

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки 150700 Машиностроение

Кафедра оборудование и технология сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология ремонта дефектов намагниченных промышленных нефтепроводов

УДК 622.692.4.07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В11	Толканев Иван Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудования и технологии сварочного производства	Киселев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 150700 Машиностроение
Кафедра оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В11	Толканев Иван Николаевич

Тема работы:

Технология ремонта дефектов намагниченных промышленных нефтепроводов
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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>	Объектом исследования является
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; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Литературный обзор 2. Объект и методы исследования 3. Расчеты и аналитика 4. Результаты Выводы
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент,	Николаенко В.С.

ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В11	Толканев Иван Николаевич		

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ.....	8
Обзор литературы.....	9
1 МАГНИТНОЕ ДУТЬЁ.....	12
1.1 Причины вызывающие отклонение дуги.....	12
1.2 Влияние параметров изделий на магнитное поле. Способы борьбы с явлением магнитного дутья.....	14
2 КОНТРОЛЬ НАМАГНИЧИВАЕМОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ СВАРОЧНЫХ РАБОТ.....	21
2.1 Индикатор магнитного поля ИМП-97Х.....	21
2.1.1. Основные технические характеристики	22
2.1.2 Устройство и принцип работы.....	22
3 ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПРИ РЕМОНТЕ ПРОМЫСЛОВОГО НЕФТЕПРОВОДА	25
3.1 Материалы.....	25
3.2 Оборудование.	27
4 РАСЧЁТ И ВЫБОР РЕЖИМОВ СВАРКИ И РАЗМЕРОВ ШВА.....	32
4.1 Режим сварки выбирают в зависимости от толщины металла, типа сварного соединения и пространственного положения сварки.	32
5 ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМЕНЫ ДЕФЕКТНОГО УЧАСТКА ПРОМЫСЛОВОГО НЕФТЕПРОВОДА.	36
5.1 Общее положение.....	36
5.2 Подготовка нефтепровода к ремонту с предварительным размагничиванием.	37
5.3 Вырезка дефектного участка.....	37
5.4 Подготовка трубопровода и "катушки" к сварке с предварительным размагничиванием.	38
5.5 Размагничивание трубопровода.....	38

5.6 Установка нового отрезка трубы.....	39
5.7 Сварка стыков трубопровода.....	40
5.8 Ремонт дефектного участка без предварительного размагничивания....	40
6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	43
7.1 Определение норм времени на сварку стыков труб с предварительным размагничиванием	43
7.2 Определение норм времени на сварку намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны	47
7.3 Определение затрат	49
Описание рабочего места	56
1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	56
Микроклимат	57
1.1 Вредные вещества на сварочном производстве.....	59
1.3. Производственный шум и вибрации	61
1.4 Освещенность	65
2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	69
2.1 Факторы электрической природы.....	69
2.2 Электрозащитные средства:	70
2.3 Электробезопасность.	70
2.4 Средства индивидуальной защиты:.....	73
2.2 Факторы пожарной и взрывной природы	74
3 Охрана окружающей среды.....	77
4 Защита в ЧС	79
5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа с 83, рис 15, табл 10., источников 6.

Ключевые слова: намагниченность, катушка, размагничивание, ремонт, ручная дуговая сварка, технология сварки.

Объектом исследования является дефектный участок промышленного нефтепровода.

Цель работы – Сравнение традиционного метода сварки с предварительным размагничиванием и метода сварки намагниченного трубопровода с помощью аппарата, с симметричным переменным прямоугольным током повышенной частоты, ИСТ-201.

В ходе исследования проводились: изучение используемого оборудования, изучение влияния намагниченности на процесс сварки, ознакомление с технологией размагничивания, расчет режимов сварки, удаление дефектного участка трубы, изготовление новой катушки в замен дефектного участка, сварка стыков трубы с предварительным размагничиванием торцов свариваемой трубы, сварка без предварительного размагничивания торцов трубы с применением инвертора сварочного тока ИСТ-201.

В результате исследования был изучен технологический процесс ремонта намагниченного участка промышленного нефтепровода и способы устранения эффекта магнитного дутья.

Область применения: промышленные нефтепроводы.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

РДС – ручная дуговая сварка

КПД – коэффициент полезного действия

ПВ – продолжительность включения

КСU, КСV – ударная вязкость, определенная на образце с
концентраторами соответственно вида U и V

ВД – выпрямитель дуговой сварки

ПДК – предельно допустимая концентрация

СКЗ – средства коллективной защиты

СИЗ – средства индивидуальной защиты

УФ – ультрафиолетовое излучение

НГДУ – нефтегазодобывающее управление

ЦППН – центр подготовки и перекачки нефти

ВВЕДЕНИЕ.

При дуговой сварке деталей из ферромагнитных материалов в условиях воздействия внешних магнитных полей появление дефектов практически неизбежно. Остаточные магнитные поля в ферромагнитных материалах возникают при их контакте с электромагнитами в процессе механической или термической обработки, во время транспортировки электромагнитными кранами, а так же в ряде других случаев. Наиболее ярко «магнитное дутье» проявляется в действующих трубопроводах после проведения внутритрубной диагностики магнитным методом в результате пропускания магнитного дефектоскопа-снаряда. Отсюда следует, что к ответственному сварному соединению – трубопроводу – должны предъявляться жесткие требования не только по качеству его выполнения, но и по борьбе с таким явлением как «магнитное дутьё».

Опыт эксплуатации оборудования для размагничивания и компенсации остаточных магнитных полей в сварных стыках труб при строительстве и ремонте трубопроводов показал и подтвердил, что процесс размагничивания по своей физике построения является весьма сложным. Режимы электромагнитной обработки при размагничивании зависят, от структуры стали, из которой изготовлена труба, а так же уровня ее намагничивания. В связи с этим важно в каждом конкретном случае подобрать параметры размагничивающих полей.

Немаловажным является и вопрос рабочих технологий по выполнению размагничивания или компенсации конкретных соединений в реальных условиях трассы. При этом приходится учитывать не только технические факторы оборудования и намагниченности трубы, но и сроки выполнения, надежность, вопросы техники безопасности и конечно экономические факторы.

Таким образом, управление процессом сварки покрытыми электродами является наиболее эффективным методом борьбы с возмущающим воздействием внешнего магнитного поля.

Обзор литературы

Ремонт дефектных участков— это неизбежная часть эксплуатации любого нефтепровода. От качественного ремонта зависит стабильность работы, надежность и стабильная транспортировка нефти по трубопроводу, а также размер возможных потерь транспортируемой нефти при авариях и последствия пагубного воздействия разливов нефти на окружающую среду.

Промысловый нефтепровод представляет собой капитальное инженерное сооружение рассчитанное на длительный срок эксплуатации, в задачу которого входит транспортировка жидкого вещества от нефтедобывающих скважин до центра подготовки и перекачки нефти ЦППН а далее до места врезки в магистральный трубопровод. Перемещение осуществляется под влиянием разницы давлений в поперечных сечениях труб.

В состав промысловых нефтепроводов входят: выкидные трубопроводы от скважин для транспортирования продукции нефтяных скважин до замерных установок, нефтесборные трубопроводы для транспорта продукции нефтяных скважин от замерных установок до пунктов первой ступени сепарации нефти (нефтегазопроводы), нефтепроводы для транспортирования газонасыщенной или разгазированной, обводненной или безводной нефти от пунктов сбора нефти и дожимных насосных станций (ДНС) до центральных пунктов сбора (ЦПС), газопроводы для подачи газа в продуктивные пласты с целью увеличения нефтеотдачи, трубопроводы систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты с давлением закачки 10 МПа и более, водоводы поддержания пластового давления для транспорта пресной, пластовой и подтоварной воды на КНС (кустовой насосной станции), нефтепроводы для транспортирования товарной нефти от центральных пунктов сбора и подготовки нефти до сооружений магистрального транспорта, газопроводы для транспортирования газа от

центральных пунктов сбора до сооружений магистрального транспорта, ингибиторопроводы для подачи ингибиторов к скважинам или другим объектам обустройства нефтяных месторождений, внутриплощадочные трубопроводы транспортирующие продукт на объектах его подготовки.

Промысловый нефтепровод состоит в основной части из трубы сваренную в непрерывную плетть и уложенную в траншею тем или иным способом. Существует несколько видов прокладки трубопроводов: подземная, наземная, надземная.

В данное время широко применяется для строительства и эксплуатации магистральных и промысловых газанефтепроводов стальные трубы из стали марки 09Г2С. Марка стали 09Г2С получила широкое распространение благодаря своим высоким физико-химическим и механическим свойствам. Физические свойства стали обеспечивают им достаточную прочность. Сплав при этом не подвергается какой-либо дополнительной обработке. Свариваемость этого материала не ограничена.

К полезным характеристикам этой марки необходимо добавить также следующие особенности: процесс сварки не приводит к перегреву и закаливанию стали; наблюдается сохранение пластических свойств на высоком уровне; при этом зернистость материала не увеличивается. Наличие подобных технологических свойств позволяет использовать ее для изготовления надежных сварных конструкций.

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами на протяжении многих лет широко используется в мире для получения неразъёмных соединений труб и других металлических изделий. Которая имеет ряд преимуществ и недостатков.

Достоинства:

-Возможность сваривания самых разных сталей, что обеспечивается широким спектром выпускаемых электродов.

- Возможность сваривания во всех пространственных расположениях.
- Возможность относительно быстрого перехода между свариваемыми материалами.

- Возможность сваривания в местах, имеющих ограниченный доступ.

Недостатки:

- Вредные условия труда, возникающие в процессе сварки.
- Качество сварных соединений очень зависимо от квалификации самого сварщика.

- Относительно невысокая производительность, если сравнивать с другими сварочными технологиями.

- Большая потеря металла на разбрызгивание, огарки.

Также к недостаткам можно отнести влияние остаточной намагниченности, некоторых свариваемых конструкций, на процесс сварки эффектом магнитного дутья.

Магнитное дутье- это отклонение электрической дуги от оси электрода создающее сильное препятствие для процесса получения качественного сварного соединения. Причиной которого является воздействие магнитного поля изделия на магнитное поле сварочной дуги.

1 МАГНИТНОЕ ДУТЬЁ

1.1 Причины вызывающие отклонение дуги.

Сварочная цепь электрод — дуга — изделие вместе с подводящими проводниками образует сварочный контур, магнитное поле которого может отклонять дугу в ту или иную сторону.

Боковой распор магнитных линий, сконцентрированных внутри угла, образованного электродом и токопроводящей частью пластины, будет «выжимать» дугу наружу (рисунок 1).

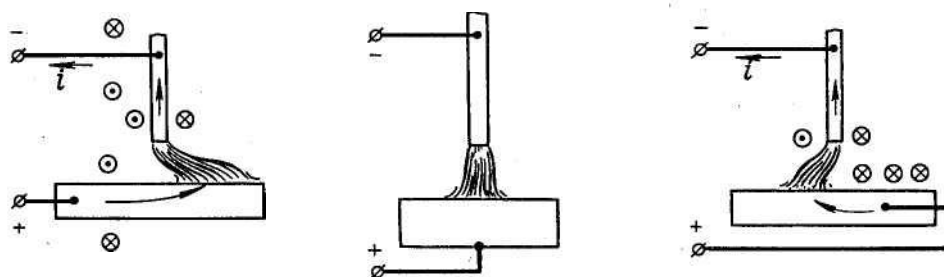


Рисунок 1 - Влияние места токоподвода на отклонение дуги (магнитное дутьё). Точками и крестиками обозначены магнитные силовые линии и их направление (точками - на нас, крестиками – от нас)

Меняя место подвода тока, можно регулировать отклонение дуги. Отклонение дуги можно регулировать также изменением угла наклона электрода к поверхности изделия (рисунок 2).

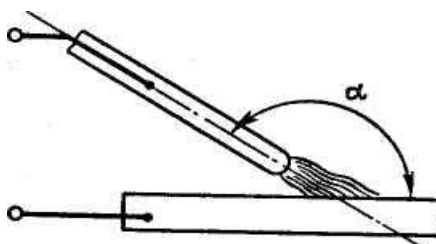


Рисунок 2 – Влияние угла наклона электрода

В установившемся положении отклоняющая сила собственного магнитного поля (пропорциональная квадрату тока) будет уравниваться противодействующими силами, вызванными «жесткостью» столба дуги.

Движение эластичного проводника—дуги — будет происходить всегда только в сторону уменьшения плотности магнитных силовых линий H .

Наличие значительных ферромагнитных масс вблизи дуги может вызывать ее отклонения, относимые также к магнитному дутью. Можно считать, что в ферромагнитной массе благодаря ее высокой магнитной проницаемости «стремятся» сконцентрироваться магнитные силовые линии контура. Вследствие этого магнитное давление со стороны ферромагнитной массы снижается и дуга отклоняется (рисунок 3). Поэтому дуга может часто отклоняться в сторону заваренного шва или от кромки в сторону основной массы изделия.

