

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению

ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ МДК.01.01 «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ И  
ПО СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»  
для профессии 15.01.05 «СВАРЩИК (РУЧНОЙ И ЧАСТИЧНО  
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ (НАПЛАВКИ))»

---

**РАССМОТРЕНО**

предметной (цикловой)  
комиссией

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ И.М. Семенова

— \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ОДОБРЕНО**

методическим советом

Заместитель директора по УМР и КО

\_\_\_\_\_ Е. В. Селиванова

— \_\_\_\_\_ 2018 г.

Составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом СПО по профессии 15.01.05

Автор: О.Г. Мелихова, преподаватель

**Содержание**

Введение	4
1 Практическая работа Составление инструктажей по технике безопасности при	5

	эксплуатации электроустановок	
2	Практическая работа Составление плана рабочего места при организации сварочных работ	9
3	Практическая работа Составление схемы размещения оборудования для газовой сварки в помещениях с нагревательными приборами	11
4	Практическая работа Составление плана размещения вентиляционного оборудования в сварочных цехах	18
5	Практическая работа Составление плана складирования сварочных материалов	25
6	Практическая работа Составление схем размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах	30
7	Практическая работа Определение по диаграмме кристаллизации участков шва, склонных к горячим трещинам	33
8	Практическая работа Определение склонности сталей к образованию горячих трещин в зависимости от химического состава	39
9	Практическая работа Определение склонности сталей к образованию холодных трещин в зависимости от химического состава	43
	Заключение	47
	Информационное обеспечение	48

## **Введение**

Методические указания разработаны для студентов осваивающих ППКРС по профессии 15.01.05 «СВАРЩИК (РУЧНОЙ И ЧАСТИЧНО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ (НАПЛАВКИ))» на первом курсе в первом семестре в количестве 18 часов.

Ведущей дидактической целью практических работ - является формирование практических умений - профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных

(умений решать задачи), необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным дисциплинам; практические работы занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и междисциплинарных курсов.

Состав и содержание практических работ направлен на реализацию требований ФГОС СПО по освоению ППКРС.

В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических работ является решение разного рода задач, в том числе профессиональных:

- анализ производственных ситуаций,
- решение ситуационных производственных задач,
- выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.,
- выполнение вычислений, расчетов, схем,
- работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой,
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками,
- составление технической и специальной документации.

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе проектирования, учебной и производственной (профессиональной) практик.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических работ обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Разработанные методические указания для выполнения практических работ носят репродуктивный характер, т.к. студенты пользуются подробными инструкционно-технологическими картами, в которых указаны:

- цель работы,
- необходимые пояснения,
- оборудование,
- порядок выполнения работы,
- контрольные вопросы,
- перечень учебной и специальной литературы, выписки из ГОСТов.

## **Практическая работа 1**

### **Составление инструктажей по технике безопасности при эксплуатации электроустановок**

**Цель работы:** «Научиться использовать основные требования техники безопасности и охраны труда при составлении инструктажей при эксплуатации электросварочного оборудования».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно определять общие требования безопасности,
- самостоятельно определять требования безопасности перед началом работ
- самостоятельно определять требования безопасности во время проведения работ
- самостоятельно определять требования безопасности по окончании работ

**студент должен обладать навыками:**

- размещения оборудования электросварочных установок и выполнения требований безопасности на всех этапах эксплуатации электросварочных установок .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Таблица 1.1 – Воздействие на человека переменного и постоянного тока	10 шт
2 Задание для практической работы	На всех присутствующих

## **Теоретическая часть**

### **1. Общие требования безопасности**

1.1. Организация и выполнение сварочно-наплавочных работ должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003 — 86 «ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности», Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

1.2. Ответственность за соблюдение правил и требований техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии при производстве сварочно-наплавочных работ возлагается на инженерно-технического работника.

1.3. Ответственность за соблюдение электробезопасности возлагается на инженерно-технического работника, имеющего квалификационную группу не ниже IV, о чем должен быть издан приказ по предприятию.

1.4. Не допускаются ремонт и чистка сварочных машин и другого электрооборудования, находящегося под напряжением.

1.5. Электросварщикам, производящим работу сидя или лежа на свариваемых конструкциях, должны выдаваться резиновые диэлектрические ковры в соответствии с ГОСТ 4997 — 75.

1.6. При работе электросварщики должны обеспечиваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с Нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Лица, допускаемые к эксплуатации электросварочных машин, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже II и квалификационное удостоверение.

1.7. Не допускается проведение сварочных работ во время тумана, дождя, снегопада, а также в темное время суток без специального освещения.

### **2. Требования безопасности перед началом работ**

2.1. Тяжесть поражения электрическим током зависит от напряжения и от величины сварочного тока, а также от пути прохождения тока в организме человека, длительности тока и частоты (переменный ток опаснее постоянного). Поражение электрическим током в производственных условиях чаще всего происходит от прикосновения человека к токоведущим частям, находящимися под высоким напряжением.

