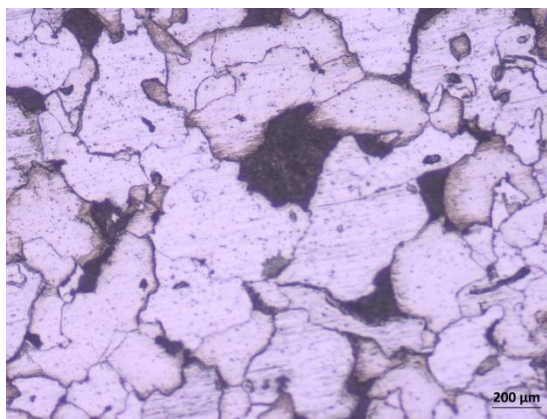
Рисунок 8 - Микроструктура образца №4 в объеме корня шва (а) и второго прохода (б) и образца №3 в объеме корня шва (в)

Подогрев и последующая термическая обработка при 740°C (образец №5) выравнивает уровень микротвердости по всему объему сварного соединения, рисунок 5,д. Структура имеет дендритное строение по границам которых находится ферритная прослойка, рисунок 9,а,б. Увеличение температуры отжига до 1000°C приводит к резкому увеличению размера структурных составляющих наплавленного металла, как это характерно было для образца №3 (см. рисунок 9,в и рисунок 7,в).



а

б



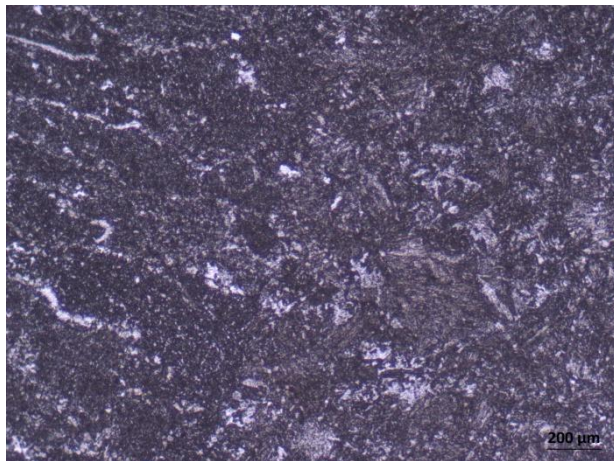
В

Рисунок 9 - Микроструктура образца №5 в объеме корня шва (а) и второго прохода (б) и образца №6 в объеме корня шва (в)

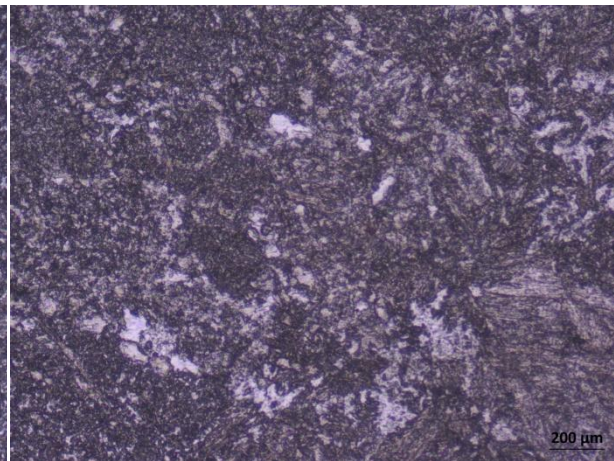
Рассмотренные выше результаты свидетельствуют о том, что наиболее подходящим режимом сварки и термической обработки является технологический процесс, включающий предварительный подогрев свариваемого соединения и последующая его термической обработки в виде высокого отпуска при 740°C. Поэтому рассмотрим более детально для этого сварного соединения микроструктуру ЗТВ и распределение микротвердости в ней непосредственно после сварки и далее после дополнительной его термической обработки.

На рисунке 10 последовательно представлена микроструктура ЗТВ от границы сплавления к основному металлу (образец №4): участок неполного расплавления с участком перегрева (а,б); Участки полной и неполной перекристаллизации (в,г,д,е); участок рекристаллизации (ж,з); структура основного металла (и,к). В участке перегрева видны исходные крупные зерна бывшего аустенитного зерна, по границам которых имеется сетка феррита (б). Внутри самого зерна формируется дисперсная феррито-перлитная смесь. По мере удаления от границы сплавления перлит укрупняется (г). На участке перекристаллизации феррито-перлитная смесь имеет меньший размер зерна по сравнению с основным металлом (е,к). На участке рекристаллизации явно присутствуют мелкие равноосные зерна феррита и перлита (з).

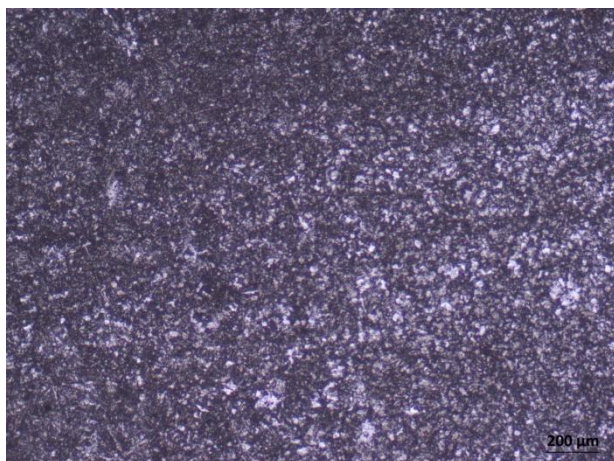
На рисунке 11 представлено изменение величины микротвердости по толщине ЗТВ. Видно, что в зоне термического влияния микротвердость изменяется в интервале 2200...2700 МПа и она выше исходного значения (1700 МПа) на 1000 МПа.