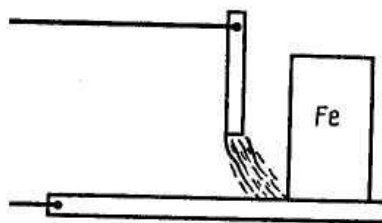


Рисунок 3 - Влияние ферромагнитных масс на отклонение дуги

При рассмотрении магнитного дутья следует учитывать, что металл в ванне и вблизи нее нагрет выше точки Кюри и практически немагнитен.

Все сказанное выше о магнитном дутье относится в основном к дуге постоянного тока. При сварке дугой переменного тока в металле изделия создается система замкнутых вихревых токов. Вихревые токи создают собственную переменную магнитодвижущую силу, сдвинутую почти на 180° по фазе по отношению к сварочному току. Результирующий магнитный поток контура оказывается значительно меньшим, чем при постоянном токе.

При сварке под флюсом магнитное дутье обычно мало. Однако при сварке продольных швов труб из-за значительной ферромагнитной массы и замкнутого контура трубы возникает поперечное магнитное поле, сдвигающее дугу вдоль трубы. Изменяя токоподвод или наклон электрода, можно ликвидировать отрицательное влияние дутья.

С явлениями магнитного дутья сварщики сталкиваются при сварке угловых (рисунок 4, а) и стыковых (рисунок 4, б) швов, когда дуга под влиянием стальных стенок и кромок отклоняется в их сторону и затрудняет сварку.

1.2 Влияние параметров изделий на магнитное поле. Способы борьбы с явлением магнитного дутья.

Влияние магнитного поля на сварочную дугу зависит не только от его напряженности, но и от формы и глубины места подготовки под сварку, конкретного прохода при сварке и напряжения на дуге (рисунок 4).

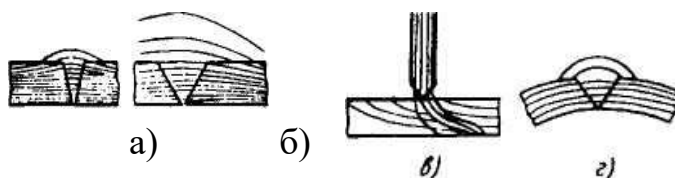


Рисунок 4 - Распределение силовых линий индукции при различной разделке свариваемых кромок: а - узкий зазор (магнитная индукция примерно равна напряженности в основном металле); б - широкий зазор (индукция слабее, чем в узком зазоре, но концентрируется в районе корня разделки); в - распределение линейной индукции в тавровом соединении; г - распределение силовых линий индукции в разделке продольного шва трубы

Таким образом, влияние магнитных полей сильнее всего проявляется в глубоких и узких местах подготовки под сварку. Как правило, это влияние сильнее при заварке корня шва, а при последующих проходах магнитный поток шунтируется наплавленным металлом.

По приблизительным оценкам [2], сварка обычно происходит нормально в магнитных полях с индукцией до 2 мТл, за исключением электронного пучка, когда более низкие поля значительно отклоняют пучок. В диапазоне 2—4 мТл ожидается нестабильность дуги. В полях с индукцией свыше 4 мТл может произойти дутье дуги.

На участках подготовки под сварку магнитная индукция всегда выше, чем на открытом конце стального образца. Например, на конце трубы индукция равна 1 мТл, когда же две секции труб приведены в контакт друг с

другом для сварки, индукция возрастает до 10 мТл.

Магнитные поля, вызывающие неуправляемое отклонение сварочной дуги, обычно классифицируются по направлению воздействия на сварочную дугу (рисунок 5).

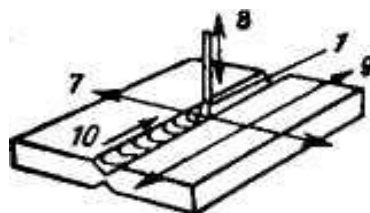


Рисунок 5 - Классификация магнитных полей по отношению к сварочной дуге (1-7 - поперечное; 8 - продольное; 9 - параллельное; 10 - по направлению сварки)

Продольное поле считается параллельным оси дуги, поперечное - перпендикулярно к направлению сварки, а параллельное - расположено в направлении сварки. Остаточный магнетизм, может проявляться в ферромагнитных материалах в результате плавки стали, в магнитном поле на металлургическом заводе, погрузочно-разгрузочных работ на заводах с помощью электромагнитных кранов; магнитно-порошковой дефектоскопии; хранения изделий в сильных магнитных полях, например, вблизи электрических кабелей, подключенных к источнику постоянного тока; воздействие в течение длительного времени магнитного поля Земли на свариваемую деталь (примером может служить ремонт сварного соединения в трубопроводной сети, которая находилась в магнитном поле Земли в течение многих лет); расположения свариваемой конструкции (трубопровода балочной сборки и т. п.) по длине с севера на юг (в этом случае с каждой новой привариваемой секцией дуге сварочной дуги увеличивается).

При сборке отдельных деталей или узлов, ранее не имевших значительной остаточной намагниченности, она появляется. Чаще всего это бывает в тех случаях, когда при сборке используют магнитные зажимы и

магнитные столы. Геомагнитное поле (магнитное поле Земли) может оказывать двоякое влияние на магнитное поле в трубопроводе. Оно ориентировано в направлениях от север-юг до северо-запад—юго-запад и соответственно трубопроводы, проложенные в близких к этим направлениях, подвержены влиянию поля Земли. Так, остаточные поля с индукцией до 18 мТл были обнаружены в магистральном трубопроводе, расположенном вдоль геомагнитного поля (три месяца раньше его индукция составляла менее 0,5 мТл). Вторым возможным источником возникновения магнитных полей в трубопроводах под влиянием Земли являются земные токи, которые могут проходить по трубопроводам, генерируя кольцевые поля с индукцией до 10 мТл. Их влияние на стыковые соединения между соседними секциями невелико, однако оно может сказываться при приварке боковых отводов, например стояков.

Магнитное дутье дуги при сварке на переменном токе значительно меньше, чем при сварке на постоянном токе. Переменный ток дуги индуцирует переменные вихревые токи в свариваемом изделии, которые, в свою очередь, создают магнитное поле, противоположное полю дуги, что значительно ослабляет магнитное дутье.

Подготовка соединяемых деталей под сварку может вызвать резкий рост магнитного поля в зазоре между этими деталями. Например, при стыковке труб, имеющих незначительную намагниченность, магнитное поле в зазоре между этими трубами стремится сконцентрироваться, что приводит к увеличению магнитной индукции в зазоре до 3 мТл. При этом максимальные значения магнитной индукции обнаруживаются при перпендикулярном расположении магнитных зондов по отношению к измеряемой поверхности. При электронно-лучевой сварке разнородных металлов наблюдается значительное увеличение магнитных полей за счет образования термоэлектрических токов.

Особенно тщательно следует подходить к подготовке и выполнению сварки при ремонте подводных трубопроводов, поскольку в этих условиях

проводить технологические операции размагничивания практически невозможно.

Технические приемы, предупреждающие магнитное дутье, могут быть классифицированы на следующие группы: контроль или снижение уровня остаточного магнетизма; создание противоположного по направлению магнитного поля; коррекция искажения поля, создаваемого током сварочной дуги; изменение магнитного поля, индуцируемого током в свариваемой детали.

Для определения уровня остаточного магнетизма используют поисковые катушки и зонды Холла. Точность измерения напряженности магнитного поля поисковой катушки диаметром 12,5 мм составляет примерно 80 А/м. Зонды Холла имеют жесткие и гибкие стержни, что делает их более универсальными. Однако они хрупкие и более дорогие по сравнению с поисковыми катушками.

Остаточный магнетизм можно устранить при нагревании материала до температуры выше точки Кюри (примерно 700 °С для низкоуглеродистых сталей), однако во многих случаях это может быть труднодостижимо или недопустимо по технологическим причинам.

Наиболее распространенный способ размагничивания заключается в использовании поля переменного тока с постепенным снижением его до нуля. Этого можно добиться, намотав 10—20 витков сварочного провода вокруг свариваемой детали и подсоединив его, например, к источнику тока 300 А с последующим уменьшением тока на выходе. Однако при токе частотой 50—60 Гц снятие остаточного магнетизма имело только поверхностный эффект. В некоторых случаях снять его невозможно. В таких случаях, в частности, может быть рекомендован вариант размагничивания, когда свариваемое изделие наполняют металлическими частицами размером 0,2—0,5 мм. При этом магнитное поле с индукцией 10 мТл значительно уменьшается, что позволяет выполнить прихватку свариваемого изделия, а затем и сварку. Одним из широко применяемых

способов размагничивания трубопроводов является создание локальных магнитных полей противоположного направления. Обычно катушки из трех шести витков и постоянного тока 50—200 А достаточно для создания такого поля. Схема катушки из пяти витков на трубы диаметром равным 200 мм с толщиной стенки 10 мм приведена на рисунке 6.

Одним из вариантов снижения намагниченности в зоне сварки можно считать метод шунтирования магнитного потока с использованием материала с высокой магнитной проницаемостью (рисунок 6, б).

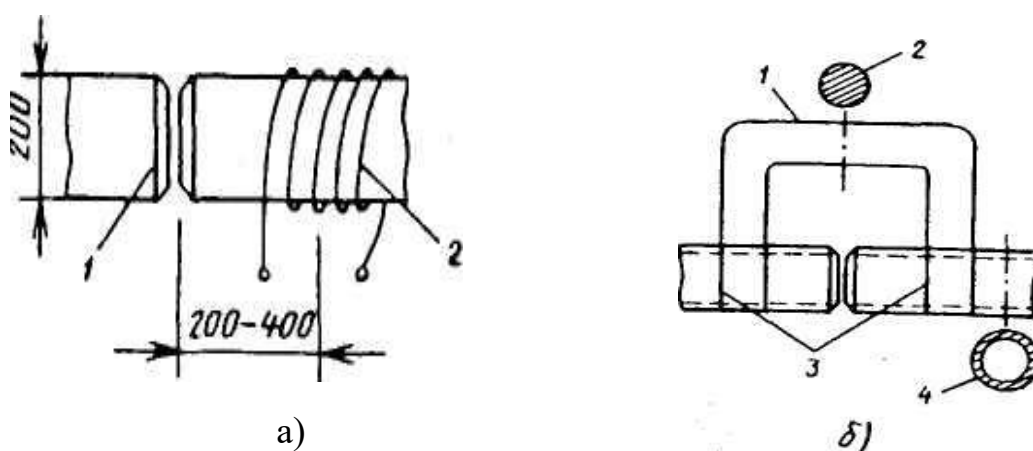


Рисунок 6 - Схема катушки (а) из пяти витков (1 - стыковые соединения труб диаметром 200 мм; 2 - размагничивающая катушка) и схема шунтирования магнитного потока (б) (7 - материал с высокой магнитной проницаемостью; 2 - поперечное сечение площадью А, 3 - места плотного магнитного сцепления; 4 - поперечное сечение трубы А₂)

Полученное поле асимметрично, на него влияет число витков катушки и расстояние между ней и деталью. Ток в 200 А индуцирует поле 35—40 мТл в зазоре детали под сварку. Из-за асимметричности поля (генерируемого катушкой, помещаемой с одной стороны от узла) полностью нейтрализовать геомагнитное поле невозможно, однако в целом можно уменьшить его до уровня ниже 5 мТл.

При создании локального противоположного поля для компенсации действия остаточного поля необходимо выполнить следующие операции:

поместить в зазор заготовки под сварку магнитный зонд для измерения и отслеживания уровня поля; намотать три-пять витков сварочного провода вокруг одной трубы так, чтобы центр обмотки находился на расстоянии 200—400 мм от узла; установить полярность источника постоянного тока так, чтобы при увеличении тока поле в зазоре уменьшалось; отрегулировать ток так, чтобы поле в точке предполагаемого начала сварки было минимальным.

Возможно, что после выполнения части шва необходимость локального компенсирующего поля исчезает, так как остаточное поле зашунтировано через металл шва, когда он остывает до температуры точки Кюри.

При наличии дополнительного источника питания постоянного тока рекомендуются схемы размагничивания изделий, которые приведены на рисунке 7.