2.2. Опасным может оказаться шаговое напряжение, возникающее при растекании электрического тока в землю. Растекания тока возможно в случае касания оборванного электрического провода воздушной сети с землей или при срабатывании защитного заземления. Если человек окажется в зоне растекания электрического тока, то между ногой, находящейся ближе к заземлителю и ногой отстоящей от заземлителя на расстоянии шага 0,8 м, возникает разность потенциалов (шаговое напряжение) и от ноги к ноге замкнется цепь тока. Для защиты от шагового напряжения пользуются резиновой обувью, резиновыми ковриками, прорезиненными наколенниками и наплечниками.

При составлении инструктажей по технике безопасности с использованием электроустановок необходимо учитывать:

- Проходы между однопостовыми источниками сварочного тока должны иметь ширину не менее 0,8 м,
- Проходы между многопостовыми - не менее 1,5 м,
- Расстояние от одно- и многопостовых источников тока до стены составляет не менее 0,5 м,
- Проходы между группами сварочных трансформаторов должна иметь ширину не менее 1 м,
- Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими в ряду одной группы составляет не менее 0,1 м,
- Расстояние между сварочными трансформаторами и ацетиленовым генератором не менее 3 м,
- Регулятор сварочного тока может размещаться рядом со сварочными трансформаторами или над ними.
- В качестве обратного провода, должна служить стальная шина любого профиля при условии, что ее сечение обеспечивает безопасное протекание сварочного тока,
- Производство электросварочных работ во время дождя и снегопада при отсутствии навесов над электросварочным оборудованием запрещается
- При электросварочных работах в производственных помещениях рабочее место сварщика должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами высотой не менее 1,8 м
- Электросварщики должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже второй. Все сварщики должны ежегодно проходить проверку знаний по охране труда.
- При перерыве в работе по специальности свыше 6 месяцев, после временного отстранения за нарушение технологии и низкое качество работ сварщика перед допуском к работе подвергаются внеочередной проверке знаний.
- Воздействие на человека переменного и постоянного тока указана в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Воздействие на человека переменного и постоянного тока

Сила тока, проходящего через тело человека, мА	Воздействие	
	Переменный (частота 50-60 Гц)	Постоянный ток
2 - 1,5	Начало ощущения воздействия. Легкое дрожание пальцев рук	Не ощущается

2-3	Сильное дрожание пальцев	Не ощущается
5-7	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагрева
8-10	Трудно , но возможно оторвать руки от провода. Сильные боли в пальцах, кистях рук и предплечьях	Усиление ощущения нагрева
20-25	Паралич рук, оторвать от провода их невозможно. Дыхание затруднено	Усиление ощущения нагрева
50-80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции сердца	Ощущение сильного нагрева. Сокращение мышц рук. Судороги, затрудненное дыхание
90-100	Остановка дыхания, при воздействии более 3 с - остановка сердца	Остановка дыхания

### **3. Меры безопасности при электросварочных и наплавочных работах**

3. 1. Работами по сварке руководит начальник участка, мастер.

Ответственность за правила пожарной безопасности и соблюдение электробезопасности электросварщиками возлагается на начальника участка.

3. 2. Во время производства работ начальник участка должен следить за надежностью изоляции сварочных кабелей.

3. 3. Металлические корпуса электросварочных установок должны быть заземлены. Заземление должно удовлетворять требованиям, установленным ПТЭ и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей.

3. 4. Сварочные агрегаты, наплавочные станции, вспомогательное оборудование и материалы должны быть уложены и закреплены в пределах габарита приближения строений.

3. 5. Во время работы электросварщику не разрешается оставлять без присмотра электродержатель, находящийся под напряжением, допускать в зону производства сварочных работ (на расстояние менее 5 м) посторонних и лиц, не занятых непосредственно на сварке.

3.6. Не допускается привлечение к работе вспомогательных рабочих без средств защиты глаз светозащитными фильтрами.

### **4. Меры безопасности при по окончании работ**

- a. Проверить состояние оборудования и инструмента и о всех неисправностях доложить руководству участка.
- b. Привести в порядок инструмент , отключить оборудование.
- c. Удалить с рабочего места окалину, стружку щеткой-сметкой.
- d. Сдать работу руководству, отчитаться о сдаче рабочего места.

### **Рассмотрим вариант выполнения практического задания**

Необходимо в разделе «Требования выполнения безопасности перед началом электросварочных работ» найти ошибки, ошибки исправить в тексте. Текст прилагается ниже

2. «Требования выполнения безопасности перед началом электросварочных работ»

- 1.1. Проходы между многопостовыми - не более 1,5 м,
- 1.2. Расстояние от одно - и многопостовых источников тока до стены составляет не более 0,5 м,
- 1.3. Проходы между группами сварочных трансформаторов должна иметь ширину не более 1 м,
- 1.4. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими в ряду одной группы составляет не более 0,1 м,

- 1.5. Расстояние между сварочными трансформаторами и ацетиленовым генератором не более-3 м,

## **Практическая часть**

### **Цель выполнения практической работы для студента:**

1. изучите основные требования техники безопасности при эксплуатации электроустановок при производстве электросварочных работ( на всех этапах),
2. выполните задание практической работы,
3. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### **Задания для практической работы**