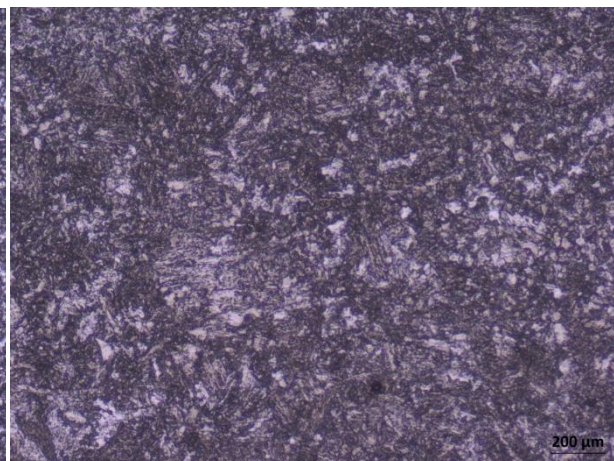
а



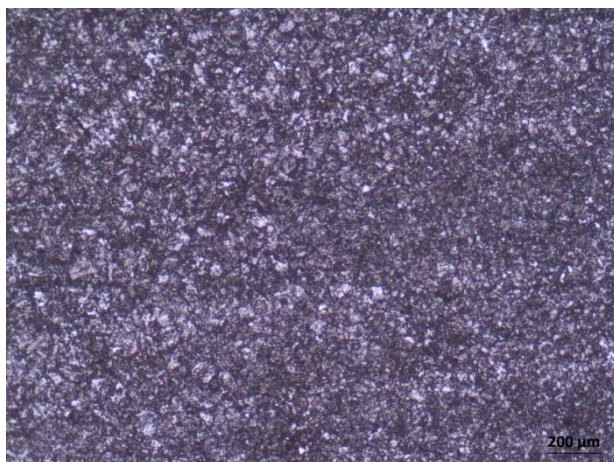
б



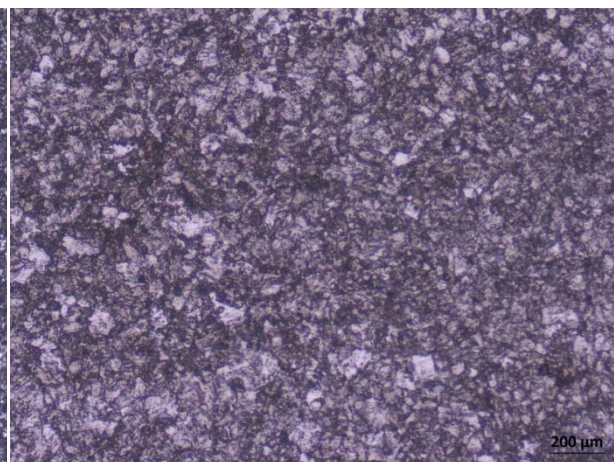
в



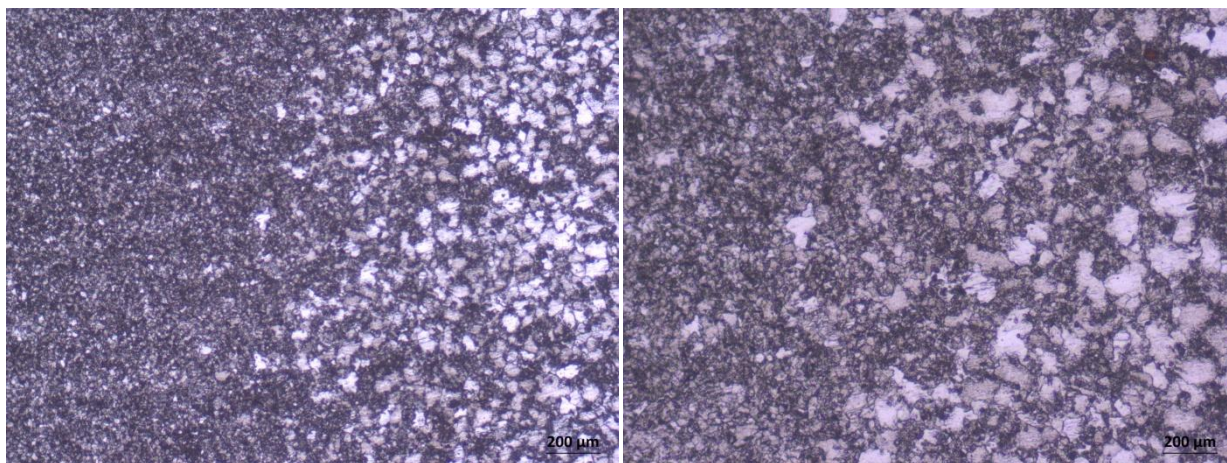
г



д

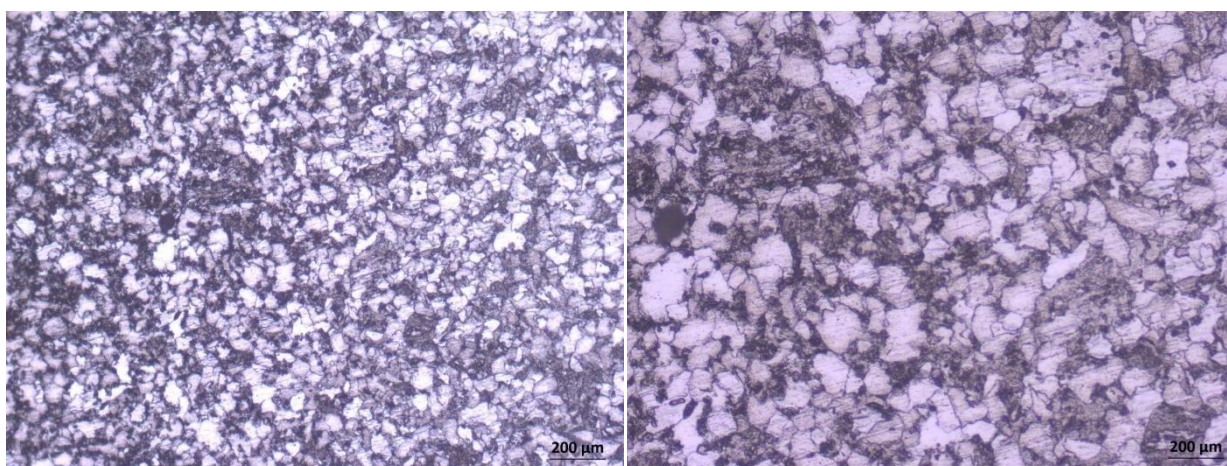


е



Ж

З



И

К

Рисунок 10 – Микроструктура участков ЗТВ образца 4

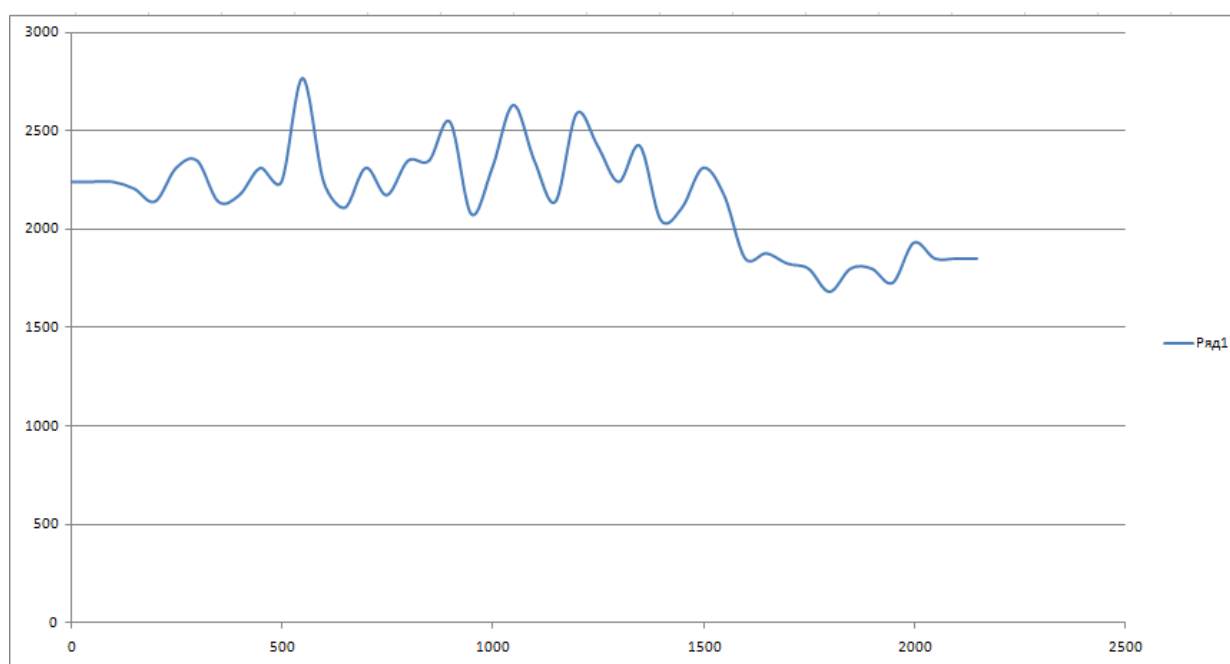
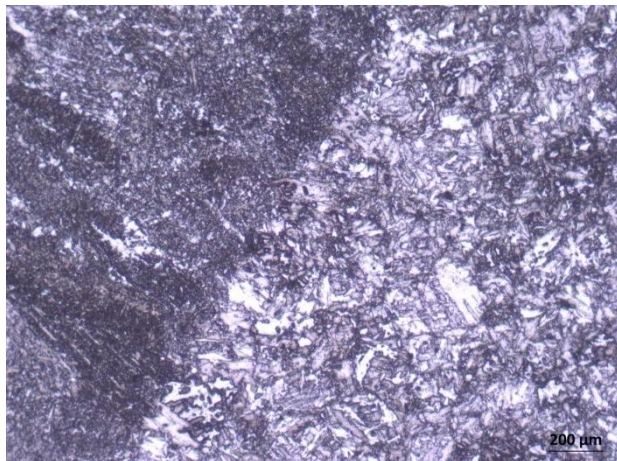
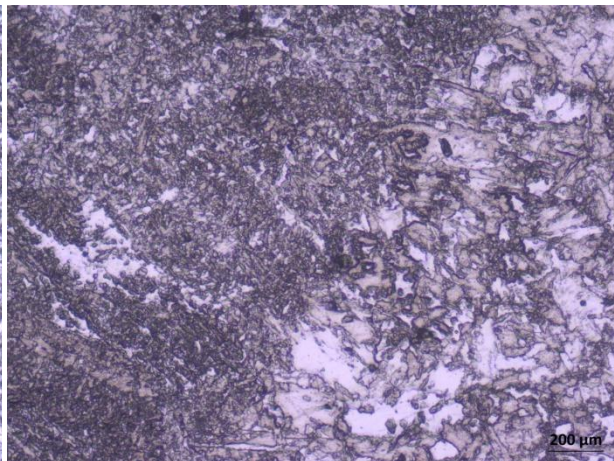


Рисунок 11 - График изменения микротвердости по толщине ЗТВ образца №4

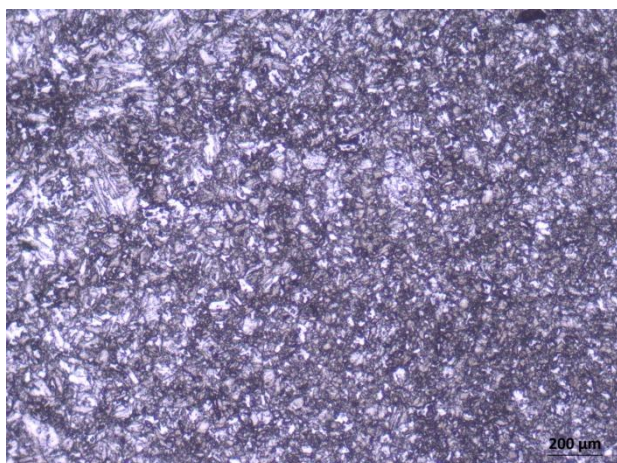
Дополнительная термическая обработка сварного соединения приводит к формированию практически однородной феррито-перлитной смеси в зоне термического влияния с несколько меньшим размером зерна феррита и перлитных колоний по сравнению с исходным металлом, рисунок 12.