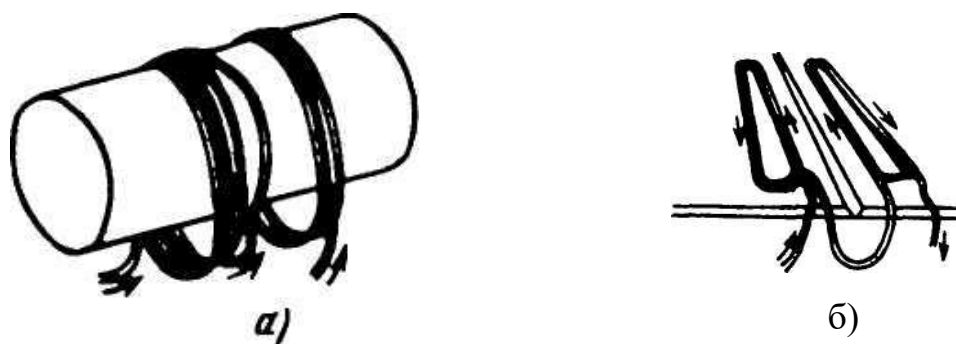


Рисунок 7 - Схема размещения сварочных кабелей при размагничивании (стрелками указано направление тока): а - при сварке трубопровода; б - при сварке листовых конструкций

Примерно 10 витков сварочного кабеля наматывают вокруг намагниченной детали параллельно месту подготовки под сварку. Ток от второго источника питания подается по намотанному кабелю и его регулируют так, чтобы в конце процесса размагничивания он не превышал 10 А. При этом следует правильно выбрать направление тока во избежание увеличения намагниченности. В процессе размагничивания необходимо контролировать значения остаточного магнетизма датчиком Холла или другим устройством. Размагничивание можно производить специально вы-

пускаемым для этих целей оборудованием.

Наиболее простой способ коррекции искривления поля дуги заключается в использовании для сварки переменного тока вместо постоянного. Поле, создаваемое индуцируемыми вихревыми токами, уменьшает поле от тока дуги, однако полностью удалить его не может. Если искривление поля очень сильное, то, несмотря даже на его уменьшение, магнитное дутье дуги может иметь место. В этом случае могут помочь другие технические приемы, например, выполнение длинных швов с использованием обратноступенчатого метода сварки, установка стальных мостиков на зажимах или прихватках с помощью ручной дуговой сварки металлическим электродом. Эффективной является намотка заземляющего обратного провода вокруг заготовки таким образом, чтобы образовавшееся при этом магнитное поле нейтрализовало магнитное поле, вызывающее отклонение дуги.

Основная сложность, связанная с током в заготовке, заключается в асимметрии потока в точке действия дуги. На больших заготовках какой-либо эффект заметить трудно. Эту проблему можно решить, подсоединив более одного провода заземления для обеспечения достаточной симметрии (рисунок 8). Подробнее об этом способе в разделе 2.

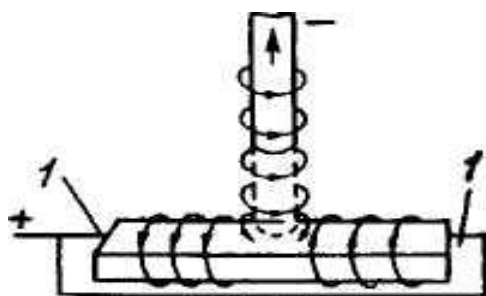


Рисунок 8 - Использование двух подсоединений обратного провода (1 - место подсоединения обратного провода)

Если возникает обратное дутье, то сварку нужно выполнять в направлении от подключения обратного провода, а не к нему. При этом дуга будет отклоняться вперед.

2 КОНТРОЛЬ НАМАГНИЧИВАЕМОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Размагничивание деталей перед сваркой и контроль уровня остаточной намагниченности являются весьма актуальными задачами, грамотное решение которых позволяет достигать высокого качества сварных соединений [4]. В частности, для качественного выполнения ремонтных работ на трубопроводах разработаны конкретные рекомендации по размагничиванию труб.

Для нейтрализации влияния остаточной намагниченности изделий при дуговой сварке применяют различные способы размагничивания или создания компенсирующего магнитного поля противоположной направленности. Выбор того или иного способа нейтрализации зависит от уровня остаточной намагниченности, которую условно разделяют на три группы: малая (менее 2 мТл), средняя (от 2 до 10 мТл) и сильная (более 10 мТл) намагниченность. Так как сварочные работы приходится вести в полевых условиях в любое время года, то одним из основных требований, предъявляемых к аппаратуре по контролю остаточной намагниченности изделий, является простота и удобство в обращении. Для этих целей разработан магнитный индикатор МИ-10Х и магнитомер МИ-10.

Малая намагниченность	Менее 2 мТл.
Средняя намагниченность	от 2 до 10 мТл.
Сильная намагниченность	более 10 мТл.

Таблица 1. Группы остаточной намагниченности.

2.1 Индикатор магнитного поля ИМП-97Х

Индикатор магнитного поля ИМП-97Х портативного типа предназначен для оценки величины напряженности постоянного и среднего значения напряженности пульсирующего магнитного поля в воздушных зазорах магнитных систем, а так же полей рассеяния. Индикатор устойчиво работает в диапазоне температур от -20° до +45° С, относительной влажности

80% при температуре +35 ° С, атмосферном давлении от 34 до 106,7 кПа.

2.1.1. Основные технические характеристики

К основным техническим характеристикам магнитного индикатора относятся:

- диапазон измеряемой напряженности магнитного поля от 0,1 до 199,9 кА/м;
- порог чувствительности –0,1 кА/м;
- питание индикатора осуществляется от встроенной батареи аккумуляторов с номинальным напряжением 9 В;
- ток, потребляемый от встроенного источника не превышает 10 мА;
- время установления рабочего режима 30 сек;
- время непрерывной работы индикатора от свежезаряженного источника не менее 8 часов;
- индикатор имеет габаритные размеры:
 - электронного блока 170х60х35 мм;
 - измерительного преобразователя 11х140 мм;
 - блока зарядного устройства 70х70х30 мм;
- масса:
 - электронного блока не более 250 г;
 - преобразователя не более 50г.

2.1.2 Устройство и принцип работы.

Принцип работы индикатора основан на эффекте Холла в полупроводниках. В качестве первичного преобразователя используется серийный преобразователь Холла, питаемый импульсным напряжением. При помещении преобразователя Холла в постоянное магнитное поле, на его измерительных электродах появится импульсное напряжение, пропорциональное величине индукции приложенного поля. Импульсное напряжение преобразуется в сигнал постоянного тока, который преоб-

разуется в цифровой код и отображается на жидкокристаллическом индикаторе. Устройство прибора поясняется функциональной схемой (рисунок 9).

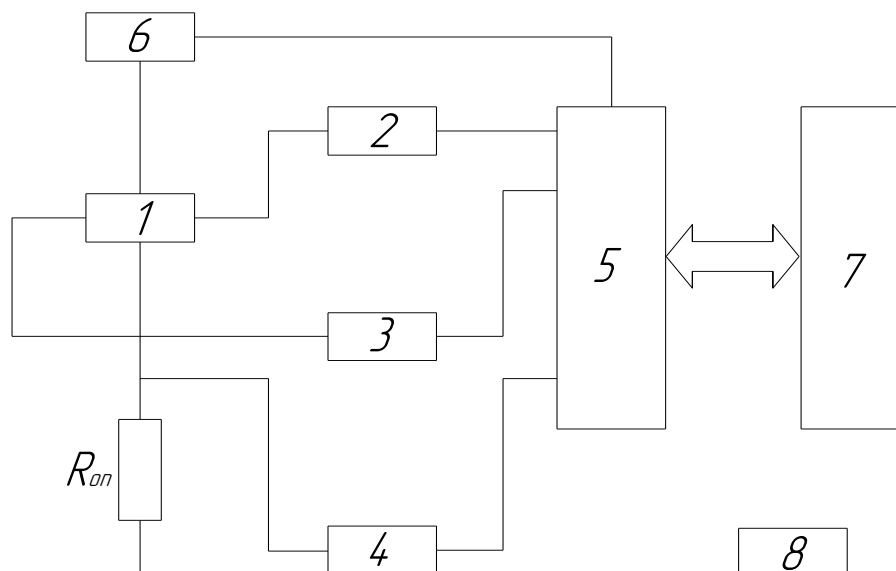


Рисунок 9 – Функциональная схема индикатора магнитного поля ИПМ-97Х

Индикатор состоит из преобразователя Холла 1 измерительные электроды которого подключены к преобразователям импульсного напряжения в постоянное 2 и 3. С опорного сопротивления $R_{оп}$ снимается сигнал, пропорциональный амплитуде импульсного тока преобразователя Холла и поступает на вход преобразователя импульсного напряжения в постоянное 4. Сигналы с выходов преобразователей 2 и 3 поступают на измерительные входы АЦП 5, а сигнал с выхода преобразователя 4 поступает на входы опорного напряжения АЦП 5. Тактовые импульсы с выхода АЦП 5 подаются на вход формирователя импульсов 6 питающего напряжения преобразователя Холла. Выходной код АЦП 5, пропорциональный напряженности магнитного поля, действующего на преобразователь Холла, отображается на жидко-кристаллическом индикаторе 7. Блок питания 8, обеспечивает стабилизированное напряжение питания 9В, и вырабатывает специальный сигнал при падении напряжения на аккумуляторной батарее

ниже 7В, что позволяет избежать глубокого разряда аккумуляторов и продлить их срок службы.

В отсутствии магнитного поля осуществляется балансирование преобразователя Холла, а коэффициент преобразования АЦП устанавливается таким образом, что при напряженности магнитного поля в 199,9 кА/м на индикаторе высвечиваются, показания 199,9. Далее измерительный преобразователь помещается в измеряемое поле. На измерительных электродах преобразователя Холла при этом появляется ЭДС пропорциональная индукции магнитного поля и току питания преобразователя. ЭДС Холла подается через преобразователи импульсного напряжения в постоянное на дифференциальный вход АЦП, а на вход опорного напряжения поступает напряжение, пропорциональное току питания преобразователя Холла. Благодаря такому использованию АЦП удастся получить индикатор напряжённости магнитного поля, показания которого не зависят от напряжения питания преобразователя Холла.

Альтернативный метод всем перечисленным видам размагничивания, метод сварки намагниченных изделий симметричным переменным прямоугольным током повышенной частоты. Для данного метода используется инвертор сварочного тока (ИСТ-201).

3 ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПРИ РЕМОНТЕ ПРОМЫСЛОВОГО НЕФТЕПРОВОДА

3.1 Материалы

Труба Ø114×8 из стали 09Г2С

Сталь 09Г2С; конструкционная низколегированная для сварных конструкций, марка стали широко применяется при производстве труб и другого металлопроката. Благодаря высокой механической прочности этой стали есть возможность использовать более тонкую толщину стенки используемой трубы. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет использовать ее при температурах от -70 до +450 С. Для сварки 09Г2С можно применять любые электроды, предназначенные для низколегированных и малоуглеродистых сталей, например сварочные электроды типа Э42А и Э50А.

Таблица 2 – Химический состав стали 09Г2С

Химический элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
%	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08	~96-97

Таблица 3 – Механические свойства стали 09Г2С

σв, МПа	σт, МПа	δ5, %
490	343	21

Основываясь на ГОСТ 9467–75 «Электроды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных низколегированных сталей», рекомендованы следующие типы электродов Э50А, Э60.

Согласно механическим характеристикам стали 09Г2С рекомендуется использовать электроды LB-52U. Эти электроды обеспечивают высокую

пластичность и ударную вязкость металла шва и стойкость против образования трещин.

LB-52U – Электрод с покрытием основного типа для односторонней ручной дуговой сварки труб и ответственных конструкций из углеродистых сталей прочностью до 588 МПа. С пониженным содержанием водорода, что позволяет значительно улучшить характеристики сварного шва. Использование этих электродов дает возможность получить отличный наплавленный метал шва и аккуратный корневой шов и обратный валик без дефектов при сварке с односторонним соединением. Данные электроды обеспечивают высокую ударную вязкость и его часто используют для сварки труб. Обеспечивают намного более стабильное горение дуги и проплавление чем другие низко водородные электроды. Режим прокалки: 300-350 С в течении 0.5-1 часа.

Таблица 4 - Рекомендации по использованию электродов LB-52U

Диаметр электрода, мм	Для сварки труб класса (до 530 Н/мм ²) включительно	Для сварки труб класса (до 580 Н/мм ²) включительно
2,6	корневой, заполняющий и облицовочный слои сварочного шва	корневой слой сварочного шва
3,2	корневой, подварочный, заполняющий и облицовочный слои сварочного шва	корневой и подварочный слои сварочного шва
4,0	подварочный, заполняющий и облицовочный слои сварочного шва	подварочный слой сварочного шва

Таблица 5 – Химический состав электродов LB-52U (%)

Ø, мм	C	Si	Mn	P	S	Ni*	Cr*	Mo*	V*
2,6	0,06	0,52	1,00	0,011	0,005	0,01	0,03	0,01	следы
3,2	0,06	0,51	1,02	0,011	0,006	0,01	0,02	0,01	следы
4,0	0,06	0,49	1,01	0,013	0,004	0,01	0,03	0,01	следы

Таблица 6 - Механические свойства электродов LB-52U

Диаметр, мм	Предел текучести, Н/мм ²	Предел прочности, Н/мм ²	Удлинение, %
2,6	441	546	31
3,2	446	540	34
4,0	455	530	35

3.2 Оборудование.