1. Необходимо в разделе «Общие требования безопасности » найти ошибки. Текст прилагается ниже .
  - 1.1. Ответственность за соблюдение правил и требований техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии при производстве сварочно-наплавочных работ возлагается на электросварщика выполняющего сварочные работы.
  - 1.2. Допускаются ремонт и чистка электросварщиком сварочных машин и другого электрооборудования, находящегося под напряжением в присутствии ответственного лица за электробезопасность предприятия
  - 1.3. Электросварщикам, производящим работу сидя или лежа на свариваемых конструкциях, должны выдаваться резиновые диэлектрические ковры в соответствии с ГОСТ 4997 — 75.
2. Необходимо в разделе «Требования безопасности по окончании работы » найти ошибки. Текст прилагается ниже
  - 2.1. Проверить состояние оборудования и инструмента и все неисправности самостоятельно устранить.
  - 2.2. Привести в порядок инструмент , отключить оборудование.
  - 2.3. Удалить с рабочего места окалину, стружку щеткой-сметкой.
  - 2.4. Провести влажную уборку рабочего места и оборудования
  - 2.5. Сдать работу руководству, отчитаться о сдаче рабочего места.

### **Вопросы для защиты практической работы**

1. В чем выражается воздействие на человека переменного и постоянного тока?
2. Как регулируется расстановка электросварочного оборудования в помещениях цехов?
3. Каким образом возникает шаговое напряжение?
4. Перечислите основные требования безопасности на всех этапах работ?

## **Практическая работа 2**

### **Составление плана рабочего места при организации сварочных работ**

**Цель работы:** «Научиться планировать рабочее место при организации сварочных работ».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**



- самостоятельно контролировать правильность размещения оборудования на рабочем месте,
- соблюдать основные параметры размещения оборудования,
- самостоятельно контролировать работу вентиляции, освещения

**студент должен обладать навыками:**

- размещения оборудования на рабочем месте при организации сварочных работ .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Рисунок 2.1 - Планировка сварочной кабины	10 шт
2 Задание для практической работы	На всех присутствующих

## Теоретическая часть

Места проведения сварочных работ разделяют на постоянные и временные. Постоянные (стационарные) места предназначены для работ, которые выполняются в специально оборудованных цехах, мастерских и т.д. Устанавливают сварочный аппарат в защищенном от атмосферных воздействий, стол сварщика, манипулятор, вытяжку и т.д. в хорошо проветриваемом помещении площадью не менее 3 м<sup>2</sup>. Лучше всего, если пол бетонный, а стены помещения не должны отражать сварочные блики, что может представлять опасность для глаз. Планировка рабочей кабины представлена на рисунке 2.1.

При организации сварочных работ важное значение имеют размеры проходов, выездов, проездов, т.к. они одновременно являются путями эвакуации при возникновении аварийной ситуации.

- Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами и между установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м;
- Проходы между однопостовыми сварочными трансформаторами или между сварочными генераторами, а также проходы с каждой стороны стеллажа или стола для выполнения ручных сварочных работ - не менее 1 м;
- Расстояние между стационарным сварочным агрегатом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м.
- Проходы между машинами точечной и шовной (роликовой) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга должны быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки — не менее 3 м.
- При расположении перечисленных выше машин тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, а при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м.

На каждое стационарное рабочее место при плазменной и газоплазменной обработке металлов должно отводиться > 4м<sup>2</sup>, а при работе в кабине >3м<sup>2</sup>.

Зоны с опасными производственными факторами должны быть ограждены, знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026-76.

В зависимости от габаритов свариваемых изделий и характера производства рабочее место сварщика может быть расположено либо в специальной кабине, либо в цехе или непосредственно на сборочном объекте. Размеры кабины должны быть не менее 2х2 м<sup>2</sup>.

Стены кабины делают высотой 1,8-2 м. Для лучшей вентиляции между полом к нижним обрезами стенки оставляют просвет 150-200 мм. В качестве материала для стен кабины можно использовать тонкое железо, а также фанеру, брезент, прочитанные огнестойким составом, или другие огнестойкие материалы. Каркас кабины делают из металлических труб или уголкового стали.

Дверной проем кабины обычно закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах. Фанера и брезент должны быть пропитаны огнестойким составом, например раствором алюмокалиевых квасцов.

Пол в кабине должен быть из огнестойкого материала (кирпич, бетон, цемент) негорючие и нескользкие, обладать малой теплопроводностью.

Стенки окрашивают в светло-серый цвет красками, хорошо поглощающими ультрафиолетовые лучи (цинковые или титановые белила, желтый крон). Окраска сварочных цехов и кабин в темные цвета не рекомендуется, так как при этом ухудшается общая освещенность места сварки.

Комбинированное освещение следует предусматривать при работах высокой и наивысшей точности в частности при сварке и пайке материалов толщиной 0,06...0,5 мм, при дефектоскопии сварочных швов и других подобных работах.

Для освещения цехов надо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Освещенность кабины должна быть не менее 80—100 лк.

В производственных помещениях сварочных и сборочно-сварочных цехов параметры микроклимата следует принимать по ГОСТ 12.1.005-88 (помещения с незначительными избытками явной теплоты, работы средней тяжести категорий II а и II б).