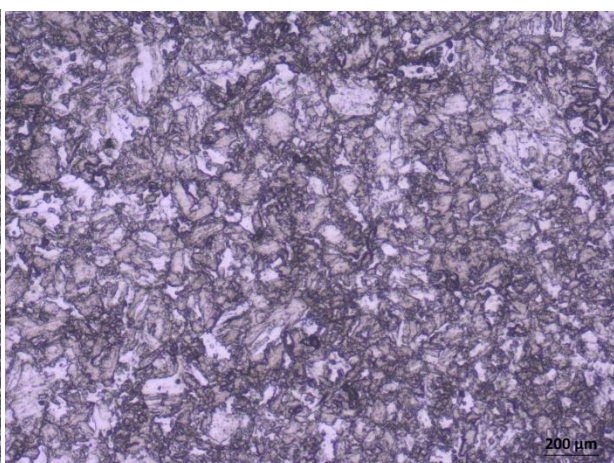
а



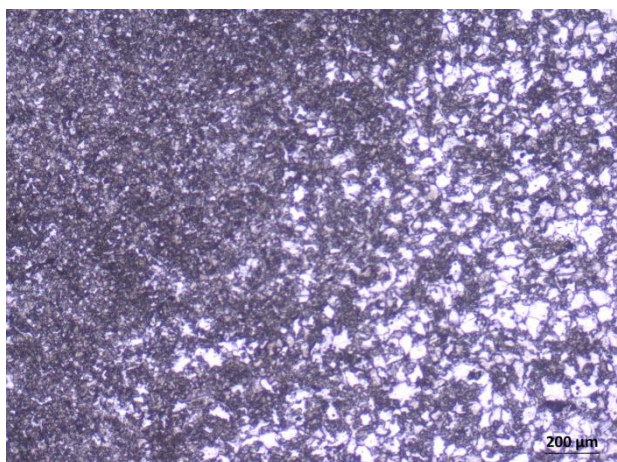
б



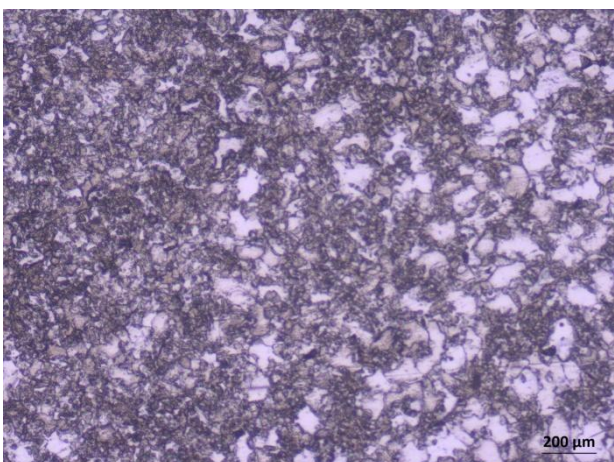
в



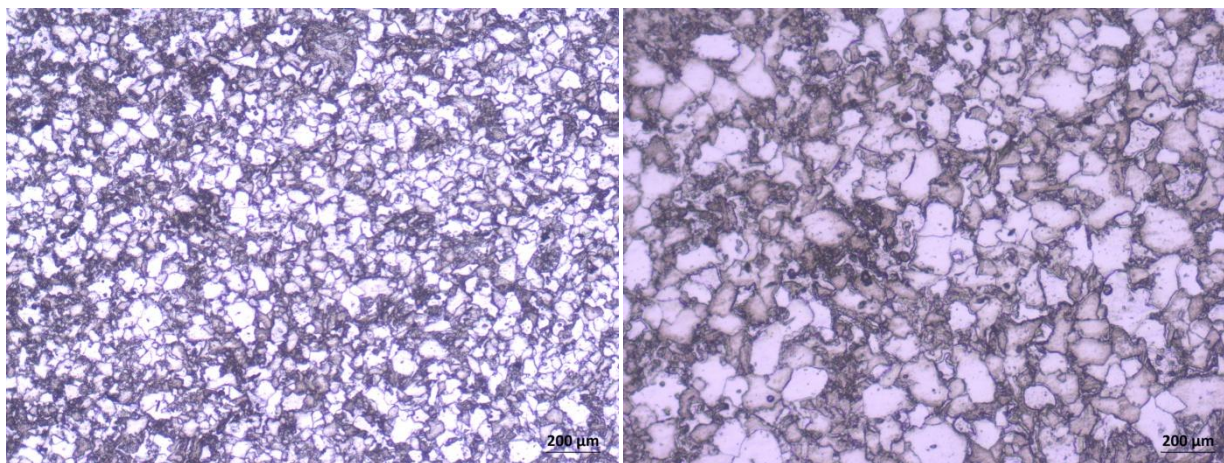
г



д



е



Ж

З

Рисунок 12 – Микроструктура участков ЗТВ образца 5

Однородная феррито-перлитная структура в ЗТВ обеспечивает практический исходный уровень микротвердости, рисунок 13.

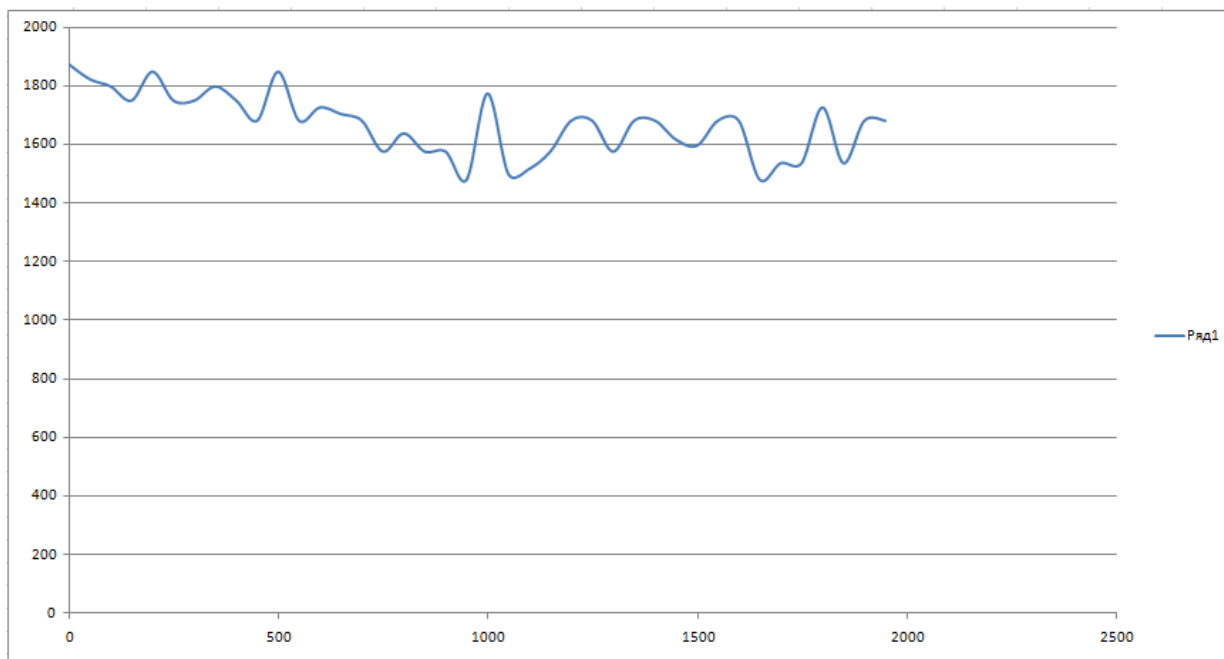


Рисунок 13 - График изменения микротвердости по толщине ЗТВ для образца №5.

Сваренные образцы по всем технологическим режимам были подвергнуты механическим испытаниям на статическое растяжение. Полученные результаты по средней величине прочности и относительному удлинению представлены в таблице 3, а внешний вид разрушенных образцов на рисунке 14. Образцы под номерами 3 и 6 разрушились по сварному соединению и дали самый низкий уровень прочности.

Таблица 3 – Механические свойства стали 12Х1МФ

№ образца п/п	Предел прочности σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , % не менее
Литературные данные согласно ТУ 14-3Р-55- 2001[8]	45 - 65	21
1	64,6	10,0
2	55,7	14,6
3	44,4	26,6
4	62,7	12,5
5	56,5	22,5
6	46,2	23,3



1 2 3 4 5 6

Рисунок 14 – Внешний вид образцов после статического растяжения

Введение в технологический процесс сварки только подогрева (образец №4) не обеспечивает уровень пластичности соответствующий основному металлу. Это еще в большей степени касается образца №1, который получен вообще без подогрева и последующей ТО. Введение в технологический процесс сварки последующей ТО для образцов, сваренных без подогрева (№2) не обеспечивает им повышения уровня пластичности до исходного материала.

Образцы сваренные с подогревом и последующей термической обработкой в виде высокого отпуска при 740°C позволяют получить структуру в ЗТВ не отличающуюся от основного металла (рисунок 12), а в наплавленном металле структура имеет дендритное строение по границам которых находится ферритная прослойка, рисунок 9,а,б. Это позволяет получить равнопрочное сварное соединение с основным металлом. Разрушение при статическом нагружении происходит по основному металлу, рисунок 14. Уровень прочности и пластичности находится в интервале значений характерных для исходного материала (ТУ 14-3Р-55-2001).

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Расчет капитальных вложений основных фондов

Общая сумма всех расходов на возведение термического цеха или отделения после ввода последнего в эксплуатацию представляет балансовую стоимость основных фондов.

Общую сумму капитальных вложений в балансовую стоимость основных фондов отделения определяется по формуле

$$K_{oc} = K_z + K_o + K_{co} + K_p + K_{pr},$$

где K_z – капитальные затраты на возведение здания, проводки в нём и сантехнику, руб.;

K_{co} – капитальные затраты на силовое оборудование и силовые машины, руб.;

K_c – капитальные затраты на строительство сооружений, руб.;

K_p – капитальные затраты на рабочие машины и рабочее оборудование, руб.;

K_{pr} – капитальные затраты на прочие основные фонды, руб.

Найдем капитальные затраты на возведение здания, проводки и сантехники.

Объём строительства производственного здания

$$S = 2ah + 2ab + 2bh,$$

$$S = 2 \times 306 \times 24 + 2 \times 306 \times 34 + 2 \times 30 \times 24 = 34488 \text{ м}^2,$$

где a – длина, здания, м ;

h – высота здания, м;

b – ширина здания, м

Стоимость 1 м² производственного помещения, по данным базового цеха, принимается в проекте равным 744 рубля.

Стоимость производственных зданий:

$$C_{\text{пр}} = 34488 \cdot 744 = 25659072 \text{ руб.}$$

Стоимость санитарно-технических проводок составляет приблизительно 40% от стоимости строительных работ по зданиям.

$$C_{\text{с-т}} = 0,4 \cdot C_{\text{пр}}, \text{ руб.},$$

$$C_{\text{с-т}} = 0,4 \cdot 25659072 = 10263629 \text{ руб.}$$

Площадь и объем конторских и бытовых помещений устанавливается по нормам и численности рабочих.