Одно из основных оборудований для сварочных работ в «ОАО Томскнефть ВНК» является Агрегат сварочный Ranger 305D (Lincoln Electric, США) – это сварочный агрегат-электростанция постоянного тока (300 А), дизельный, универсальный. Аппарат гарантирует отличные производственные характеристики дуги при работе методом ММА (сварка труб и традиционная сварка). Снабжен хорошо изолированным корпусом, защищающим топливный бак на 45 литров, и дизельным двигателем Kubota 18,8 HP D722 жидкостного охлаждения. Вспомогательная сеть (230В/1 фаза и 400 В/3 фазы) питания с мощностью в 8-10 кВт позволяет ежедневно пользоваться агрегатом при профессиональной сварке повышенного качества.

Характеристики Ranger 305D:

Напряжение: 30 V

ПВ: 100%

Регулировка сварочного тока, диапазон: 40-300 А

Двигатель дизельный: Kubota D722

Мощность: 18,8 л/с

Количество цилиндров: 3 шт.

Максимальное количество оборотов за минуту: 3600

Габаритные размеры ВШД: 9095461327 мм

Вес: 341 килограмм

Преимущества Ranger 305D:

Универсальность – ручная дуговая сварка для всех видов работ, сварка

полуавтоматическая сплошной порошковой проволокой, аргонодуговая сварка (с дополнительным оборудованием.)

Спецрежим MMA для сварки труб, пологопадающая характеристика, возможность регулировки дуги: мягкая, мощная, проплавляющая;

Абсолютно герметичный кожух, защищающий внутренние части и гарантирующий шумоизоляцию;

Технология Lincoln Chopper придает дуге высокие динамические свойства, легкий старт; дуга мягкая, низкий уровень разбрызгивания, у сварочного валика превосходные внешний вид и качества;

Вспомогательная сеть питания (230В/1-х ф и 400В/3-х ф), мощность 8 (максимально 10) кВт с возможностью для подключения дополнительных приборов, освещения, насосов, не останавливая процесса сварки;

Форсирование дуги регулируется, что позволяет изменить характер дуги во время MMA сварки;

Touch-Start – дуга зажигается точечным касанием в процессе аргонодуговой сварки, включения вольфрама исключены;

Стартовый ток регулируется (Hot start);

Повышена скорость сварки заполняющих швов;

Цифровые дисплеи, отображающие установленные и действующие значения напряжения дуги и сварочного тока;

Дистанционное управление;

Привод с жидкостным охлаждением; автоматически отключается при перегреве или отсутствии масла; автоматически переходит на холостые обороты; стартстоп электрический; при низкой температуре подогрев старта; система, контролирующая количество топлива; топливо не требуется прокачивать вручную благодаря электрическому приводу топливного насоса; Относительно небольшие размеры допускают транспортировку агрегата в кунге или кузове;

Быстрое обслуживание внутренних узлов, панели кожуха съемные;

Соблюдение стандартов ГОСТ-Р, IEC974-1, ISO 9001 и CE;

Качество сборки, также как и комплектующие имеют трехлетнюю гарантию.



Рисунок 10 - Общий вид сварочного агрегата Ranger 305D.

Для размагничивания трубопровода используется, аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001 предназначенный для автоматического размагничивания ремонтируемых участков трубопровода. Размагничивание осуществляется на открытых торцах трубопровода до монтажа ремонтной катушки и производства сварочных работ.



Рисунок 11 - общий вид АУРА-7001

Таблица 7. Технические характеристики АУРА-7001

Характеристика	Показатель
Диаметр размагничиваемых труб, мм	до 1400 включительно
Диапазон размагничиваемых полей, мТл	2...250
Поля после размагничивания, мТл менее	0,5...2
Длительность процесса размагничивания, мин	менее 1,5 на один цикл
Напряжение сети, В	380 ± 10%
Потребляемая мощность, кВт:	
- в импульсном режиме (длительность импульса 2 с)	до 10
- в номинальном режиме	до 1,5
Величина индицируемого магнитного поля, мТ	± 0...250

В варианте со сваркой трубопровода без предварительного размагничивания будем использовать инвертор сварочного тока ИСТ-201 предназначен для ручной дуговой сварке покрытыми электродами при возмущающем воздействии магнитного поляна сварочную дугу.

Инвертор представляет собой электронное устройство, которое подключают к выходным клеммам однопостового сварочного выпрямителя (или агрегата) с падающей внешней вольтамперной характеристикой. Которое обеспечивает формирование в сварочной цепи симметричного переменного прямоугольного тока повышенной частоты. При этом регулировку величины тока осуществляют сварочным выпрямителем (агрегатом).



Рисунок 12 - внешний вид ИСТ-201.

Таблица 8. Технические характеристики ИСТ-201

Характеристика	Показатель
Напряженность магнитного поля в зоне сварки, Гс (не более)	1000
Номинальный сварочный ток, А	200 (250)
Продолжительность нагрузки, ПН%	60
Напряжение холостого хода сварочного выпрямителя, В (не более)	110
Напряжение питания, В	220 ± 40
Частота питающей сети, Гц	50 ± 5
Длина сварочных кабелей, м (не более)	30
Длина соединительных кабелей, м (не более)	50
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	480 ×290×410
Вес, кг (не более)	30

Сборка свариваемых труб производится на наружные центраторы типа ЦЗН предназначенные для центровки торцов труб при монтаже перед сваркой.

Центратор представляет собой шарнирный многогранник из пластинчатых звеньев с нажимными роликами в узлах. Механизм стяжки центратора винтовой.



Рисунок 13 - центратор звенный наружный.

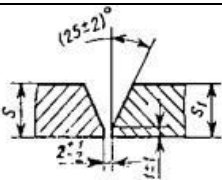
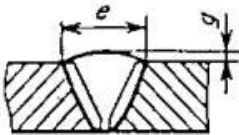
4 РАСЧЁТ И ВЫБОР РЕЖИМОВ СВАРКИ И РАЗМЕРОВ ШВА

4.1 Режим сварки выбирают в зависимости от толщины металла, типа сварного соединения и пространственного положения сварки.

Основными параметрами режима ручной дуговой сварки покрытыми электродами являются диаметр электрода при выбранном его типе или марке, сила сварочного тока, напряжения дуги, площадь поперечного сечения шва, выполненные за один проход, число проходов, род и полярность тока. Остальные параметры подбираются сварщиком в процессе сварки и не регламентируются.

При ручной дуговой сварке в соответствии с ГОСТ 5264-80 установлены следующие геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые приведены в таблице 9.

Таблица 9. Геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$S=S_1$	b		e		ga	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	пред. откл.	Номин.	Пред. откл	Номин.	пред. откл
C17			Св.5до8	2	+1 -2	12	+2	0,5	+2 -0,5

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки находят как сумму

площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_H = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0.75 g \cdot e = 5^2 \cdot \operatorname{tg} 25/2 + 2 \cdot 6 + 0.75 \cdot 0.5 \cdot 12 = 28 \text{ мм}^2$$

где S, b, e, g, h, α – размеры конструктивных элементов сварного соединения (рисунок 14)

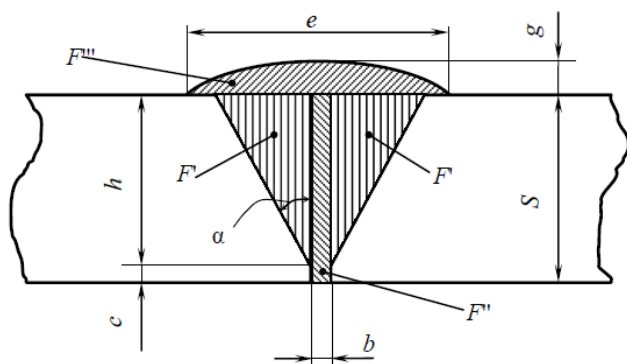


Рисунок 14. Геометрические элементы площади сечения стыкового шва.

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металла найдем по формуле:

$$F = 0.75 \cdot e \cdot g(S+b) = 0.75 \cdot 12 \cdot 0.5(6+2) = 35.04 \text{ мм}^2 \quad (6)$$

F – площадь поперечного сечения

S – толщина металла (мм)

e – ширина валика сварочного шва (мм)

g – высота усиления валика (мм)

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{пр}} = F - F_H = 35.04 - 28 = 7.04 \text{ мм}^2 \quad (7)$$

Первый проход выполняем электродами $d = 3.2$ мм; и все последующие проходы выполняем электродами $d = 3.2$ мм.

При сварке швов стыкового соединения площадь поперечного сечения металла наплаваемого за один проход, при которой обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять не более 30 мм^2 для первого прохода при сварке корня шва и не более 40 мм^2 для последующих проходов.

Воспользуемся формулой, описанной в [4,с.7] для определения первого прохода:

$$F_1=(6...8) \cdot d_3 = 6 \cdot 3=18 \text{ мм}^2, 8 \cdot 3=24 \text{ мм}^2 \quad (8)$$

Для определения последующих проходов:

$$F_n=(8...12) \cdot d_3=8 \cdot 3=24 \text{ мм}^2, 12 \cdot 3=36 \text{ мм}^2 \quad (9)$$

Число проходов рассчитывается по формуле:

$$N=\frac{F_n \cdot F_1}{F_n} + 1 = \frac{22.25 \cdot 23}{30} + 1 = 2,25 \quad (10)$$

Назначаем три прохода.

Определим силу сварочного тока.

При ручной дуговой сварки сила тока выбирается в зависимости от диаметра электрода и допускаемой плотности тока:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{эл}^2}{4} \cdot j, \quad (11)$$

где d_3 – диаметр электродного стержня, мм;

j – плотность тока, А/мм²

Тогда, сила тока для электродов диаметром 3 мм равна:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot (13...18.5) = 92...130 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{св}=100\text{А}$

Определим напряжение дуги по формуле:

$$U_o = 20 + 0,04 \cdot I_{св},$$

(12) Для электродов диаметром 3мм:

$$U_o = 20 + 0,04 \cdot 100 = 24.$$

Принимаем $U_o = 24 \text{ В}.$

Скорость сварки.

Скорость дуговой сварки покрытыми электродами обычно задается и контролируется косвенно по необходимым размерам получаемого шва и может быть определена по формуле:

$$V_{св.} \cdot \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n} \quad (13)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч; $\alpha_n=9,5$ г/А·ч;

γ – плотность наплавляемого металла $\gamma = 7,8$ г/см³;

F_n – площадь наплавленного металла;

$V_{св}$ - скорость сварки

Подставляем значения в формулу и получаем:

для электродов диаметра 3 мм:

$$V_{св.} \cdot \frac{9.5 \cdot 100}{3600 \cdot 7.8 \cdot 21 \cdot 10^{-2}} = 0,16 \text{ см / с}$$

Для вычисления величины сварочных деформаций и некоторых других расчётов бывает необходимо учесть тепловое воздействие на свариваемый металл, определяемой погонной энергией:

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}}, \quad (14)$$

где U_d - напряжение дуги, В;

$q_{эф}$ - эффективный К.П.Д. дуги; для дуговых способов сварки он равен: 0,8

$\eta_u = 0,6 \div 0,9$; покрытыми электродами на постоянном токе 0,75...0,85;

$V_{св}$ - скорость перемещения сварочной дуги, см/с

Следовательно, погонная энергия для электродов диаметром 3 мм равна:

$$q_n = \frac{q}{V_{св}} = \frac{100 \cdot 24 \cdot 0,8}{0,16} = 12000 \text{ Дж / см}.$$

Таблица 10 Режимы сварки.

Металл (мм) Сталь 09Г2С	Электроды LB-52U	Сила тока (А)	Напряжение дуги (В)	Скорость сварки(см/с)	Число проходов (шт)	П/энергия
Труба Ø114/8	Ø3,2	100	24	0,16	2	12000 Дж/с м

5 ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМЕНЫ ДЕФЕКТНОГО УЧАСТКА ПРОМЫСЛОВОГО НЕФТЕПРОВОДА.

5.1 Общее положение.

Объемы ремонтных работ на промышленном трубопроводе и сроки их выполнения определяет НГДУ по результатам осмотров, диагностических обследований, ревизий, по прогнозируемым режимам транспортировки нефти и газа, установленным предельным рабочим давлениям, анализу эксплуатационной надежности, в соответствии с местными условиями и требованиями безопасности. Ремонт промышленных трубопроводов осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами. "ПРАВИЛА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ, РЕВИЗИИ, РЕМОНТУ И ОТБРАКОВКЕ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ" РД 39-132-94

Один из видов ремонта трубопровода является метод;

Вырезка дефекта (замена катушки). При этом способе ремонта участок трубы с дефектом («катушка») должен быть вырезан из нефтепровода и заменен бездефектной «катушкой». Вырезка дефекта должна применяться в случае обнаружения недопустимого сужения проходного диаметра нефтепровода, невозможности обеспечения требуемой степени восстановления нефтепровода при установке муфт (протяженная трещина, глубокая вмятина с трещиной или коррозией), экономической нецелесообразности установки муфт из-за чрезмерной длины дефектного участка.