В холодный период года допускаемые параметры микроклимата для работ II а и II б соответственно равны: температура воздуха 17...23 и 15...21°C, относительная влажность < 75%, скорость движения воздуха < 0,3 и 0,4 м/с.

В организации сварочных работ важное значение имеет правильное размещение оборудования.

Многопостовые агрегаты и установки, состоящие из нескольких сварочных агрегатов, располагают в отдельном помещении или на площади общего производственного помещения, огражденной постоянными перегородками высотой не менее 1,7 м. Сварочные преобразователи при работе создают шум, оказывающий вредное действие на нервную систему человека, вызывая понижение внимания и снижение работоспособности. По этой причине все сварочные преобразователи надо изолировать в помещении цеха или вынести их за пределы производственного помещения, огородив со всех сторон и укрыв от атмосферных осадков.

В стационарных многопостовых сварочных установках присоединение сварочных постов к электросварочному агрегату осуществляют через общий щит, на котором должны находиться необходимые измерительные приборы, защитные средства, сигнальные лампочки, рубильники и зажимы для присоединения сварочных постов.

При однопостовой сварке должны быть предусмотрены индивидуальные щиты, оборудованные вольтметром и сигнальной лампочкой, указывающей сварщику на наличие или отсутствие напряжения в сварочной цепи.

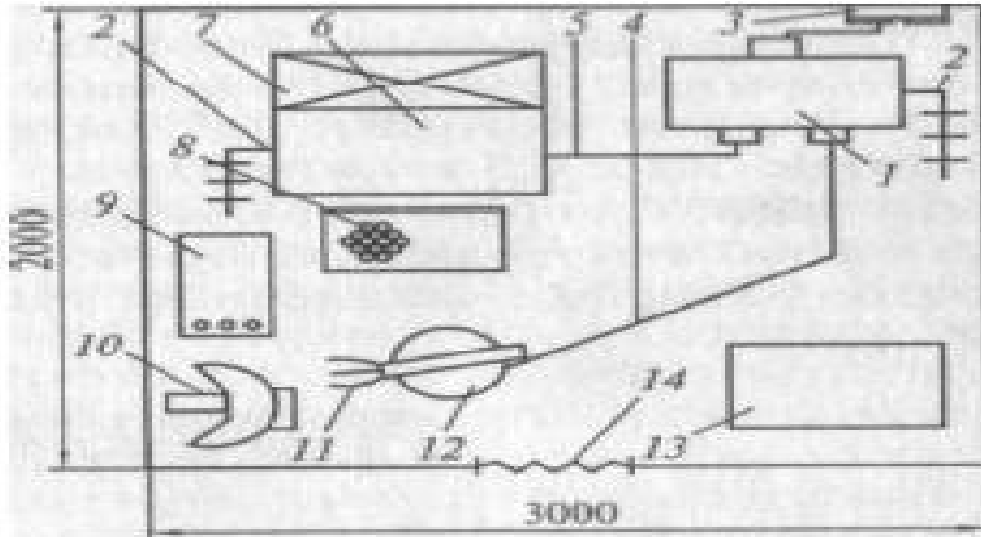


Рисунок 2.1 - Планировка сварочной кабины:

1 - источник питания дуги; 2 - заземление; 3 - пускатель источника питания; 4 и 5 – прямой и обратный токопроводящие провода; 6 – стол; 7 – вентиляция; 8 – коврик; 9 – электроды; 10 – щиток; 11 – электрододержатель; 12 – стул;