В проекте принимается численность трудящихся 50 человек:

$$S_{\text{быт}} = 50 \cdot 2,4 = 120 \text{ м}^2,$$

где 2,4 – площадь на одного человека с учётом всех трудящихся при трех сменах, м².

Высота зданий принимается 3 м.

Объем административно-бытовых зданий:

$$V_{\text{а-б}} = 120 \cdot 3 = 360 \text{ м}^3.$$

Стоимость 1 м³ административно-бытовых помещений, по данным базового цеха, принимается равной 827 рублей. Значит их стоимость :

$$C_{\text{а-б}} = 360 \cdot 827 = 297720 \text{ руб.}$$

Стоимость санитарно-технических проводок составляет 40% от стоимости строительных работ по зданиям

$$C_{c-т} = 0,4 \cdot 297720 = 119088 \text{ руб.}$$

Все данные расчетов сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Капитальные затраты на возведение зданий и бытовых помещений

Наименование зданий	Площадь, м ²	Объем, м ³	Стоимость 1 м ³ , руб.	Стоимость санитарно-технических проводок	Балансовая стоимость руб.
Производственные здания	7344	34488	744	10263629	35922701
Бытовые помещения	120	360	827	119088	416808
Итого:	24310551,2	3633950			

Капитальные затраты на силовые машины и силовое оборудование определяются по формуле

$$K_{co} = n \cdot N \cdot Ц_э,$$

где n – количество агрегатов;

N – установочная мощность силового оборудования;

Ц_э – стоимость 1 кВт установочной мощности, включая монтаж.

$$Ц_э = 173 \text{ руб.};$$

$$K_{co} = 1 \cdot 36000 \cdot 173 = 6228000 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты на рабочие машины и рабочее оборудование

$$K_p = Ц \cdot (1 + r_t + r_{\phi} + r_m) \cdot n,$$

где Ц – оптовая цена единицы оборудования;

n – число единиц данного вида оборудования;

r_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $r_t = 0,1$;

r_{ϕ} – коэффициент, учитывающий сооружение фундаментов, $r_{\phi} = 0,06$;

r_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и освоение оборудования, $r_m = 0,2$.

Технологическое оборудование:

$$K_p = 63232499 \cdot (1 + 0,1 + 0,06 + 0,2) \cdot 1 = 85996189,5 \text{ руб.}$$

Вспомогательное оборудование:

- вентиляционное оборудование:

$$K_p = 237000 \cdot (1 + 0,1 + 0,06 + 0,2) \cdot 1 = 322320 \text{ руб.}$$

- трубопроводы и оборудование (арматура):

$$K_p = 581000 \cdot (1 + 0,1 + 0,06 + 0,2) \cdot 1 = 790160 \text{ руб.}$$

- непрерывный транспорт (рольганг):

$$K_p = 420000 \cdot (1 + 0,1 + 0,06 + 0,2) \cdot 1 = 571200 \text{ руб.}$$

- подъемно-транспортное оборудование:

$$K_{п-т} = 202000 \cdot (1 + 0,1 + 0,06 + 0,2) \cdot 1 = 274720 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в основные группы основных фондов для условий поточного или массового производства составляют 30% от балансовой стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{пр}} = 85996189,5 \cdot 0,3 = 25798856,85 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на возведения сооружений принимаем 20% от стоимости производственного здания

$$K_c = 0,2 \cdot (35922701 + 416808) = 7267901,8 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов капиталовложений в основные фонды термического отделения сводятся в таблицу 5.

Таблица 5 – капитальные вложения в основные фонды

Группы основных фондов	Основные фонды		Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, %
	руб.	%		
Производственные	35922701	21,74	2,5	898067,525
Бытовые	416808	0,25	2,0	8336,16
Итого:	36339509	21,99	-	906403,685
Сооружения	7267901,8	4,40	2,5	181697,545
Силовое оборудование и силовые машины	6228000	3,77	9,0	560520
Рабочее оборудование:				

Продолжение таблицы 5

а) технологическое	85996189,5	52,03	10	8599618,95
б) вспомогательное	3367360	2,04	10	336736
в) подъемно транспортное	274720	0,17	10	27472
Прочие основные фонды	25798856,85	15,61	10	2579885,69
Всего:	165272537,2	100	–	13192333,9

Таблица 6 – Капитальные вложения в рабочие машины и рабочее оборудование

Наименование оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования, руб.	Балансовая стоимость, руб.
Технологическое	1	85996198	171992397
Вспомогательное:			
вентиляционная система	1	322320	644640
трубопровод	1	790160	1580320
крановое	1	274720	549440
рольганг	1	571200	1442400

Всего:		176209197
--------	--	-----------

Общая сумма капитальных вложений в балансовую стоимость основных фондов

$$K_{oc} = 35922701 + 416808 + 7267901,8 + 6228000 + 85996189,5 + 3367360 + 274720 + 25798856,85 = 165272537,2 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения определяются отношением полной балансовой стоимости основных фондов отделения к годовому объему производства

$$K_{уд} = 165272537,2 / 400000 = 413,18 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет кап. вложений в нормируемые оборотные средства

Капитальные затраты на образование запасов сырья, материалов, топлива, вспомогательных материалов следует рассчитывать по формуле

$$K_m = C_m / 360 \cdot d_m ,$$

где C_m – стоимость материалов, нужных для функционирования термического отделения в течении года, руб.;

d_m – средний срок хранения материалов в запасе, принимается равным (вспомогательное – 90 дней, топливо – 30 дней).

$$K_m = (3607216 / 360) \cdot 90 = 901804 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты на образование запасов сменного оборудования, запасных частей для текущего ремонта можно определить по формуле

$$K_{co} = C_{co} / 360 \cdot d_{co} ,$$

где C_{co} – стоимость сменного оборудования, необходимого для функционирования проектируемого отделения в течении года, руб.;

d_{co} – средняя норма запаса, принимается равной 30 дней.

$$K_{co} = (496600 / 360) \cdot 30 = 41383 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на создание запасов быстроизнашивающегося инвентаря и инструмента

$$K_{ин} = И \cdot P_{сп} ,$$

где $P_{сп}$ – списочное число работающих в цехе, чел.;

$И$ – средняя норма вложений на инвентарь, инструменты, в расчете на одного работающего, принимается равной 312 руб.

$$K_{ин} = 50 \cdot 312 = 15600 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на незавершенное производство составляют 20% от всех нормируемых оборотных средств

$$K_{нз} = (901804 + 41383 + 15600) \cdot 0,2 = 191757,4 \text{ руб.}$$

Таблица 7 – Нормируемые оборотные средства отделения

Элементы оборотных средств	Сумма, руб.
Запасы вспомогательных материалов и топлива	901804
Запасы сменного оборудования, запасных частей	41383
Запасы быстроизнашивающегося оборудования	15600
Незавершенное производство	191757,4
ИТОГО:	1150544,4

4.3 Энергетика отделения и расчет вспомогательных материалов для технологических нужд

В себестоимости термической обработки металлов сравнительно большой удельный вес имеют расходы на топливо, электроэнергию и вспомогательные материалы. Эти расходы являются прямыми затратами и исчисляются по нормам на единицу обрабатываемых изделий, определяемых принятыми в проекте технологией и техникой.

Таблица 8 – Годовой расход и затраты на различные виды технологической энергии и производственной энергии

Наименование энергоносителей	Расход в час	Время потребления энергии в год, час.	Расход в год	Цена, руб.	Сумма руб.	На 1 тонну	
						Расход	Сумма руб.
Природный газ, тыс. м ³	10,8	3857	41655,6	466	19411509,6	0,104	48,53
Азот, тыс. м ³	17,76	7000	124320	50	6216000	0,311	15,54
Техническая вода, тыс. м ³	4,6	7000	32200	0,333	10722,6	0,08	0,027
Электроэнергия, тыс. кВт/ч	8,4	1637	13750,8	1200	16500960	0,034	41,25
Сжатый воздух, тыс. м ³	0,4	7000	2800	45	126000	0,007	0,32
Вода	0,18	7000	1260	414,64	522446,4	0,003	1,31
ИТОГО:					42787638,6		106,97

4.4 Штаты термического участка

Отделение для термической обработки относится к непрерывным производствам.

В нем установлено оборудование большой мощности, и так как расход тепловой энергии оборудования велик, то работа в одну или две

смены привела бы к большим потерям времени на разогрев агрегата и производственным потерям электроэнергии для поддержания рабочей температуры при работе на холостом ходу в нерабочие смены. Поэтому в отделении устанавливается круглосуточная работа, т.е. в три смены.

При такой организации труда каждая бригада работает в течении 8 часов. После 4 дней работы в одну смену бригада имеет 48-часовой отдых. Чередование смен прямое, т.е. из первой смены бригада переходит во вторую, из второй – в третью, из третьей – в первую.

Работа в праздничные дни и в предпраздничные дни производится так же как и в обычные.

Такой график работы не предусматривает регламентированного перерыва для отдыха и приема пищи. Среднемесячная длительность работы по этому графику на 9,4 часа превышает норму для 41-часовой рабочей недели. Эта переработка оплачивается как сверхурочная работа.

Таблица 9 – График выхода на работу

Смена	Дни недели															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	
II	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	
III	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	
IV	Г	В	Б	Б	А	Г	В	В	Б	А	Г	Г	В	Б	А	
Смена	Дни недели															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
I	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г
II	В	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б	Б	Б	Б	В	В
III	Б	Б	Б	В	В	В	В	Г	Г	Г	Г	А	А	А	А	Б
IV	А	Г	В	Б	Б	А	Г	В	В	Б	А	Г	Г	В	Б	А

А – первая бригада; Б – вторая бригада; В – третья бригада; Г – четвертая бригада.