Порядок организации и выполнения работ по вырезке и врезке «катушек», требования к врезаемым «катушкам» определяются РД 153-39 4Р-130-2002. «Регламент по вырезке и врезке «катушек», соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных нефтепроводов»

При всех видах сварочных работ на нефтепроводах под давлением обязательно проведение следующих мероприятий:

- назначение лиц, ответственных за подготовку трубопровода, за подготовку и проведение сварочных работ;

- подготовка сварочных материалов, оборудования и инструментов;
- проверка состояния воздушной среды на месте проведения сварочных работ
- подготовка поверхностей свариваемых деталей (снятие фасок, зачистка до металлического блеска);
- внешний осмотр, классификация дефектов и измерение толщины стенки трубопровода в местах предполагаемой сварки;
- контроль качества сварки.

5.2 Подготовка нефтепровода к ремонту с предварительным размагничиванием.

Перед проведением ремонтных работ труба обязательно промывается водой под давлением выводя из ремонтируемого участка остатков нефтепродуктов и попутного газа. Для обеспечения безопасности проводимых работ. Производится перекрытие участка производства работ линейными или технологическими задвижками. Сброс остаточного давления в отрезке трубопровода. Установка сертифицированных глухарей на задвижки со стороны проведения работ.

5.3 Вырезка дефектного участка.

Вырезка дефектного участка должна осуществляться: безогневым методом с применением труборезных машин (труборезов). Длина вырезаемого участка трубопровода (детали) должна быть больше дефектного участка не менее чем на 100 мм с каждой стороны, но не меньше диаметра трубопровода. После окончания работ по вырезке дефектного участка трубы, труборезы демонтируются, ремонтный котлован освобождается от вырезанных «катушек», деталей и зачищается от замазученности. Внутренняя полость нефтепроводов должна перекрываться тампонами-герметизаторами:

- пневматическими тампонами-герметизаторами из резинокордной оболочки;
- тампонами из глины, необожженного кирпича.

5.4 Подготовка трубопровода и "катушки" к сварке с предварительным размагничиванием.

Перед сваркой кромки и концы соединительных деталей и ремонтируемого трубопровода зачищаются до металлического блеска, на ширину не менее 10 мм, с внутренней и наружной стороны. Обработку концов труб для сварки (отрезку труб и снятие фасок) необходимо производить механическим способом (абразивным кругом) с помощью УШМЗ, выдержав геометрические размеры формы кромок под сварку согласно (рисунок 14)

При сборке стыков труб с одинаковой нормативной толщиной стенки должны соблюдаться требования:

- внутреннее смещение кромок бесшовных труб не должно превышать 2 мм.

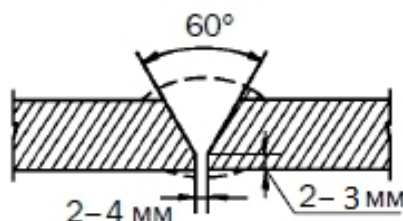


Рисунок 14 - Разделка кромок трубы $\varnothing 114 \times 8$.

5.5 Размагничивание трубопровода.

В первую очередь производится измерение остаточной намагниченности на торцах трубы, с помощью индикатора магнитного поля ИМП-97Х либо МИ-10Х. Если показание прибора выше (2 мТл) требуется размагничивание.

Размагничивание производится с помощью аппарата универсального размагничивающего автоматизированного "АУРА-7001".

- На один из открытых торцов трубопровода наматывается в 6-10 витков размагничивающая обмотка на расстоянии от торца трубы 50-100 мм.

Устанавливается съёмный датчик.

- Секционированная обмотка и датчик через пульт дистанционного

управления с помощью переходных разъемных кабелей соединяются с АУРА-7001, который может находиться вне зоны ремонта.

- На пульте дистанционного управления нажимается кнопка «Пуск» и начинается процесс размагничивания торца трубопровода. Окончание процесса размагничивания (через 1 – 1,5 мин) индицируется на пульте дистанционного управления.

- Секционированные обмотки, датчик демонтируются с размагниченного торца трубопровода и в том же порядке устанавливаются на другой торец. Автоматический процесс размагничивания повторяется.

- Процесс размагничивания обоих торцов трубопровода завершен.

- При этом в процессе сборки и сварки требуется периодически проверять наличие и размер остаточной намагниченности. А при возрастании свыше (2 мТл) нужно провести весь процесс по размагничиванию повторно.

5.6 Установка нового отрезка трубы.

Монтаж ввариваемой катушки производится в наружные центраторы и контролируется непосредственно сварщиками которые будут производить сварку данных стыков. С помощью универсального шаблона сварщика (УШС-3) после закрепления в центраторах устанавливается зазор между свариваемыми торцами труб, проверяется допуск на смещение кромок и перелом осей труб. Обязательно производится просушка торцов труб путем их подогрева до 20-50° С:

- при наличии влаги на кромках, независимо от прочности основного металла;
- при температурах воздуха ниже +5° С для труб с нормативным пределом прочности 539 МПа (55 кгс/мм²) и выше.

5.7 Сварка стыков трубопровода.

После проведения всех замеров производится прихватка труб в соответствии с РД 558-97; при сварке трубы $\varnothing 114 \times 8$ мм требуется не менее двух прихваток длиной не менее (30-50 мм) и высотой не менее 3 мм. После сварки прихватки обрабатываются механическим путем от шлака брызг и окалины.

После завершения обработки прихваток сварщик приступает к сварке корневого слоя шва из потолочного положения вверх с каждой стороны. Переплавляя прихватки с металлом шва следует обеспечить полное сплавление и проплавление внутренних кромок, образуя обратный валик внутри свариваемого соединения размером от 0,5 до 3 мм. Обязательным этапом после сварки корневого слоя шва является механическая обработка абразивным инструментом поверхности шва от шлака, брызг и зачистка карманов из линии сваривания основного металла с металлом шва.

Далее производится заполняющий слой шва с последующей механической обработкой.

Завершающим этапом является сварка облицовочного слоя шва в соответствии с ГОСТ 5264-80 выдерживая размеры усиления и чешуйчатость шва. Для гарантированного прохождения визуального измерительного контроля (ВИК) шва.

5.8 Ремонт дефектного участка без предварительного размагничивания.

Подготовка нефтепровода, вырезка дефектного участка, обработка торцов свариваемых деталей под сварку а также установка нового отрезка трубы, производится по такой же технологии как указано в пунктах: 5.2; 5.3; 5.4; 5.6

При выявлении эффекта намагничивания в случаи сварки без предварительного размагничивания к используемому источнику питания, в штатные разъемы, подключается инвертор сварочного тока ИСТ-201.

Сварка стыков ремонтируемого участка производится с аналогичными

параметрами сварки как в пункте: 5.7 С единственным изменением в режиме сварки, для лучшего протекания процесса сварки рекомендуется увеличение силы тока на 10-15 %.

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения ремонта дефектного участка намагниченного промышленного нефтепровода были рассмотрены два варианта сварки нефтепровода с остаточной намагниченностью.

В результате исследования было установлено что при сварке намагниченного нефтепровода с использованием инвертора сварочного тока ИСТ-201 уменьшается время остановки на ремонт промышленного нефтепровода так как не требуется дополнительное время на размагничивание трубопровода. Не требуется привлечения специалиста для работы со сложным размагничиваемым оборудованием. Обеспечивается высокое качество свариваемого соединения так как возможный рост остаточной намагниченности не как не влияет на процесс сварки.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1в11	Толканев Иван Николаевич

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема выпускной квалификационной работы: Технология ремонта дефектов
намагнитченных промысловых трубопроводов**

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	При проведении исследования используется база цеха "ЦТОРТиЛПА-3" «ОАО Томскнефть ВНК» в исследовании задействовано 3 человека: студент – исполнитель, научный руководитель, инженер.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. оценка экономической эффективности сварки намагнитченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны.	Определение норм времени на сварку стыков труб с предварительным размагничиванием
2. Определение норм времени	Нормы на операции основного и вспомогательного времени
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования, определение перспективности, целесообразности научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1в11	Толканев Иван Николаевич		

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является оценка экономической эффективности сварки намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны.

Для выявления экономической эффективности необходимо рассмотреть следующие случаи:

1) Сварка кольцевых стыков труб с предварительным размагничиванием.

2) Сварка намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны.

Сварка в обоих случаях будет производиться электродами марки LB-52U, типа Э50А. В качестве источника питания сварочной дуги применяется агрегат дизельный для дуговой сварки типа Lincoln Electric 305D.

Для сварки с предварительным размагничиванием. Для размагничивания используется, аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001

Для сварки с применением переменного тока с прямоугольной формой волны применяется инвертор сварочного тока ИСТ-201, которая подключается к Lincoln Electric 305D

7.1 Определение норм времени на сварку стыков труб с предварительным размагничиванием

Нормирование – это определение времени на выполнение какого-либо процесса. Под технически обоснованной нормой времени понимается, установленное для определенных организационно-технических условий время на выполнение заданной работы, исходя из рационального использования средств производства и с учетом передового производственного опыта. Технически обоснованные нормы времени являются основой правильного решения вопросов разделения труда,

организации и обслуживания рабочих мест, проектирования передовых методов труда, оценки его эффективности и организации систем материального стимулирования

Состав и методика определения отдельных элементов нормы времени зависит от вида операций, способах сварки, типа производства и других факторов.

Техническое нормирование производят в целях установления необходимых затрат времени на выполнение работы при полном и эффективном использовании средств производства и с учетом опыта передовых рабочих.

Основное время для многослойной ручной дуговой сварки на один погонный метр шва рассчитывается по формуле:

$$T_0 = \frac{60 \cdot \gamma}{\alpha_H} \cdot \left(\frac{F_1}{I_1} + \frac{F_2}{I_2} \right), \quad (1)$$

где γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

F_1, F_2 – площадь поперечного сечения шва при первом и последующем проходах, мм²;

I_1, I_2 – сила тока при первом и последующем проходах, А;

α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Для малоуглеродистых низколегированных сталей $\gamma=7,8$ г/см³ [].

Для электродов марки LB-52U коэффициент наплавки $\alpha_H=9,5$ г/А·ч.

Площадь поперечного сечения корневого слоя шва можно установить по эмпирической формуле:

$$F_1 = (6 \div 10) \cdot d_{\text{э}} \quad (2)$$

где d – диаметр электрода, мм.

Применяемый диаметр электрода 3мм.

$$F_1 = 8 \cdot 3 = 24_{\text{мм}} .$$

Площадь облицовочного шва вычисляется по формуле:

$$F_2 = F_{\text{ОБЩ}} - F_1, \quad (3)$$

где $F_{\text{общ}}$ – общая площадь сварного шва,

Общая площадь сварного шва определяется по формуле:

$$F_{\text{общ}} = S \cdot a + (S - p)^2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 0,75 \cdot b \cdot h + 0,75 \cdot b_1 \cdot h_1, \quad (4)$$

где h – высота усиления шва, мм;

a – ширина зазора, мм;

S – толщина детали, мм;

p – высота притупления, мм;

α – угол разделки кромок, град;

b – валика шва, мм;

h_1 – усиление внутренней стороны валика, мм;

b_1 – ширина внутренней стороны валика, мм.

$$F_{\text{общ}} = 6 \cdot 2 + (6 - 2)^2 \cdot \operatorname{tg} \frac{60}{2} + 0,75 \cdot 12 \cdot 3 + 0,75 \cdot 4 \cdot 1 = 52 \text{ мм}^2.$$

Тогда:

$$F_2 = 52 - 24 = 28 \text{ мм}^2.$$

Сварочный ток при проходе корневого шва $I_1=80\text{А}$, при наложении заполняющего шва $I_2=120\text{А}$.

$$T_0 = \frac{60 \cdot 7,8}{9,5} \cdot \left(\frac{24}{80} + \frac{28}{120} \right) = 26,3 \frac{\text{мин}}{\text{м}}.$$

Штучно-калькуляционное время в минутах на изделие вычисляют по формуле:

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n_n} = [(t_0 + t_{\text{в.шт}}) \cdot l_{\text{шт}} + t_{\text{в.из}}] \cdot k_{\text{об}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n_n}, \quad (6)$$

где t_0 – основное время на сварку, мин/м;

$t_{\text{в.шт}}$ – вспомогательное время связанное со швом, мин/м;

$l_{\text{шт}}$ – длина сварного шва, м;

$t_{\text{в.из}}$ – вспомогательное время связанное с изделием и типом оборудования, мин;

$k_{\text{об}}$ – коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности.

$t_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования, мин;

$n_{п}$ – количество свариваемых стыков, шт.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$, $t_{п.з.}$, а также коэффициента $k_{об}$ для ручной электродуговой сварки получены из [6].

Время $t_{в.ш.}$ определяем по таблице 1.