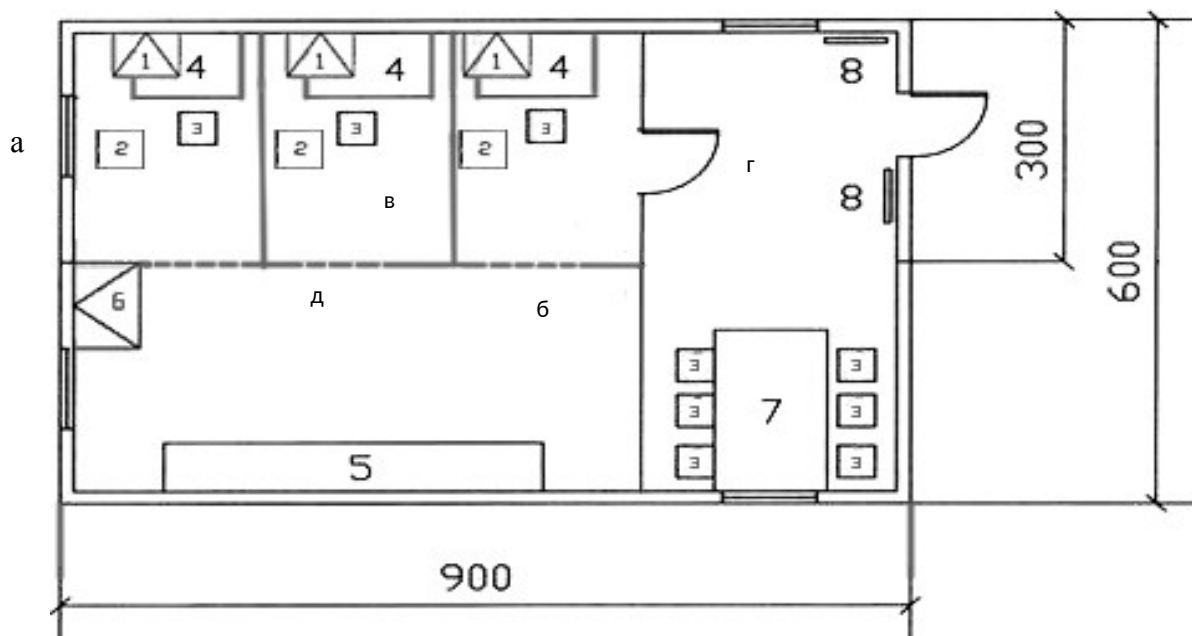
## Практическая часть

### Цель выполнения практической работы для студента:

1. изучите основные требования для составления плана рабочего места при организации сварочных работ,
2. выполните задание практической работы,
3. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### Задания для практической работы

1. Необходимо на предложенном плане сварочной мастерской указать параметры, обозначенные в задании а,б,в,г,д. Основные габариты приведены в сантиметрах.



1	Местная вентиляция	5	Шкаф хранения оснастки
2	Источник питания - <u>полуавтомат для сварки в среде аргона</u>	6	Общая вентиляция
3	Стул	7	Место принятия пищи
4	Металлический рабочий стол	8	Полки для хранения личных вещей

### **Вопросы для защиты практической работы**

1. Перечислите основное оборудование сварочной кабины.
2. Какие требования предъявляют к стенам , полу, освещению сварочной кабины ?
3. Каким образом размещается многопостовое сварочное оборудование?
4. Перечислите основные требования к размерам проходов при организации сварочных работ?

## Составление схемы размещения оборудования для газовой сварки в помещениях с нагревательными приборами

**Цель работы:** «Научиться размещать оборудование для газовой сварки в помещениях с нагревательными приборами».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно, определять расстояние между баллонами,
- самостоятельно определять расстояние между баллонами и местом сварки

**студент должен обладать навыками:**

- размещения оборудования для газовой сварки в помещениях различных габаритов и при различном местоположении нагревательных приборов .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Таблица 3.1 - Возможные причины взрыва баллонов	10 шт
2 Правила эксплуатации баллонов	10 шт
3 Задание для практической работы	На всех присутствующих

### Теоретическая часть

Вся газопламенная аппаратура независимо от форм собственности перед доставкой на место эксплуатации проверяется на исправность с регистрацией в журнале.

**Требования к срокам аттестации оборудования и инструмента поста газовой сварки**

- **Баллоны.** Работа с баллонами регламентируется Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Баллоны подвергаются техническому осмотру и испытанию каждые 5 лет. Состояние пористой массы в ацетиленовом баллоне проверяют каждые 24 месяца.
- **Редукторы.** Технический осмотр и испытание кислородных, ацетиленовых, пропановых и других редукторов следует проводить не реже 1 раза в 3 месяца согласно ПОТ Р 0-200-01-95.
- **Манометры.** Согласно Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением проверка манометров с их опломбированием и клеймением должна проводиться не реже 1 раза в 12 месяцев в мастерских Госстандарта. При отсутствии контрольного манометра допускается проводить проверку аттестованным рабочим манометром, имеющим с ним одинаковую шкалу и класс точности. В связи с явлением релаксации следует 1 раз в квартал проверять герметичность сопряжения манометров, предохранительного клапана, фибровых прокладок.
- **Рукава.** Согласно ГОСТ 9356-75 «Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов. Технические условия» и ПОТ Р М - 020-2001 рукава (шланги) должны подвергаться осмотру и испытанию не реже 1 раза в месяц.
- **Горелки и резаки.** Технический осмотр и испытания резаков и горелок должны проводиться 1 раз в месяц наладчиком по ремонту газопламенного оборудования, под руководством ответственного лица.

**В нормокомплект поста газовой сварки входит следующее оборудование**

- Баллоны с кислородом, горючими газами
- Кислородный и ацетиленовый редукторы
- Рукава (шланги)

- Горелка со сменными наконечниками
- Дополнительный инструмент для монтажа поста газовой сварки

Наиболее опасными в помещении, где проводится сварка является взрывы баллонов. Возможные причины взрыва баллонов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Возможные причины взрыва баллонов