4.4.1 Баланс использования рабочего времени

Баланс использования рабочего времени одного среднесуточного работника рассчитываем с учетом продолжительности отжига, режима труда и отдыха, а также с учетом длительности рабочего дня.

Календарное время—365 дней или $365 \cdot 8 = 2920$ часов.

$$T_{\text{вых}} = 2920 \text{ ч.}$$

Выходные дни— $365 / 5 = 73$ дней или $73 \cdot 8 = 584$ часа.

$$T_{\text{вых}} = 584 \text{ ч.}$$

Номинальное время работы:

$$T_{\text{ном}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} = 2920 - 584 = 2336 \text{ ч.}$$

Потери времени на выполнение государственных и общественных обязанностей принимаем по аналогии с базисным отделением, аналогично потери времени на болезни и прочие невыходы, ежегодный отпуск рабочих.

$$T_{\text{отп}} = 24 \cdot 8 = 192 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{бол}} = 48 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{нев}} = 4 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{общ}} = 4 \text{ ч.}$$

Фактическое время определяем как номинальное рабочее время за вычетом потерь рабочего времени

$$T_{\text{фак}} = T_{\text{ном}} - (T_{\text{отп}} + T_{\text{бол}} + T_{\text{нев}} + T_{\text{общ}}) = 2336 - (192 + 48 + 8) = 2088 \text{ ч.}$$

В том числе:

а) ночное время $2088 / 4 = 522$ ч;

б) в праздничные дни $8 \cdot 11 = 88$ ч;

в) в сверхурочное время – 127 ч.

Годовой баланс времени работника термического отделения соответствует норме рабочего времени, утвержденной законодательством

$$T = (365 - 52 - 8) \cdot 7 - (52 + 6) \cdot 1 = 2077 \text{ ч,}$$

где 365 – дней в году;

52 – выходных дня;

8 – количество праздничных дней;

52 – количество предвыходных дней.

В течение года каждый рабочий перерабатывает:

$$DT = 2336 - 2077 = 252 \text{ ч.}$$

На основании баланса использования рабочего времени определяем списочный коэффициент, который равен отношению номинального времени к фактическому:

$$K_{\text{спис}} = T_{\text{ном}} / T_{\text{фак}} = 2336 / 2088 = 1,13.$$

Все результаты расчета занесены в таблицу 10.

Таблица 10 – Баланс использования рабочего времени

Элемент баланса	Непрерывный режим работы, ч
1	2
Средняя длительность рабочего дня	8
Календарное время	2920
Выходные дни	583
Праздничные дни	–
Номинальное время	2336
Потери рабочего времени:	192
а) ежегодный отпуск;	48
б) болезни;	4
в) выполнение государственных и общественных обязанностей;	
г) прочие невыходы	4
Итого потерь	248
Фактическое время работы и в том числе:	2088
а) в ночное время;	485,5
б) в праздничные дни;	88
в) в сверхурочное время	127
Списочный коэффициент	1,13

4.4.2 Определение численности рабочих

Таблица 11 – Штатное расписание рабочих

Профессии	Разряд	Ставка	Бригады				Расстановочный штат	Резерв на отпуск
			I	II	III	IV		
Термист проката (см.)	13	12.38	1	1	1	1	4	1
Термист проката	9	9.05	2	2	2	2	8	1
Оператор ПУ входной части	9	9.05	1	1	1	1	4	
Оператор ПУ (гл.)	9	9.05	1	1	1	1	4	1
Оператор ПУ (см.)	7	7.83	1	1	1	1	4	
Травильщик	9	9.05	1	1	1	1	4	1
Вальцовщик стана холодной прокатки	9	9.05	1	1	1	1	4	1
Бригадир на сдаче металла	7	7.83	1	2	1	1	5	
ИТОГО:			9	10	9	9	37	5

Таблица 12 – Штатное расписание специалистов и служащих

Профессии	Количество человек	Месячный оклад, руб.	Годовой оклад, руб.
Начальник термического отделения	1	6480	77760
Заместитель начальника отделения	1	5400	64800
Старший мастер	1	4680	5616
Сменный мастер	4	4680	56160
Мастер по ремонту оборудования	1	4320	51840

4.5 Расчет ФЗП, ФМП, среднего заработка рабочих

Расчеты по фонду заработной платы выполняются при условии выполнения плана проектируемым отделением на 100% по всем показателям.

В цехах со строго регламентированными по времени процессами термической обработки, которые произвольно рабочими меняются не могут, целесообразно применять повременно-премиальную систему оплаты труда.

Система премирования должна стимулировать выполнения норм выработки, качество термической обработки и обеспечить непрерывную работу оборудования.

Заработную плату по тарифным ставкам рекомендуют рассчитывать по формуле

$$T_3 = l \cdot Ш \cdot t_{\phi},$$

где l – часовая тарифная ставка рабочего первого разряда, руб.;

$Ш$ – списочное количество работников, приведенных к первому разряду;

t_{ϕ} – фактическое время работы по балансу использования рабочего времени, ч.;

$$Ш_{13} = 4 \cdot 12,38 / 4,9 = 10,1 \text{ ч.};$$

$$Ш_9 = 24 \cdot 9,05 / 4,9 = 44,4 \text{ ч.};$$

$$Ш_7 = 9 \cdot 7,83 / 4,9 = 24,4 \text{ ч.};$$

$$Ш = 10,1 + 44,4 + 24,4 = 79 \text{ ч.}$$

$$T_3 = 4,9 \cdot 79 \cdot 2088 = 808264,8 \text{ руб.}$$

Количество премиальных $T_{пр}$ при условии выполнения производственной программы вычисляется в соответствии с принятой системой премирования при повременно премиальной системе оплаты труда, размер премии исчисляется к зарплате по тарифным ставкам

$$T_{пр} = 0,25 \cdot T_3 = 0,25 \cdot 808264,8 = 594074,6 \text{ руб.}$$

Доплату за работу в ночное время можно рассчитать по формуле

$$T_n = l \cdot 0,35 \cdot Ш \cdot 1_n,$$

где l – тарифная ставка рабочего первого разряда, руб.;

Ш – списочное число работников, приведенных к первому разряду;

t_{ϕ} – число часов работы в ночное время по балансу рабочего времени.

$$T_n = 0,35 \cdot 4,9 \cdot 79 \cdot 485,5 = 65778 \text{ руб.}$$

Доплату за работу в праздничные дни рассчитывают

$$T_{\pi} = 1 \cdot Ш \cdot t_n ,$$

$$T_{\pi} = 4,9 \cdot 79 \cdot 88 = 36220,8 \text{ руб.}$$

Доплату за работу в сверхурочное время рассчитывают по формуле

$$T_c = 1 \cdot 0,5 \cdot Ш \cdot t_c ;$$

$$T_c = 0,5 \cdot 79 \cdot 4,9 \cdot (127 - 88) = 12967,9 \text{ руб.}$$

Премия за стаж работы принимается равной 30% от зарплаты по тарифным ставкам

$$T_{ст} = 0,3 \cdot 808264,8 = 242479,4 \text{ руб.}$$

Суммируя результаты приведенных расчетов получаем размер фонда основной зарплаты

$$T_{осн} = T_z + T_{пр} + T_n + T_{\pi} + T_c = 808264,8 + 594074,6 + 65778 + 36220,8 + 12967,9 + 242479,4 = 1759785,5 \text{ руб.}$$

Затем определяем средний часовой заработок работников

$$T_{ср.з.} = T_{осн} / t_{\phi} ,$$

где $T_{осн}$ – сумма основной зарплаты, руб.;

t_{ϕ} – фактическое число часов работы;

$$T_{ср.з.} = 1759785,5 / 2088 = 843 \text{ руб.}$$

Фонд дополнительной заработной платы определяем по среднему часовому заработку $T_{ср.ч.}$, учитывая сумму времени ежегодного отпуска и времени выполнения государственных и общественных обязанностей

$$T_{доп} = T_{ср.з.} \cdot (t_{отп} + t_{об}) ;$$

$$T_{доп} = 843 \cdot (192 + 4) = 165228 \text{ руб.}$$

Начисления на социальное страхование $T_{стр}$ определяются в процентах от всех выплат по основной и дополнительной зарплате и составляют для металлургов 35%

$T_{\text{стр}} = 0,35 \cdot (T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}}) = 0,35 \cdot (1759785,5 + 165228) = 673754,7$
руб.

4.6 Определим фонд заработной платы ИТР

Оплата труда ИТР осуществляется по схеме должностных окладов ИТР, работающим по сменам – 4240 руб., остальным – 4960 руб. Номинальное время работы первых составляет 273,75 дня, вторых – 305 дней, фактическое время работы соответственно: 243,75 и 275 дней. Тогда дневные оклады сменного персонала ИТР:

$$\text{Сменные } \frac{4240 \times 12}{273,75} = 185,8 \text{ руб.};$$

$$\text{Дневные } \frac{4960 \times 12}{305} = 195 \text{ руб.}$$

За фактическое проработанное время будет начислено соответственно

$$\text{Сменные } T_3 = 185,8 \cdot 243,75 = 45304 \text{ руб.};$$

$$\text{Дневные } T_3 = 195 \cdot 275 = 75350 \text{ руб.}$$

Кроме этого сменным ИТР следует доплатить за работу в ночное время и в праздничные дни

$$T_{\text{пр}} = \frac{185,8}{8} \times 0,35 \times 485,5 = 3949,5 \text{ руб.};$$

$$T_{\text{н}} = 185,8 \cdot 8 \cdot 3 / 4 = 1114,8 \text{ руб.},$$

где 485,5 – время работы в ночное время.