Таблица 1 – Нормы на операции вспомогательного времени $t_{в.ш}$

Элементы работы	Время на 1 м, мин
Заварка кратера, мин/м	0,2
Очистка шва от шлака, мин/м	0,4
Смена электрода, мин/м	0,36
Осмотр и промер шва УШС–1, мин/м	0,2

$$t_{в.ш} = 0,2 + 0,4 + 0,36 + 0,2 = 1,16 \text{ мин / м .}$$

В таблице 2 указаны нормы на вспомогательное время связанное с изделием и типом оборудования $t_{в.и.}$

Таблица 2 – Нормы на операции вспомогательного времени $t_{в.и}$

Элемент работы	Время, мин
Установка, снятие, транспортировка изделия краном, мин	14,6
Установка центратора, мин	0,5
Размагничивание стыка перед сваркой	8
Приваривание прихваток по 3 на стык, L=30 мм, мин/м	6
Отключение сварочного агрегата после размагничивания, мин	0,5
Отключение сварочного агрегата после сварки, мин	0,5

$$t_{в.и.} = 14,6 + 2 + 0,5 + 8 + 6 + 0,5 + 0,5 = 32,1 \text{ мин .}$$

Время $t_{п.з.}$ определяем по таблице 3.

Таблица 3 – Подготовительно-заключительное время связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Получение задания, документации, инструктажа от мастера, получение инструмента и его сдача, мин	3
Ознакомление с работой, мин	2
Установка, настройка и проверка режимов, мин	6,8
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе, мин	5
Сдача работы, мин	3

$$t_{п.з.} = 3 + 2 + 6,8 + 5 + 3 = 19,8 \text{ мин.}$$

Сварка стыка выполняется в два прохода.

Длина сварного шва определяется по формуле:

$$l_{ш} = n \cdot \pi \cdot d_{тр}, \quad (7)$$

где $d_{тр}$ – диаметр свариваемой трубы, м.

n – количество проходов

$$l_{ш} = 3,14 \cdot 0,114 = 0,36 \text{ м.}$$

Коэффициент $k_{об}$ для ручной электродуговой сварки равен 1,12

Штучное время для сварки одного кольцевого шва с условием предварительного размагничивания равно:

$$t_{шт.к} = [(26,3 + 1,16) \cdot 0,36 + 32,1] \cdot 1,12 + \frac{19,8}{10} = 49 \text{ мин/шт.}$$

7.2 Определение норм времени на сварку намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны

Основное время для многослойной ручной дуговой сварки на один погонный метр шва равно:

$$T_0 = \frac{60 \cdot 7,8}{9,5} \cdot \left(\frac{24}{80} + \frac{28}{120} \right) = 26,3 \text{ мин/м.}$$

Нормы времени $t_{в.ш.}$ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы на операции вспомогательного времени $t_{в.ш.}$

Элементы работы	Время на 1 м, мин
Заварка кратера, мин/м	0,2
Очистка шва от шлака, мин/м	0,4
Смена электрода, мин/м	0,36
Осмотр и промер шва УШС–3, мин/м	0,2

$$t_{в.ш.} = 0,2 + 0,4 + 0,36 + 0,2 = 1,16 \text{ мин} / \text{м}.$$

В таблице 5 указаны нормы на вспомогательное время связанное с изделием и типом оборудования $t_{в.и.}$

Таблица 5 –Нормы на операции вспомогательного времени $t_{в.и.}$

Элемент работы	Время, мин
Установка, снятие, транспортировка изделия краном, мин	14,6
Установка центратора, мин	0,5
Приваривание прихваток по 3 на стык, L=30 мм, мин/м	6
Отключение сварочного агрегата после сварки, мин	0,5

$$t_{в.и.} = 14,6 + 0,5 + 6 + 0,5 = 21,6 \text{ мин}.$$

Время $t_{н.з.}$ определяем по таблице 6.

Таблица 6 – Подготовительно-заключительное время связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Получение задания, документации, инструктажа от мастера, получение инструмента и его сдача, мин	3
Ознакомление с работой, мин	2
Установка, настройка и проверка режимов, мин	6,8
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе, мин	5
Сдача работы, мин	3

$$t_{н.з.} = 3 + 2 + 6,8 + 5 + 3 = 19,8 \text{ мин.}$$

Коэффициент $k_{об}$ для ручной электродуговой сварки равен 1,12

Штучное время для сварки стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$t_{шт.к} = [(26,3 + 1,16) \cdot 0,36 + 21,6] \cdot 1,12 + \frac{19,8}{13} = 36,78 \text{ мин/шт}$$

7.3 Определение затрат

Расчет производим согласно [6].

Различающиеся затраты на сварку нашего изделия в рублях определяются по формуле:

$$C = C_{см} + C_{оз} + C_{дз} + C_{сц} + C_{эл} + C_{р} + C_{од}, \quad (8)$$

где $C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{оз}$ – основная зарплата, руб;

$C_{дз}$ – дополнительная зарплата, руб;

$C_{сц}$ – отчисление на социальные цели, руб;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{р}$ – затраты на ремонт, руб;

$C_{од}$ – остановка добычи нефти

Затраты на сварочный материал определяются по формуле:

$$C_{см} = G_{э.р.} \cdot Ц_э, \quad (9)$$

где $G_{э.р.}$ – расход электродов на сварку стыка труб, кг;

$Ц_э$ – стоимость электродов, руб/кг.

Расход электродов на сварку стыка труб вычисляют по формуле:

$$G_{э.р.} = G_H \cdot (1,6 \div 1,8) / 1000,$$

где G_H – масса наплавленного металла, г.

$$G_H = n \cdot F_H \cdot \gamma \cdot l_{ш}, \quad (10)$$

где F_H – площадь поперечного сечения наплавленного металла, $мм^2$;

γ – плотность наплавленного металла, $г/см^3$;

$l_{ш}$ – длина сварного шва, м;

n – количество сварочных швов.

В случае размагниченных труб:

$$G_H = 52 \cdot 7,8 \cdot 0,72 = 293 \text{ г.}$$

Тогда норма расхода электродов равна:

$$G_{э.р.} = 293 \cdot 1,7 / 1000 \approx 0,6 \text{ кг.}$$

Цены на электроды принимают по действующим прейскурантам оптовых цен. На сегодняшний день:

Стоимость электродов марки LB-52U диаметром 3.2мм – 112 руб/кг.

$$C_{см} = 0,6 \cdot 112 = 67,2 \text{ руб/стык.}$$

Затраты на сварочный материал в случае сварки стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{см} = 0,6 \cdot 112 = 67,2 \text{ руб/стык.}$$

Основная зарплата определяется по формуле:

$$C_{оз} = \frac{C_{ср.ч} \cdot t_{шт.к}}{60}, \quad (11)$$

где $C_{ср.ч}$ – средняя часовая зарплата.

Средняя часовая зарплата определяется по формуле

$$C_{ср.м} = \frac{C_{ср.м}}{172}, \quad (12)$$

где $C_{ср.м}$ – средняя месячная зарплата.

172 – количество рабочих часов в месяц.

Средняя месячная зарплата для электрогазосварщика пятого разряда на предприятии “Томскнефть ВНК” составляет $C_{ср.м} = 16000 \text{ руб.}$

$$C_{ср.ч} = \frac{16000}{172} = 93,02 \text{ руб/час}$$

Тогда основная заработная плата начисляется:

При сварке размагниченных труб:

$$C_{оз} = \frac{93,02 \cdot 49}{60} = 75,97 \text{ руб/стык}$$

В случае сварки стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{оз} = \frac{93,03 \cdot 36,78}{60} = 57,02 \text{ руб/стык}.$$

Дополнительная зарплата определяется по формуле

$$C_{дз} = (0,1 - 0,15) \cdot C_{оз}, \quad (13)$$

При сварке размагниченных труб:

$$C_{дз} = 0,12 \cdot C_{оз} = 0,12 \cdot 49 = 5,88 \text{ руб/стык}.$$

При сварке намагниченных труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{дз} = 0,12 \cdot C_{оз} = 0,12 \cdot 36,78 = 4,41 \text{ руб/стык}.$$

Затраты отчисляемые на социальные цели определяются по формуле:

$$C_{сц} = 0,262 \cdot (C_{оз} + C_{дз}), \quad (14)$$

При сварке размагниченных труб:

$$C_{сц} = 0,262 \cdot (49 + 5,88) = 14,34 \text{ руб/стык}.$$

При сварке намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{сц} = 0,262 \cdot (36,78 + 4,41) = 10,79 \text{ руб/стык}.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$C_{эл} = C_{эл} = \frac{U \cdot I \cdot t_{о.л}}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}, \quad (15)$$

где $\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт·ч, руб.

Для промышленного предприятия установлен тариф $\Pi_{эл} = 0,97$ руб/(кВт·ч).

$$C_{эл} = \frac{22 \cdot 120 \cdot 26,3 \cdot 0,36}{60 \cdot 0,72 \cdot 1000} \cdot 0,97 = 1,2 \text{ руб/стык}.$$

Затраты на ремонт определяются по формуле:

$$C_p = \frac{\sum \Pi_{об} \cdot k_{рем} \cdot t_{ум}}{F_d \cdot 60}, \quad (16)$$

где $\sum \Pi_{об}$ – стоимость оборудования;

$k_{рем}$ – коэффициент учитывающий затраты на ремонт, $k_{рем} = 0,1 - 0,15$.

Примем $k_{рем} = 0,13$;

F_d – годовой фонд времени работы оборудования, ч. $F_d = 2000$ ч, то есть работа на оборудование идет в одну смену.

При сварке размагниченных труб:

$$\sum C_{об} = \text{Lincoln Electric 305D} = 150000 \text{ руб.}$$

$$C_p = \frac{150000 \cdot 0,13 \cdot 49}{2000 \cdot 60} = 7.96 \text{ руб/стык}.$$

При сварке намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$\sum C_{об}$ = цена Lincoln Electric 305D + цена установки для сварки стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны равно 150000руб. плюс 100000руб равно 250000руб.

$$C_p = \frac{250000 \cdot 0,13 \cdot 36.78}{2000 \cdot 60} = 9.9 \text{ руб/стык}.$$

Затраты при остановке добычи нефти примем из среднего значения суточной добычи одного куста Игольского месторождения «ОАО Томскнефть»

$$V_{од} = \frac{30 \cdot 5}{24} = 6.25 \text{ м}^3/\text{час}$$

Цена одного м^3 нефти = 10324 руб.

Потери нефти при сварке размагниченных труб:

$$V_{од} = \frac{6.25 \cdot 49}{60} = 5.1 \text{ м}^3/\text{стык}$$

Затраты при сварке размагниченных труб

$$C_{од} = 5,1 \cdot 10324 = 52652 \text{ руб/стык}$$

При сварке намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{од} = \frac{6.25 \cdot 36.78}{60} = 3.8 \text{ м}^3/\text{стык}$$

Затраты при сварке намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$C_{од} = 3,8 \cdot 10324 = 39231 \text{ руб/стык}$$

Полученные значения затрат на сварку размагниченного стыка труб и значение затрат при сварке стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны сведем в таблицу 7.

Таблица 7 – Итоговые результаты по затратам

Наименование затрат	1 – вариант, руб./стык	2 – вариант, руб./стык	Разница, руб./стык
1. Сварочные материалы	22,8	22,8	0
2. Основная зарплата	93.02	75.97	-17.05
3. Дополнительная зарплата	5,88	4,41	-1,47
4. Отчисления на социальные цели	14,34	10,79	-3,55
5. Электроэнергия	1,2	1,2	0
6. Ремонт	7,96	9,9	+1,94
7. Остановка добычи	52652	39231	13421

Суммарные затраты на сварку одного предварительно размагниченного стыка без учета инвестиций на оборудование составляют:

$$C_{cm} = 22,8 + 93.02 + 5,88 + 14,34 + 1,2 + 7,96 + 52652 = 52797 \text{ руб./стык}.$$

Суммарные затраты на сварку намагниченного стыка с применением переменного тока с прямоугольной формой волны без учета инвестиций на оборудование составляют:

$$C_{cm} = 22,8 + 75.97 + 4,41 + 10,79 + 1,2 + 9,9 + 39231 = 39358 \text{ руб./стык}.$$

Годовой объём сваренных стыков вычисляется по формуле:

$$Q = \frac{F_d \cdot 60}{t_{ш.к}}, \quad (17)$$

При сварке размагниченных труб:

$$Q = \frac{2000 \cdot 60}{49} = 2449 \text{ стыков/год}.$$

При сварке намагниченных стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны:

$$Q = \frac{2000 \cdot 60}{36,78} = 3262 \text{ стыков / год.}$$

Суммарные годовые затраты на сварку с учетом инвестиций на оборудование вычисляются по формуле:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{ст}} \cdot Q + I \cdot i, \quad (18)$$

где I – инвестиции на оборудование;

i – ставка дисконтирования, $i=15\%$.