<b>Возможные причины взрыва кислородного баллона</b>	
<b>Причина взрыва</b>	<b>Способы предотвращения взрыва</b>
<b>1. Недоброкачественный металл.</b> Внутри стенки баллона могут возникнуть газовые пузыри, трещины, расслоения	Своевременно проводить аттестацию или переосвидетельствование баллона по ГОСТу, ТУ и другим нормативным документам
<b>2. Коррозия.</b> Ржавление металла внутри баллона вызывается влагой, которая содержится в газе.	Необходимо накачивать в баллон осушенный газ, регулярно сливать воду из баллонов на наполнительных станциях
<b>3. Хрупкость металла.</b> При низких температурах прочность металла снижается	Необходимо применять термочехлы или держать баллоны в теплом помещении
<b>4. Нагрев баллона</b>	
4.1. Солнечными лучами. При нагреве повышается давление в баллоне выше допустимого	Необходимо укрывать баллоны от солнечных лучей
4.2. Во время пожара	Необходимо немедленно баллон удалить из помещения
4.3. Воспламенение металла баллона при соединении кислорода с органической пленкой.	Нельзя допускать попадания масла или жира на накидную гайку редуктора или вентиль баллона
4.4. Нагрев при сжатии и трении. При резком открывании вентиля баллона возможно самовоспламенение и выгорание частей вентиля и редуктора	Необходимо медленно и плавно открывать вентили баллона.
4.5. Статическое электричество. При большом отборе газа и его трении о стенки сосуда может возникнуть искра. Искра в чистом кислороде воспламеняет вентиль	Необходимо медленно и плавно открывать вентили баллона.
<b>5. Обратный удар пламени</b>	Необходимо применять обратные огнепреградительные клапаны
<b>Возможные причины взрыва ацетиленового баллона</b>	
<b>Причина взрыва</b>	<b>Способы предотвращения взрыва</b>
<b>1. Недоброкачественный металл.</b> Внутри стенки баллона могут возникнуть газовые пузыри, трещины, расслоения	Своевременно проводить аттестацию или переосвидетельствование баллона по ГОСТу, ТУ и другим нормативным документам
<b>2. Коррозия.</b> Ржавление металла внутри баллона вызывается влагой, которая содержится в газе.	Необходимо накачивать в баллон осушенный газ, регулярно сливать воду из баллонов на наполнительных станциях
<b>3. Хрупкость металла.</b> При низких температурах прочность металла снижается	Необходимо применять термочехлы или держать баллоны в теплом помещении
<b>4. Нагрев баллона</b>	
а. Солнечными лучами. При нагреве повышается давление в баллоне выше допустимого	Необходимо укрывать баллоны от солнечных лучей

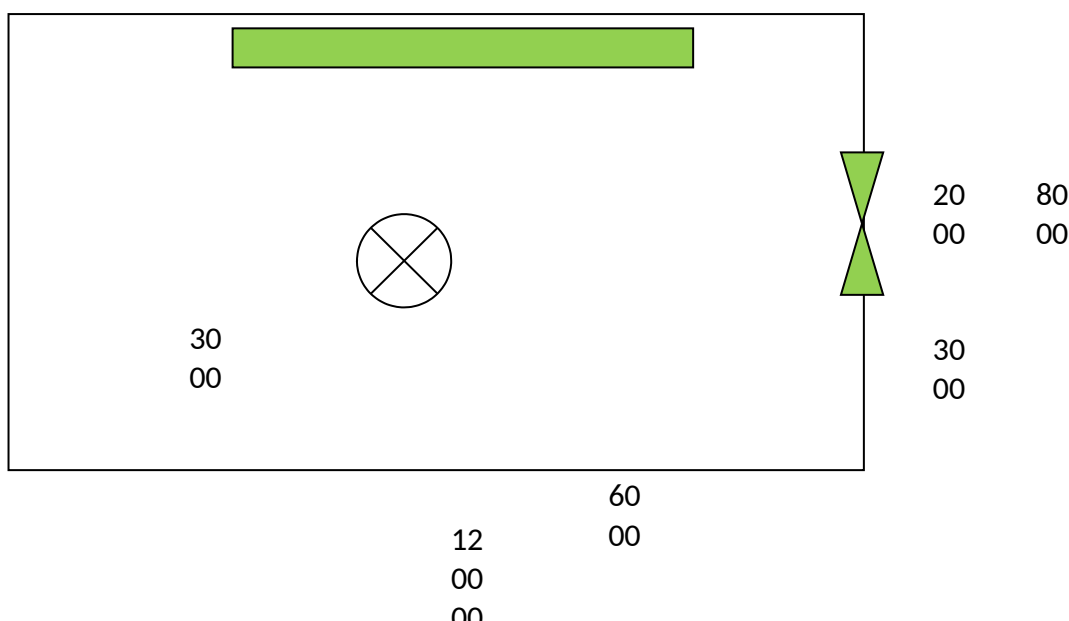
b. Во время пожара	Необходимо немедленно баллон удалить из помещения
2. <b>Обратный удар пламени</b>	Необходимо применять обратные огнепреградительные клапаны
3. <b>Разложение ацетилена.</b> Происходит из-за образования больших пустот в пористой массе вследствие длительного хранения или сотрясения	Необходимо избегать ударов по баллону и падений баллонов
4. <b>Контакт ацетилена с медью</b>	Запрещается соединять рукава между собой медными проводами
<b>Возможные причины взрыва пропанового баллона</b>	
<b>Пункты 1,2,3,4,5 аналогичны</b>	
6. <b>Отсутствие паровой подушки.</b> Паровая подушка - это пространство над сжиженным газом, которое заполнено газообразным газом, она позволяет газу расширяться с повышением температуры до некоторых пределов	Баллоны заполняют на 2/3 из объема из расчета 0,425 кг сжиженного газа на 1 литр его вместимости