Основная заработная плата сменных ИТР составит

$$T_{\text{осн}} = (45304 + 3949,5 + 1114,8) \cdot 5 = 251841,5 \text{ руб.},$$

где 5 – число сменных ИТР.

$$\text{Дневных: } T_{\text{осн}} = 53665 \cdot 3 = 160996,8 \text{ руб.},$$

где 3 – число ИТР работающих в день.

Таким образом, основная зарплата всех ИТР составит

$$T_{\text{осн}} = 251841,5 + 160996,8 = 412838,3 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарплату ИТР можно установить по среднему дневному заработку. Для сменного персонала

$$\frac{45304+3949,5+1114,8}{243,75} \times 5 = 1033,2 \text{ руб.},$$

где 5 – число сменных ИТР;

$$\text{остальных: } \frac{53665}{275} \times 3 = 585,4 \text{ руб.},$$

где 3 – число ИТР, работающих в день.

Если потери времени на ежегодные отпуска и выполнения государственных и общественных обязанностей составляют 28 дней для ИТР, то дополнительная зарплата определяется

$$T_d = (1033,2 + 585,4) \cdot 28 = 45320,8 \text{ руб.}$$

Начисления на зарплату для целей социального страхования исчисляются в процентах от суммы основной и дополнительной зарплат и составляют 35%

$$(412838,3 + 45320,8) \cdot 0,35 = 160355,5 \text{ руб.}$$

Все результаты расчётов по фонду заработной платы сводим в таблице 13.

Далее производим расчёт фонда материального поощрения.

Так как отделение завода не вступают непосредственно в сфере обращения, т.е. не торгует своей продукцией, то фонд материального поощрения образующийся из прибыли от реализации продукции прямо рассчитать не представляется возможным. Фонд материального поощрения можно исчислять лишь по косвенным данным или по аналогам с базисным цехом.

Положениями об использовании фонда материального поощрения предусматриваются следующие выплаты:

а) премии по результатам текущего производства; как показывает практика, то на эти выплаты приходится примерно 50% от всего фонда материального поощрения;

б) единовременное вознаграждение по результатам работы за год, составляет примерно 35%;

в) премии за выполнение особых заданий и работ, составляют оставшуюся часть фонда материального поощрения 15%.

Размер премий по результатам текущего года составляет:

– для рабочих 7–10% от заработной платы по тарифу:

$$808264,8 \cdot 0,1 = 80826,48 \text{ руб.}$$

– для ИТР 30% от оклада:

$$511807,9 \cdot 0,3 = 153542,4 \text{ руб.}$$

Следовательно, размер общего фонда материального поощрения будет составлять:

$$(80826,48 + 153542,4) \cdot 2 = 468737,7 \text{ руб.}$$

Сумма выплат по единовременному вознаграждению:

$$468737,7 \cdot 0,35 = 164058,2 \text{ руб.}$$

Остальные выплаты:

$$468737,7 - 234368,9 - 164058,2 = 70310,6 \text{ руб.}$$

Таблица 13 – Фонд заработной платы, руб

Категория трудящихся	Т _{осн}	В том числе						Т _{доп}	Т _{стр}	Всего
		Т _з	Т _{пр}	Итого	Доплаты					
					Т _п	Т _и	Т _с			
1. Рабочие	1759785,5	808264,8	147205	594074,6	65778	36220,8	12968	165228	673754,7	2598768,2
2. ИТР	412283,8	98969,6	286091	3949,5	1114,8	45320,8	160355,5	618514,6		
ВСЕ ГО	2172623,8	210548,8	834110,2	3217282,8						

Таблица 14 – Фонд материального поощрения

Виды выплат	Руб.
Премия по результатам текущего производства:	
а) рабочих	80826,48
б) ИТР	153542,4
ИТОГО	234368,9
Единовременное вознаграждение по результатам работы за год	164058,2
Премии за выполнение особых заданий и работ	70310,6
ВСЕГО	703106,6

Необходимо определить среднемесячную заработную плату всех категорий трудящихся. Для этого необходимо сложить выплаты по основной и дополнительной зарплате из ФМЗ и премии за выполнение плана производства и разделить на списочное число трудящихся и на 12:

– для рабочих

$$ЗП_{\text{ср}} = (1759785,5 + 165228) / 37 / 12 = 4336 \text{ руб.}$$

– для ИТР

$$ЗП_{\text{ср}} = (412838,3 + 45320,8 + 153542,4) / 8 / 12 = 6370 \text{ руб.}$$

Расчет средней заработной платы представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Среднемесячная заработная плата

Категории трудящихся	Руб.
1. Рабочие	4336
2. ИТР	6370

4.7 Себестоимость термической обработки

Себестоимость термической обработки рассчитывается по следующим статьям затрат:

- а) технологическое топливо;
- б) электроэнергия на производственные нужды;
- в) заработная плата производственных рабочих (основная и дополнительная);
- г) вспомогательные материалы;

д) амортизация основных фондов;

Эти статьи были определены ранее, остается определить:

е) расходы на сменное оборудование, инструменты:

рекомендуется принять равными 1–1,5% от общей суммы капитальных вложений в основные фонды отделения

$$165272537,2 \cdot 0,015 = 2479088,06 \text{ руб.}$$

ж) расходы на текущий ремонт основных средств:

устанавливаются в размере 5% от капитальных затрат на здание, силовые машины и силовое оборудование

$$132205778,6 \cdot 0,05 = 6610288,93 \text{ руб.}$$

з) расходы на охрану труда и технику безопасности:

определяют в размере 1,5–2% от ФЗП.

$$3217282,8 \cdot 0,02 = 64345,6 \text{ руб.}$$

и) общецеховые расходы:

складываются из затрат на ФМП, начисления на зарплату, для социального страхования, охрану труда и прочие расходы отделения.

Прочие денежные расходы отделения составляют 1,5% от всех общецеховых расходов

$$(2172623,8 + 210548,8 + 834110,2 + 64345,6) \cdot 0,015 = 49224,4 \text{ руб.}$$

Общецеховые расходы

$$3281628,4 + 49224,4 = 3330852,8 \text{ руб.}$$

4.8 Расчет экономической эффективности

Одним из методов определения экономической эффективности проекта является метод приведенных затрат

$$З_{пр} = C + E_n \cdot K_{уд},$$

где $З_{пр}$ – приведенные затраты, руб./т;

E_n – нормативный коэффициент доходности инвестиций, принимается равным $E_n = 30\%$;

C – удельная себестоимость продукции, руб./т;

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения, руб./т.

$$З_{\text{пр проект}} = 205,82 + 0,3 \cdot 413,18 = 329,77$$

$$З_{\text{пр база}} = 198 + 0,3 \cdot 330,5 = 297,15$$

Таблица 16 – Техничко-экономические показатели термического отделения

1. Годовая программа, т	500000
2. Численность работающих, чел.	46
3. Производительность труда, т/чел.	10869
4. Себестоимость продукции, руб./т	198
5. Удельные капитальные вложения, руб./т	330,5
6. Показатели технико-экономической эффективности, руб./т	297,15

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Характеристика объекта исследования

Для проведения исследования, целью которого является рекомендация наиболее рационального технологического процесса сварки труб $\varnothing 273$ с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ, требуется проведение сварочных работ, ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

5.1. Производственная безопасность

Электросварка металлов сопровождается наличием ряда вредных и опасных производственных факторов воздействующих на сварщика.

5.1.1. Вредные и опасные факторы

При проведении электросварочных работ к вредным и опасным факторам относятся: (РД 153-34.0-03.231-00):

- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенная яркость света;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- искры, брызги и выбросы расплавленного металла;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- взрывоопасность;
- системы под давлением;
- высота.

5.1.2. Анализ выявленных опасных факторов

Методы защиты при проведении электросварочных работ[14]:

а) Защита от световой радиации

Для защиты глаз и лица сварщика от световой радиации электрической дугой применять шлемы и щетки, в смотровые отверстия которых вставляют защитные стекла-светофильтры, поглощающие ультрафиолетовые лучи и значительную часть световых и инфракрасных лучей. От брызг, капель

расплавленного металла и других загрязнений светофильтр защищают обычно прозрачным стеклом, устанавливаемым в смотровое отверстие перед светофильтром. Для электросварщиков светофильтры можно подбирать в зависимости от сил тока (А) при сварке (таблица 9).

Таблица 9 - Защитные фильтры для электросварочных работ

Сила тока, А	Обозначение	Квалификационный номер	Визуальный коэффициент пропускания, %
30 - 75	Э-1	9	0,0088
75 - 200	Э-2	10	0,0024
200 - 400	Э-3	11	0,00087
Более 400	Э-4	12	0,00027

б) Защита от вредных газовых выделений

Снижать действие на организм сварщиков вредных выделений и аэрозоля, применяя местную и общеобменную вентиляцию, подачу в зону дыхания чистого воздуха, а также малотоксичные материалы и процессы (например, по возможности использовать электроды с покрытием рутилового типа, сварку штучными электродами заменить на сварку в углекислом газе или порошковой проволокой). При сварке на постоянных местах в цехах (мастерских) изделий средних размеров рекомендуется использовать местную вентиляцию с боковым неподвижным отсосом. При работе на нефиксированных местах и при больших размерах изделий применять местную вентиляцию с подвижным отсосом. При сварке мелких изделий на фиксированных местах в зависимости от условий работ использовать местные отсосы следующих видов:

- вытяжной шкаф;
- вертикальную или наклонную панель равномерного всасывания;
- наклонный панельно-щелевой отсос;
- столы с нижним подрешетчатый отсосом.

При пользовании кондукторами, кантователями и другими приспособлениями следует встраивать в них соответствующие местные отсосы. Создаваемая местными отсосами скорость движения воздуха при ручной дуговой сварке у источников выделения вредных веществ должна быть не менее 0,5 м/с.