Суммарные годовые затраты на сварку предварительно размагниченных стыков с учетом инвестиций на оборудование составляют:

$$C_{\Sigma} = 145,2 \cdot 3262 + 150000 \cdot 0,15 = 4961424 \text{ руб}$$

Суммарные годовые затраты на сварку стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны с учетом инвестиций на оборудование составляют:

$$C_{\Sigma} = 125,07 \cdot 3262 + 250000 \cdot 0,15 = 44547834 \text{ руб}$$

Годовой эффект в случае использования сварки с применением переменного тока с прямоугольной формой волны составляет:

$$\Delta_r = (C^1 - C^2) \cdot Q_r - (I^1 - I^2) \cdot i. \quad (19)$$

$$\Delta_r = (145,2 - 125,07) \cdot 3262 - (250000 - 150000) \cdot 0,15 = 3433594$$

Срок окупаемости оборудования в этом случае будет составлять:

$$T_{\text{ок}} = \frac{(I^1 - I^2)}{(C^1 - C^2) \cdot Q}; \quad (20)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{(250000 - 150000)}{(145,2 - 125,07) \cdot 3262} = 1,5 \text{ года.}$$

После проделанного расчётного анализа выявили, что более выгоден второй вариант, т. е. сварка кольцевых стыков труб с применением переменного тока с прямоугольной формой волны. Так как затраты на сварку одного стыка с применением переменного тока с прямоугольной формой волны без учета инвестиций на оборудование меньше на 20,13 руб./стык, годовой объем по количеству свариваемых стыков больше на 813 шт., годовые затраты на сварку предварительно размагниченных стыков с учетом

инвестиций на оборудование больше на 3433594руб. Срок окупаемости нового оборудования составит 1.5 года.

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен производственный цех текущего обслуживания и ремонта трубопровода и ликвидации последствий аварий №3 «ОАО Томскнефть ВНК» (ЦТОРТ и ЛПА-3)

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании лаборатории необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Основными опасными и вредными производственными факторами, характерными для производственных процессов при изготовлении и ремонте металлических конструкций, являются:

- движущиеся машины, механизмы, открытые подвижные элементы производственного оборудования, перемещаемые изделия, заготовки, материалы;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, особенно в местах производства сварочных работ, горячейковки, гибки, пайки и др.;
- повышенные уровни шума на рабочих местах при рихтовке, клепке, обрубке, зачистке сварных швов, особенно на полых изделиях с применением пневматического инструмента;
- повышенные уровни вибрации при работе ручным пневмоинструментом;
- повышенные или пониженные температуры воздуха рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхностей обрабатываемых заготовок и др.
- падающие с высоты предметы и инструмент;
- повышенное давление пара и горячей воды;
- повышенная или пониженная температура;
- недостаточная освещенность в темное время суток.

Микроклимат

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением

уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне. Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

В производственных помещениях, где производятся электросварочные работы, должна быть оборудована система принудительной приточно-вытяжной вентиляции. Стены помещений и оборудование электросварочного производства для ослабления контраста между яркостью сварочной дуги и освещенностью помещения рекомендуется окрашивать в серый, желтый или голубой цвета красками, поглощающими ультрафиолетовое излучение.

Условия микроклимата в рабочей зоне сварочных и сборочных работ должны поддерживаться в соответствии с нормами, установленными для помещений с незначительным тепловыделением при работах средней тяжести. Для улавливания сварочного аэрозоля от нестационарных постов ручной сварки в закрытых объемах и при автоматизированной сварке должны применяться высоковакуумные побудители [1]

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Таблица №1. Допустимые параметры микроклимата производственных помещений.

Температура воздуха в холодный период года, °C	19,0-24
Температура воздуха в теплый период года, °C	20,0-28,0
Скорость движения воздуха, м/с:	
если температура ниже оптимальной	0,1
если температура выше оптимальной	0,2

Относительная влажность воздуха, %	15-75
------------------------------------	-------

1.1 Вредные вещества на сварочном производстве

Проведение сварочных работ невозможно без загрязнения воздушной среды рабочего пространства парами сварочного аэрозоля. В его состав входят газы и оксиды различных металлов, оказывающие пагубное воздействие на окружающую среду и человеческий организм.

Разберём некоторые из веществ выделяемых при сварочных работах:

Оксиды марганца появляются в процессе проведения электродуговой сварки и наплавки сталей, в составе которых имеется марганец. Также оксид марганца может испаряться в воздушную среду и в том случае, если сами работы выполняются при помощи каких-либо марганцесодержащих материалов. Известно, что попадание оксидов марганца в лёгкие человека приводит к острым и хроническим отравлениям, поражениям ЦНС, печени и легких.

Оксиды хрома чаще всего образуются в процессе электродуговой сварки и наплавки сталей с использованием аустенитных сварочных электродов. Отравления оксидами хрома приводит к постоянным головным болям, общей слабости, склонности к воспалению ЖКТ и токсической желтухе.

Двуокись кремния имеется в большом количестве в аэрозолях сварочной дуги. Данное химическое вещество оказывает разрушающее действие на органы дыхательной системы, что приводит к постоянной одышке, боли в груди, сухому кашлю.

Фтористые соединения в составе сварочного аэрозоля появляются в процессе выполнения электродуговой сварки и наплавки стали электродами, в составе которых содержатся фтористые соединения. Фтористые соединения могут оказывать сильное раздражающее действие на верхние участки дыхательных путей.

Токсичность озона сильно повышается, если в воздухе имеются к тому же ещё и оксиды азота. Их совместное применение весьма опасно для

человеческого организма. Ацетилен в малой концентрации для человеческого здоровья практически безопасен. В случае повышенной концентраций он может вызывать удушье.

Фосфористый водород представляет собой бесцветный газ, имеющий запах похожий на запах протухшей рыбы. Он является сильнейшим ядом, поражающим нервную систему, негативно отражающийся на обмене веществ, состоянии кровеносной системы, органов дыхания, печени и почек.

Оксид и пары цинка часто образуются в процессе сваривания и наплавке цинково-медных сплавов. Высокая концентрация паров цинка может привести к химическим отравлениям организма, проявляющемся преимущественно в лихорадке. Оксиды и пары свинца могут образовываться в процессе газовой сварки деталей аккумуляторов. Влияние свинца негативно сказывается на состоянии ЦНС и органов пищеварения [2].

Таблица №2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) наиболее часто встречающихся вредных веществ (ВВ) в воздухе рабочей зоны (РЗ) сварочных цехов и атмосферном воздухе населенных пунктов [1].

ВВ	ПДК, мг/м ³		Класс опасности	Агрегатное состояние
	в воздухе РЗ	в атмосферном воздухе		
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	0,4/0,06	2	П
Алюминий и его сплавы, оксид алюминия (в том числе, с примесью диоксида кремния) в виде аэрозоля конденсации	2	-	4	А
Бериллий и его соединения	0,001			
Ванадий и его соединения: - дым пятиоксида ванадия	0,1		1	
- пыли трехоксида и пятиоксида ванадия	0,5		2	
Вольфрам			3	
Железа оксид с примесью оксидов марганца (до 3 %), легированные стали и их смеси	6		4	

с алмазом до 5 %				
Железа оксид с примесью оксидов фтористых или 3...6 % марганцовых соединений	4			
Кадмия оксид	0,1/0,03*		1	
Кобальт металлический, оксид кобальта	0,5	0,001		
Марганец (до 20 % в сварочном аэрозоле)	0,2	0,01	2	
Медь металлическая	1/0,5*			
Молибден (растворимые соединения в виде аэрозоля конденсации)	2		3	
Молибден, нерастворимые соединения	6	-		
Никель, оксид никеля	0,05			
Озон	0,1		1	П
Свинец и его неорганические соединения	0,01/0,005*	0,001		
Титан и его оксиды	10		4	А
Торий	0,05	-	1	
Углерода оксид	20	5/3	4	П
Феррохром металлический	2	-	3	А
Фтористый водород	0,5/0,1*	0,02		П
Фтористо-водородной кислоты соли (хорошо растворимые в воде)	2	0,03	2	
Хромовый ангидрид, хроматы, бихроматы	0,01	-	1	А
Цинка оксид	0,5	0,05	2	

* Среднесменные величины ПДК.

1.3. Производственный шум и вибрации

Важным средством предупреждения вредного воздействия шума является соблюдение гигиенических нормативов по ГОСТ 12.1.003. При работе с источниками вибрации параметры ее на рабочем месте не должны превышать допустимых уровней, установленных ГОСТ 12.1.012.

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах ультразвуковых установок должны соответствовать ГОСТ 12.1.001. Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ.

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц на постоянных рабочих местах и в рабочей зоне производственных помещений не должны превышать соответственно: 99 дБ при 63 Гц; 92 дБ при 125 Гц; 86 дБ при 250 Гц; 83 дБ при 500 Гц; 80 дБ при 1000 Гц; 78 дБ при 2000 Гц; 76 дБ при 4000 Гц; 74 дБ при 8000 Гц. Эквивалентные уровни звука при этом не должны превышать 85 дБА.

Санитарными нормами в качестве допустимого уровня звука и эквивалентного уровня звука на постоянных рабочих местах для всех видов работ в производственных помещениях принято 80 дБА как безопасный уровень, характеризующийся нулевым риском потери слуха.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 85 дБА должны быть обозначены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026. Работающие в этих зонах должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты органов слуха по ГОСТ 12.4.051.

Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц. Для предохранения от

воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять шлемофоны, которые герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30...40 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц.



Рисунок №1. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения.

Основными виброопасными объектами при производстве котельных работ и металлических конструкций являются ручные пневматические машины. Вибрационные параметры пневматических машин должны проверяться изготовителем и заноситься в технический паспорт на машину, куда впоследствии должны вноситься результаты проверок вибрационных характеристик машины после ее ремонта и периодических проверок (для ручных машин - не реже двух раз в год). Допустимые уровни вибрации ручных машин определены ГОСТ 17770, СанПиН 2.2.2.540, ГОСТ 12.1.012.

Для предупреждения вибрационных заболеваний должны применяться машины с параметрами вибрации в пределах санитарных норм, технологии, исключаящие воздействие вибрации на работающего сверх санитарных норм, и рациональные режимы труда и отдыха для работников виброопасных профессий, исходя из значений суммарного времени воздействия вибрации при превышении санитарных норм.

Применение машин, являющихся источником воздействующей на работника вибрации, превышающей санитарные нормы более чем в четыре раза (на 12 дБ), не допускается.

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Борьба с вибрацией в источнике возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением, например замена кривошипных механизмов равномерно вращающимися, тщательный подбор зубчатых передач, балансировка вращающихся масс и т.п. Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования - превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. С этой целью в конструкции деталей, через которые передается вибрация, применяют материалы с большим внутренним трением: специальные сплавы, пластмассы, резины, вибродемпфирующие покрытия. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования на самостоятельные виброгасящие фундаменты. Для ослабления передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы виброизоляции. Для этого на пути распространения вибрации вводят дополнительную упругую связь в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин. В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов [3, 4, 5].



Рисунок №2. Классификация коллективных методов и средств защиты от вибрации.

1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в производственном цехе, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 200 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать

кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 15$ м, ширина $B = 10$ м, высота = 6 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 200 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 15 \times 10 = 150 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 30\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 50\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,8$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛДЦ40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 3380$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,15$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,3 = 2,2 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,15 \cdot 2200 = 2438$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10}{2,42} = 4,13 \approx 4$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{15}{2,42} = 6,19 \approx 6$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 6 = 24$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$L = 15000 = 6 \cdot 1227 + L1 + 2/3 L1$$

$$L = 10000 = 4 \cdot 265 + 3 L2 + 2/3 L2$$

Размещаем светильники в четыре ряда. На рисунке №3 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