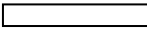

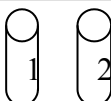
#### Правила эксплуатации баллонов

- Баллоны должны иметь колпак, заглушку и два резиновых банджа
- В процессе эксплуатации баллоны должны быть закреплены
- Запрещается устанавливать баллоны в проходах, проездах, под грузоподъемными механизмами
- **Баллоны, устанавливаемые в помещении должны находиться**
- На расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления, источника теплоты
- На расстоянии не менее 5 м от баллонов с кислородом, сжиженным газом
- На расстоянии не менее 3 м от ацетиленовых трубопроводов
- На расстоянии не менее 1,5 м от кислородопроводов
- Разрешается иметь на рабочем месте по одному запасному баллону с кислородом и горючим газом

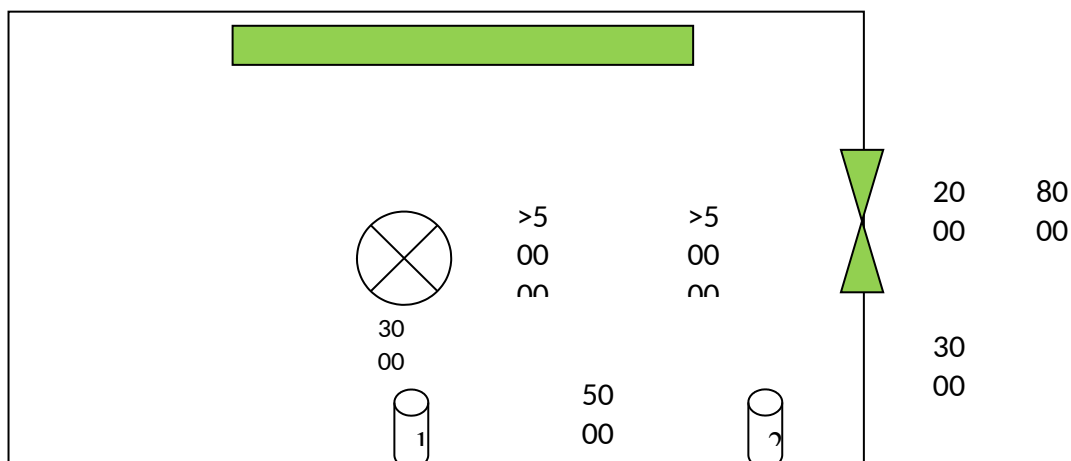
**Рассмотрим пример по составлению схемы размещения оборудования для газовой сварки в помещении с нагревательными приборами.**

Исходные данные: Схема помещения



Условное обозначение	Расшифровка условного обозначения
	Проход технологический
	Нагревательные приборы помещения
	Место проведения сварочных работ
	Сварочные баллоны 1- С кислородом 2- С горючим газом

В соответствие с требованиями «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», баллоны размещаем на схеме



## Практическая часть

### Цель выполнения практической работы для студента:

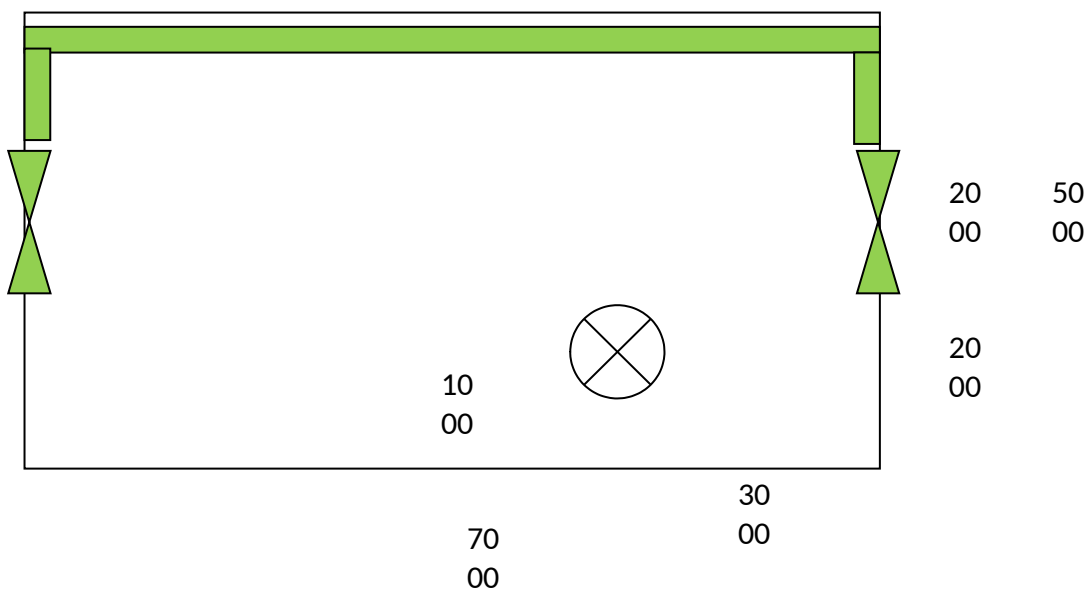
1. изучите требования к срокам аттестации оборудования и инструмента поста газовой сварки,
2. изучите возможные причины взрыва баллонов,
3. изучите правила эксплуатации баллонов
4. выполните задание практической работы,
5. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### Задания для практической работы