в) Меры безопасности от тепловых ожогов

Во избежание тепловых ожогов электросварщик должен:

- работать в брезентовых спецодежде и рукавицах, ботинки носить с боковыми застежками, брюки (без отворотов) носить только навывпуск. Карманы куртки закрывать клапанами, концы рукавов рекомендуется завязывать тесьмой. Голову укрывать обычным головным убором (желательно без козырька) или фибролитовой каской;
- следить за состоянием спецодежды, учитывая, что нормами ее выдачи электросварщикам предусматриваются определенные сроки носки;
- соблюдать осторожность при обращении с нагретым металлом, шлаком, огарком электродов. При сбивании шлаковой корки защищать глаза очками с обычными стеклами;
- не допускать перегрева электродержателей, а также другого сварочного инструмента находящегося под током;
- при потолочной дуговой сварке пользоваться асбестовыми нарукавниками и плотно завязывать их у кистей рук.

5.1.3 Освещение.

Главным назначением производственного освещения является поддержание в рабочей зоне освещенности, удовлетворяющей характеру производимой зрительной работы.

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение, создаваемое светом неба.

В вечернее или ночное время, а также при недостаточности естественного освещения в дневное время применяют искусственное освещение, создаваемое электрическими лампами.

СНиП 23-05-95 регламентирует нормы естественного и искусственного освещения в помещениях в зависимости от характера производимой зрительной работы, вида системы освещения, фона, контрастности объекта с фоном.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальная освещенность) и качественными (показатели ослепленности и дискомфорта, коэффициент пульсации освещенности) показателями.

В производственных помещениях в зависимости от характера зрительной работы показатели ослепленности должны соответствовать нормам в 20-80%. При использовании для освещения производственных помещений газоразрядных ламп, питаемых переменным током промышленной частоты в 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10-20% в зависимости от характера производимой зрительной работы.

Цветовая палитра интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна полностью соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

5.1.4 Вентиляция.

Вентиляцию следует выполнять приточно-вытяжной с подачей свежего воздуха в основном на несварочные участки и подогревом его в холодное время.

При общепромышленной вентиляции количество воздуха, м³ на 1 кг расхода сварочных материалов в цехах, необходимое для растворения вредных веществ до предельно допустимых концентраций, применяется по данным приведенным ниже:

Для ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей электродами с покрытием:

- рутилового и рутилкарбонатного типа 1800 – 6200 м³;
- фтористокальциевого типа 2800 – 5400 м³;
- руднокислого и ильменитового типа 5700 – 8000 м³.

Для ручной дуговой сварки теплоустойчивой стали 8500 – 16600 м³.

Для ручной дуговой сварки нержавеющей и жаростойкой стали 27800 – 46000 м³[14].

5.1.5 Электробезопасность

Поражение электрическим током происходит при соприкосновении человека с токоведущими частями оборудования. Сопротивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомляемость, влажность кожи, состояния здоровья) меняется в широких пределах от 1000 до 20000 Ом. Напряжение холостого хода источников питания дуги достигает 90В, а сжатой дуги — 200В в соответствии с законом Ома при неблагоприятном состоянии сварщика через него может пройти ток, близкий к предельному: $I = r$

Для предупреждения возможного поражения электрическим током при выполнении электросварочных работ необходимо соблюдать основные правила:

- Корпуса оборудования и аппаратуры, к которым подведен электрический ток, должны быть заземлены;
- Все электрические провода, идущие от распределительных щитков и на рабочие места должны быть надежно изолированы и защищены от механических повреждений;
- Запрещается использовать контур заземления, металлоконструкции зданий, а также трубы водяной и отопительной систем в качестве обратного провода сварочной цепи;

При выполнении сварочных работ в нутрии замкнутых сосудов (котлов, емкостей, резервуаров, ит.п.) следует применять деревянные щиты, резиновые коврики, перчатки, галоши: Сварку необходимо проводить с подручным, находящимися вне сосуда. Следует помнить, что для

осветительных целей внутри сосудов, а также в сырых помещениях применяют электрический ток напряжением не выше 12В, а в сухих помещениях — не выше 36В, в сосудах без вентиляции сварщик должен работать не более 30 минут с перерывами для отдыха на свежем воздухе.

Монтаж, ремонт электрооборудования и наблюдение за ним должны выполнять электромонтеры.

Сварщикам категорически запрещается исправлять силовые электрические цепи. При поражении электрическим током необходимо выключить ток первичной цепи освободить от его воздействия пострадавшего, обеспечить к нему доступ свежего воздуха, вызвать врача, а при необходимости до прихода врача сделать искусственное дыхание.

5.1.6 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры или капли расплавленного металла и шлака, неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика. Опасность пожара особенно следует учитывать на строительно-монтажных площадках и при ремонтных работах в не приспособленных для сварки помещениях.

Пожарная профилактика — комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара. Успех борьбы с пожаром во многом зависит от его своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по его ограничению и ликвидации.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения возможности пожара, выделяют следующие меры:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений предприятия;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры:

- нельзя хранить вблизи от места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных ветошью, бумагой, отходами дерева;
- запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей;
- выполнять сварку и резку свежавыкрашенными масляными красками конструкций до полного их высыхания
- запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением, и сосудов находящихся под давлением;
- нельзя проводить без специальной подготовки сварку и резку емкостей из-под жидкого топлива;
- при выполнении в помещениях временных сварочных работ деревянные полы, настилы и помосты должны быть защищены от воспламенения листами асбеста или железа;

- нужно постоянно иметь и следить за исправным состоянием противопожарных средств — огнетушителей, ящиков с песком, лопат, ведер, пожарных рукавов ит.п., а также содержать в исправности пожарную сигнализацию;
- после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих предметов.

Средствами пожаротушения являются вода, пена, газы, пар, порошковые составы и др.

Для подачи воды в установки пожаротушения используют специальные водопроводы. Пена представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей, содержащих пенообразующие вещества.

При тушении пожара газами и паром используют диоксид углерода, азот, дымовые газы и др.

При тушении керосина, бензина, нефти, горящих электрических проводов запрещается применять воду и пенные огнетушители. В этих случаях следует пользоваться, углекислотными или сухим огнетушителями.

Общие требования безопасности [РД 153-34.0-03.231-00]

- К работе по выполнению электросварочных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверение на право производства электросварочных работ, прошедшие медицинский осмотр, инструктаж на рабочем месте, ознакомленные с правилами пожарной безопасности и усвоившие безопасные приемы работы.
- Электросварщику разрешается выполнять только ту работу, которая поручена ему непосредственным руководителем с письменного разрешения лица (главного инженера предприятия), ответственного за пожарную безопасность.
- Основными средствами индивидуальной защиты электросварщика ручной электродуговой сварки металлическими электродами являются:

спецодежда и спецобувь для электросварщиков; щиток (маска); очки, защищающие лицо и глаза от попадания шлака и брызг металла при их удалении; диэлектрические перчатки; брезентовые рукавицы; диэлектрические галоши.

- Вспомогательным рабочим, работающим непосредственно с электросварщиком, рекомендуется пользоваться теми же средствами индивидуальной защиты.

Электросварщик обязан:

- при работах без настила на высоте свыше 1,3 м от уровня пола применять предохранительный пояс;
- подъем на высоту и спуск с нее, а также спуск в цистерны, баки, барабаны и топки котлов производить по стремянкам или приставным лестницам после отключения сварочного аппарата;
- смену электродов при электросварочных работах в условиях особой опасности поражения электрическим током, в закрытых сосудах, каналах, колодцах и в стесненных условиях производства электросварочных работ без факторов повышенной опасности, а также на открытых площадках производить при полном снятии напряжения холостого хода источника тока.

Электросварщику разрешается:

- выполнять электросварочные работы с лесов и подмостей только после принятия мер против загорания деревянных элементов и попадания расплавленного металла на работающих или проходящих внизу людей;
- при производстве электросварочных работ в случае недостаточного освещения применять переносные светильники напряжением 12 В с рукояткой из диэлектрического материала, защитной сеткой и вилкой, конструкция которой исключает возможность ее подключения в розетку напряжением свыше 12 В;

- все электросварочные работы на оборудовании пылеприготовительных установок производить после того, как будут обрызганы водой участки, на которые возможно попадание искр, в радиусе не менее 10 м.

Электросварщику, находящемуся и производящему электросварочные работы в цехах тепломеханического оборудования, запрещается:

- открывать люки, лазы, находиться вблизи запорной и предохранительной арматуры и фланцев под давлением;
- стоять и проходить под поднятым грузом;
- проходить в местах, не предназначенных для прохода;
- заходить без разрешения за ограждения технологического оборудования;
- прикасаться к оборванным электропроводам и электропроводам с поврежденной изоляцией;
- проходить под работающими наверху сварщиками;
- влезать в лаз, через который проходят сварочные провода, провода осветительной сети и газопроводящие рукава;
- работать при уровне воды на рабочем месте выше 200 мм и температуре воздуха выше 45 °С;
- курить в резервуарах, колодцах, каналах и вблизи открытых люков;
- выполнять электросварочные работы на расстоянии менее 10 м от кислородной станции и от зданий, в которых размещены наполнительные отделения и склады кислородных, ацетиленовых и других газов - заменителей ацетилена в баллонах;
- начинать электросварочные работы без средств пожаротушения.

Обнаруженные неисправности и нарушения требований безопасности должны быть устранены собственными силами до начала работ, а при невозможности сделать это электросварщик обязан сообщить о них непосредственному руководителю.

5.2. Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением воды, используемой для различных целей производства (для охлаждения оборудования, для термической обработки изделий и др.) и атмосферы.

Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно разделить на следующие группы:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование воздушного бассейна.

Первая группа мероприятий направлена на создание сооружений по очистке сточных вод и применения систем оборотного водоснабжения. Вторая группа мероприятий связана с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов промышленных предприятий.

Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофильтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют такие вещества, как глинозем, силикогель, активированный уголь и др.

При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям.

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это совокупность исключительных обстоятельств, сложившихся в определенной зоне в результате чрезвычайного события техногенного, антропогенного и природного характера.

Чрезвычайные ситуации разделяют на чрезвычайные ситуации мирного и чрезвычайные ситуации военного времени.

К чрезвычайным ситуациям мирного времени относятся транспортные аварии и катастрофы, аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), аварии с выбросом радиоактивных веществ, аварии с выбросом биологически опасных веществ, внезапные обрушения, наводнения, землетрясения и др.

Чрезвычайные ситуации военного времени возникают в результате применения противником современных средств поражения, к которым относят оружие массового поражения (ядерное, химическое, биологическое) и современные обычные виды оружия, приближающиеся по своим поражающим факторам к ОМП.

Своевременное оповещение населения, организаций, органов управления о возникновении чрезвычайных ситуаций, как в мирное, так и в военное время, его достоверность и четкость, является одной из важнейших задач гражданской обороны (ГО).

Основными принципами защиты при чрезвычайных ситуациях являются:

- укрытие населения в защитных укрытиях ГО (специальных убежищах, противорадиационных укрытиях) и других сооружениях, приспособленных для этих целей в конкретной ситуации (метро, подземные выработки, подземные пространства городов и др.);
- эвакуация населения из зон возможных стихийных бедствий, аварий, катастроф или при угрозе их возникновения, из зон национальных конфликтов и в военное время, рассредоточение рабочих и служащих

предприятий, продолжающих свою производственную деятельность в зонах возможных сильных разрушений и эвакуация всего остального населения из этих зон в загородную зону;

- использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и медицинских средств защиты (МСЗ).
- Таким образом, защита населения и хозяйства достигается путем сочетания комплекса основных способов защиты (укрытие, эвакуация, применение СИЗ и МСЗ).
- Организация и осуществление мероприятий противорадиационной, противохимической защиты населения возлагается на службу противорадиационной и противохимической защиты (ПР и ПХЗ), противобактериологической – на медицинскую службу ГО.
- Эти службы обязаны: организовать радиационное, химическое и бактериологическое наблюдение, разведку и лабораторный контроль за соответствующими видами заражения и дозиметрический контроль облучения людей; обеспечить проведение санитарно-гигиенических, профилактических и противоэпидемических мероприятий; предотвратить потребление зараженного продовольствия и воды, обеспечить их обеззараживание; обеспечить правильное хранение, своевременную выдачу и надежное использование СИЗ и МСЗ.
- Решение вопросов защиты населения от всех видов заражения зависит так же от тесного взаимодействия указанных служб с другими службами ГО. В том числе, инженерной службы, службой убежищ, укрытий и др. Так как защита населения зависит не только от своевременного обнаружения и оповещения о заражении или угрозе заражения, но и от умелого использования средств индивидуальной и коллективной защиты, других организационных и инженерно-технических мероприятий, осуществляемых в интересах защиты населения.

- Поэтому противорадиационная, противохимическая и противобактериологическая защита населения представляет собой сложный комплекс мероприятий, средств и способов защиты, осуществляемый с целью защиты населения от воздействия СДЯВ, ОВ, РВ в экстремальных ситуациях мирного и военного времени.
- Противорадиационная, противохимическая и противобактериологическая защита населения основывается на принципах изоляции органов дыхания и тела человека от вредных агентов, находящихся в окружающем воздухе (СДЯВ, ОВ, ВС и радиоактивной пыли) или фильтрации зараженного воздуха средствами защиты. Защита от внешнего гамма и нейтронного излучения строится на принципах поглощения и экранизации ионизирующих излучений защитными сооружениями, производственными, жилыми и другими помещениями.
- На предприятиях, производственная деятельность, которых должна продолжаться в условиях радиоактивного, химического и бактериологического заражения, проводится герметизация основных производственных зданий и сооружений путем устройства тамбуров, герметизацией дверей, оконных и технологических проемов. В системах приточно-вытяжной вентиляции устанавливают фильтры и герметические задвижки, устанавливают устройства для обеззараживания воды, поступающей на хозяйственные, бытовые и производственные нужды. Создают запасы СИЗ, дезактивирующих и дезинфицирующих веществ, подготавливают технические средства для их применения.
- Ликвидацию чрезвычайных ситуаций осуществляют силами и средствами организаций, органами местного самоуправления, органами исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась чрезвычайная ситуация. При недостаточности этих сил и средств в установленном законодательством РФ порядке, привлекают силы и средства федеральных органов исполнительной власти.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочего места сварщика в помещениях без вентиляции не допускается.

Объем производственных помещений на одного работающего должен быть не менее 15 м^3 при площади не менее 4.5 м^2 .

Рабочее место сварщика должно быть оборудовано как местной вытяжной системой, так и общей приточно-вытяжной вентиляцией.

Помещения должны строиться из негорючих материалов в соответствии с СНиП 2.09.02-85, СНиП 21-01-97.

Окраска оборудования и помещений для сварки должна быть светлых тонов с диффузным отражением света. Для освещения мест сварки применяют газоразрядные лампы.

Поверхность полов помещениях должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи.

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96.

ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были исследованы структуры наплавленного металла шва, ЗТВ, а также механические свойства сварных соединений из теплостойкой стали 12Х1МФ выполненные по 6 технологическим режимам (за пять проходов ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и подвергшиеся различным режимам предварительного подогрева и последующей ТО). На основе полученных результатов были сделаны следующие выводы.

1. Сварка без подогрева приводит к формированию трещин в наплавленном металле корневой части сварного соединения. Началом формирования трещин могут служить различного рода дефекты, например, поры и крупные не металлические включения. Последующая термическая обработка не исключает данного рода сформированного дефекта.
2. Введение в технологический процесс сварки только подогрева не обеспечивает понижение уровня твердости по объему наплавленного металла. Микроструктура особенно в объеме корня шва сохраняется метастабильной с незначительным количеством отдельных ферритных зерен. В объеме наплавленного металла второго прохода данные структурные составляющие сохраняются в соотношении 50:50.
3. Подогрев и последующая термическая обработка при 740°C выравнивает уровень микротвердости по всему объему сварного соединения. Структура имеет дендритное строение по границам которых находится ферритная прослойка.
4. Дополнительная термическая обработка сварного соединения в виде высокого отпуска при 740°C приводит к формированию практически однородной феррито-перлитной смеси в зоне термического влияния, микротвердость которой практически не превышает уровень HV основного металла. Это позволяет получить равнопрочное сварное соединение с основным металлом. Разрушение при статическом

нагружении происходит по основному металлу. Уровень прочности и пластичности находится в интервале значений характерных для исходного материала (ТУ 14-3Р-55-2001).

5. На основе всего комплекса результатов рекомендуется наиболее рационального технологического процесса сварки труб $\varnothing 273$ с толщиной стенки 26 мм из стали 12Х1МФ: подогрев 250°C перед сваркой и последующая термическая обработка сварного соединения в виде высокого отпуска при 740°C с выдержкой 2 часа и последующим охлаждением на спокойном воздухе.

Список литературы

1. М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер «Специальные стали» Москва, «Металлургия», 1985г. 408 с.
2. С.Б. Масленков «Жаропрочные стали и сплавы», Справочник. М.: Металлургия, 1983. 191 с.
3. Р.А. Козлов «Сварка теплоустойчивых сталей» Ленинград «Машиностроение», 1986г. 160 с.
4. С.И. Герман «Электродуговая сварка теплоустойчивых сталей перлитного класса» М.: Машиностроение, 1972. 200 с.
5. В.Н. Земин, Р.З. Шрон «Термическая обработка и свойства сварных соединений», Л.: Машиностроение, 1978. 367 с.
6. Н.В. Бугай, Т.Г. Березина, И.И. Трунин «Работоспособность и долговечность металла энергетического оборудования» - М.: Энергоатомиздат. 1994.-272 с.
7. Э. Гудермон «Специальные стали», М.: Металлургиздат, 1959. – Т. I,II. 1638 с.
8. И.В. Смирнов «Сварка специальных сталей и сплавов»: Учебное пособие. 2-е изд., испр. И доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 272 с.
9. С.С. Якобсон, Н.Д. Курносова, И.Н. Ворновицкий, Г.М. Гинзбург, Г.С. Зислин, П.М. Корольков, Н.С. Урман, Н.А. Хапонен, Ф.А. Хромченко, А.А. Шельпяков, В.В. Шефель: Руководящий документ РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования» (РТМ-1с)
10. А.М. Апасов, Г.В. Галевский, В.И. Данилов «Материаловедение» Издательство Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 622 с.
11. <http://electrowelder.ru>
12. Л.Я. Либерман, М.И. Пейсихис «Справочник по свойствам сталей, применяемых в котлотрубостроении» Государственное научно-техническое

издательство машиностроительной литературы, Москва, Ленинград, 1958. – 408 с.

13. «Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов» Технические условия ТУ14-3Р-55_2001, разработаны ГНЦ РФ «ЦНИИТМАШ»

14. Под редакцией профессора Б.Д. Малышева «Сварка и резка в промышленном строительстве», Москва, Стройиздат, 1977. – 784 с.

15. В.Г. Еремин, В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов «Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении» Учебное пособие для вузов. 2-е изд., М. Машиностроение, 2002. 400 с.

16. Г.В. Бектобеков и др. «Справочная книга по охране труда в машиностроении» Л.: Машиностроение, 1989. 259с.