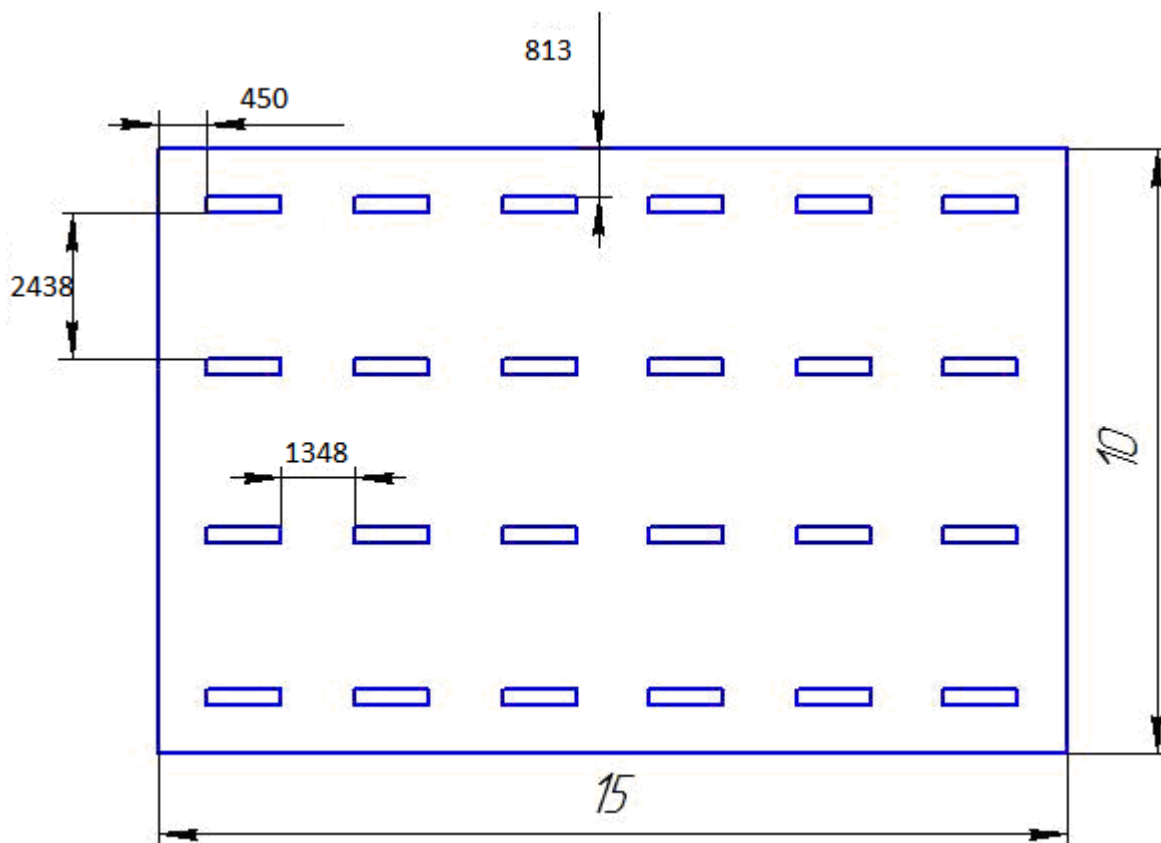


Рисунок №3. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{15 \cdot 10}{2,2 \cdot (15 + 10)} = 2,7$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{п}} = 50 \%$, $\rho_{\text{с}} = 30\%$ и индексе помещения $i = 2,7$ равен $\eta = 0,57$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{48 \cdot 0,55} = 1687 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{\Phi_{л\partial} - \Phi_n}{\Phi_{л\partial}} * 100\% = \frac{1995 - 1687}{1995} * 100\% = 15\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 15\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

2.1 Факторы электрической природы

Опасностью поражения электрическим током от сварочных аппаратов, установок индукционного нагрева деталей, токоведущих шин, рубильников, оборудования, работающего на токах высокой и промышленной частоты напряжением до 660 В и др.

Прежде чем приступить к работе со сварочным аппаратом, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом и правилами по эксплуатации. Через каждые 12 месяцев эксплуатации аппарата, а также после хранения свыше 12 месяцев на складе производится проверка аппарата в соответствии с технической документацией. Соблюдение номинального питания в электроприборах I-0.1A, U-12B, R-4Om

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Помещение без повышенной опасности, сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с

влажностью 40—50%.

2.2 Электрозащитные средства:

-изолирующие (изолирующие штанги, изоляторы, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, галоши и боты, ручной изолирующий инструмент, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые, гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ в электроустановках до 1кВ, устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях, спец средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в установках под напряжением 110кВ и выше)

-основные

-дополнительные

-неизолирующие (плакаты и знаки безопасности, переносные заземления, зашита ограждения, сигнализаторы наличия напряжения)

Средства защиты от электрических полей повышенной напряженности (330 кВ и выше):

-коллективные средства защиты (съёмные и переносные экраны и плакаты безопасности)

-индивидуальные средства защиты (комплекты индивидуальные экранирующие)

2.3 Электробезопасность.

Опасностью поражения электрическим током от сварочных аппаратов, установок индукционного нагрева деталей, токоведущих шин, рубильников, оборудования, работающего на токах высокой и промышленной частоты напряжением до 660 В и др.

Прежде чем приступить к работе со сварочным аппаратом, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом и правилами по эксплуатации. Через каждые 12 месяцев эксплуатации аппарата, а также после хранения свыше 12

месяцев на складе производится проверка аппарата в соответствии с технической документацией.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Электрозащитные средства:

СКЗ:

Архитектурно-планировочные решения и правильная организация производственных процессов, но если даже это все является залогом безопасности сотрудников, приходится прибегать к использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Средства индивидуальной защиты применяют в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты. Заземление электрических контуров. Закрытие электро щитовых от свободного доступа. Разделение контуров электропотребителей.

СИЗ:

-средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

-изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной

изолирующий инструмент.

-диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые [7].

Сопротивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомленность, влажность кожи, состояние здоровья) меняется в широких пределах от 1000 до 20 000 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:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{1000} = 0,09A$$

Смертельным для человека является ток силой 0,1А и выше. Ток силой 0,05—0,10А очень опасен, при воздействии на человека вызывает обморочное состояние уже при силе тока 0,03А человек не может оторвать руки от проводника тока так как происходит судорожное сокращение мышц. Ток с силой 0,005А и ниже можно считать безопасным для человека.

Безопасным напряжением считают 36 В (для светильников местного стационарного освещения, переносных светильников и т. д.) и 12 В (для переносных светильников при работе внутри металлических резервуаров, котлов). Но при определенных ситуациях и такие напряжения могут представлять опасность.

Помещения по электробезопасности подразделяются на 3 группы:

1. Помещение без повышенной опасности до 1000 В (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с влажностью 40—50%.
2. Помещение с повышенной опасностью до 1000 В (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность 70—80%, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого к-ва оборудования).

3. Помещения особо опасные свыше 1000 В, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

2.4 Средства индивидуальной защиты:

-средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

Основные изолирующие ЭЗС до 1 кВ:

-изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент.

Дополнительные изолирующие ЭЗС до 1 кВ:

-диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые [7].

Сопротивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомленность, влажность кожи, состояние здоровья) меняется в широких пределах от 1000 до 20 000 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:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{1000} = 0,09A$$

Таблица №3. Примерные времена допустимого воздействия электрического тока в зависимости от напряжения на человека по ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Допустимое время действия, сек	длительность	До 30	1	0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА.	1	6	50	100	250	500
Величина напряжения, В.	6	36	50	100	250	500

2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_{n1} , Γ_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории Г - негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Производственные процессы должны отвечать требованиям пожаро- и взрывобезопасности, при этом опасность возникновения пожаров и взрывов в раскройно-заготовительных, холодно-штамповых и кузнечно-прессовых производствах может выражаться:

- в скоплении масла в прямках под прессами. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, в закрытых электромашинных помещениях, на складах материалов.

- в самовозгорании использованного обтирочного материала;

- в нарушении режимов пуска и работы газовых нагревательных печей, в утечке газа из системы и газовых устройств;

- в образовании взрывоопасных концентраций в воздухе при приготовлении технологических смазочных материалов с использованием керосина, масел, спиртов и др.

Снижение опасности возникновения пожаров и взрывов при

электродуговой сварке и кислородно-ацетиленовой резке металлов должно достигаться:

- согласованием производства сварочных работ с пожарной охраной;
- недопущением сварочных работ на свежеокрашенных изделиях до полного высыхания краски, на находящихся под давлением или заполненных горючими или токсичными материалами сосудах, аппаратах, трубопроводах;
- надлежащей подготовкой мест производства сварочных работ с очисткой их в радиусе не менее 5 м от легковоспламеняющихся материалов и др.

Опасность возникновения пожаров и взрывов при термической обработке металлов заключается:

- в использовании масел для нагрева и охлаждения;
- в применении защитных атмосфер из инертных газов, соляных и щелочных печей-ванн;
- в отложениях конденсата масляных паров на стенках трубопроводов вытяжной вентиляции;
- в возможной утечке газа из систем;
- в возможном соприкосновении расплавленных смесей с водой при разгерметизации водоохлаждаемых систем печей и др.

Опасностью пожаров и взрывов вследствие использования легковоспламеняющихся или горючих веществ (ацетона, спирта, бензина и др.), наличия аэрозолей и пыли и возможного искрения или коротких замыканий в электроцепях; при этом причинами пожара могут быть:

- ручная протирка изделий бензином при обезжиривании;
- источники открытого огня при сварке, нагретые заготовки, самовозгорание промасленной ветоши и др.;

Во избежание самовозгорания использованный обтирочный материал должен собираться в плотно закрывающиеся металлические ящики, расположенные вдали от нагревательных приборов, отопительных устройств, источников открытого огня и искр, электроустановок и т.д., и убираться из цеха (участка) не реже одного раза в смену.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок №4).

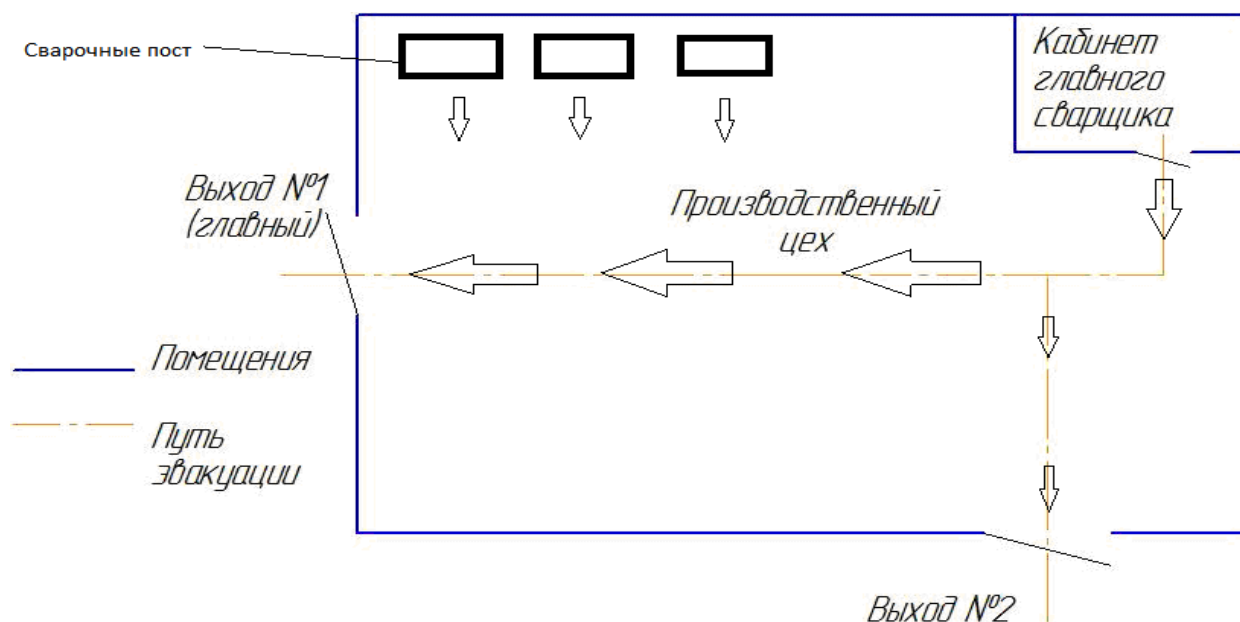


Рисунок №4. План эвакуации.

3 Охрана окружающей среды

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, должно производиться своевременно и организованно, при этом:

Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02. Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02 и должна отвечать требованиям Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами;

Отходы производства должны подвергаться утилизации и обезвреживанию, организованному хранению в отвалах или захоронению. Особо опасные отходы должны подвергаться захоронению в специальных могильниках.

Экология и переработка отходов, в том числе и сварочного производства одна из кардинальных проблем, стоящих перед человечеством и всей мировой экономикой.

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду. Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал. Не менее актуальны в сварочном производстве проблемы сокращения и утилизации отходов, повышения объема рециклинга (возвращение отходов в круговорот "производство - потребление") сварных конструкций и изделий после завершения срока их эксплуатации.

Отходами в сварочном производстве газовой сварки являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- сварочный шлак;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом);
- на территориях цехов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места

размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории промышленного предприятия должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики [8].

4 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения,

круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
2. 1009-73 Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов
3. ГОСТ 12.1.003 Шум. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность.
5. ГОСТ 12.4.051-87 Средства индивидуальной защиты органов слуха.
6. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
7. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
8. ГОСТ 17.2.3.02 Охрана природы. Атмосфера.
9. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов; под ред. В. В. Фролова. – М.: Высш. школа., 1988. 559 с.: ил.
- 2 Корольков П. М. Природа возникновения и методы устранения магнитного дутья при сварке. // Сварочное производство 1998, №5. С 6-8.
- 3 Щетинина В. И. Регулирование электромагнитного поля сварочного контура при сварке труб. // Сварочное производство 2000, №6. С 3-7.
- 4 Бакунов А. С. Контроль намагниченности перед проведением сварочных работ. // Сварочное производство 2004, №1. С 48-51.
- 5 Пат. 2245331, МКИ В23К9/09. Способ дуговой сварки/ А.С Гордынец, Р.И. Дедюх, А.С.Киселёв, Б.Ф. Советченко. № 2003134231/02; Заявл. 25.11.2003; Оpubл. 27.01.2005; Бюл. №3.
- 6 А. И. Гитлевич, П.А.Животинский. Технологическое нормирование технологических процессов. – М: Машиностроение , 1976.–172 с.