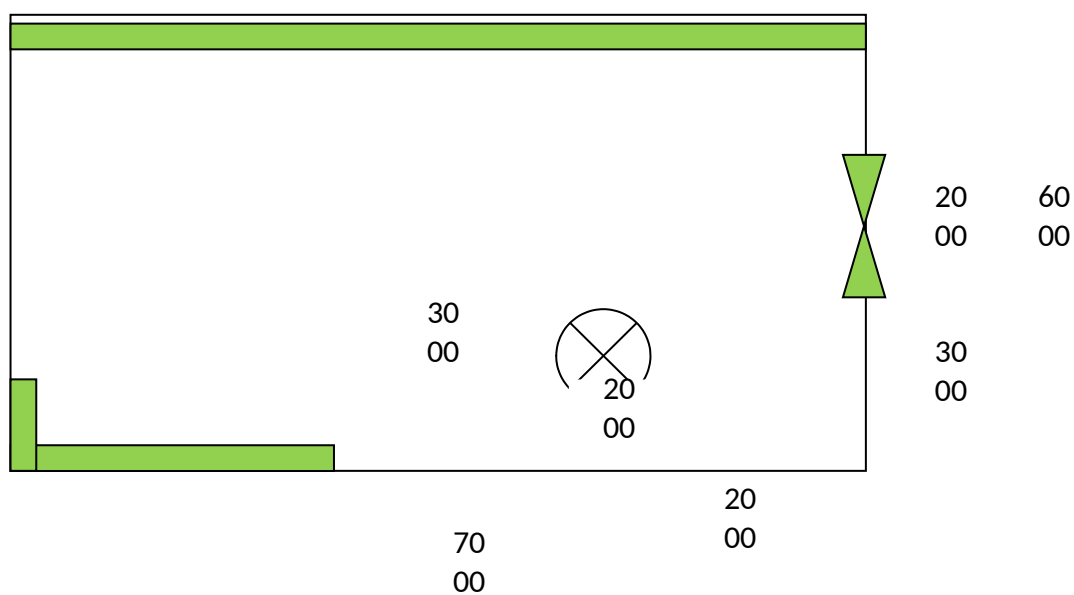
2. На схеме помещения разместите баллоны с горючим газом и с кислородом.

Схема помещения



3. На схеме помещения разместите баллоны с горючим газом и с кислородом.

Схема помещения



### Вопросы для защиты практической работы

1. Укажите периодичность техосмотров газового оборудования из нормокомплекта.
2. Перечислите причины взрыва кислородного баллона?
3. Перечислите причины взрыва ацетиленового баллона?
4. Перечислите причины взрыва пропанового баллона?
5. Перечислите правила эксплуатации баллонов?

## Практическая работа 4

## Составления плана размещения вентиляционного оборудования в сварочных цехах

**Цель работы:** «Научиться выбирать тип вентиляционных систем для проведения сварочных работ».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно прогнозировать наличие вредных примесей в воздухе при проведении сварочных работ,
- самостоятельно выбирать тип вентиляционных систем и способ их размещения
- самостоятельно прогнозировать воздействие на организм вредных веществ в воздухе при проведении сварочных работ.

**студент должен обладать навыками:**

- выбора вентиляционного оборудования на рабочем месте при организации сварочных работ .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Таблица 4.1- Расчетная скорость воздуха при различных технологических операциях и видах местных отсосов	10 шт
2 Таблица 4.2 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны	10 шт
3 Задание для практической работы	На всех присутствующих

### Теоретическая часть

Вентиляция – технологическая система по удалению вредных веществ с рабочего места. Вентиляция бывает местная, обще обменная, комбинированная.

**Местную вентиляцию** применяют во всех случаях, где происходит выделение вредных веществ в результате выполнения технологического процесса, при обработке металлов резанием, сварочных, литейных, кузнечных, термических, окрасочных, шиноремонтных, медницких работах, а также при пайке металла, зарядке аккумуляторов, химических процессах и других видах работ.

Местная вытяжная вентиляция применяется:

- Для улавливания сварочного аэрозоля у места его образования при рассматриваемых способах обработки металла на стационарных постах, а также где это возможно по технологическим условиям на нестационарных постах, **следует предусматривать местные отсосы.**
- При ручной электросварке и наплавке крупногабаритных изделий следует применять **поворотно-подъемные наклонные панели одно – или двухстороннего равномерного всасывания.** Низ панелей необходимо располагать над местом сварки не выше 350 мм.
- При сварке и наплавке мелких и средних изделий, применительно к условиям работы и типу аппаратуры, конструкции **местных отсосов могут выполняться в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, панельного наклонно-щелевого отсоса, стола с нижним под решеточным отсосом и подвижным укрытием и т.п.**

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, указана в таблице 4.1:

Таблица 4.1- Расчетная скорость воздуха при различных технологических операциях и видах местных отсосов

№ п/п	Виды местных отсосов	Наименование технологической операции	Скорость воздуха в габаритном сечении, м/с
1	Вытяжные шкафы	Сварка стали Сварка свинца Сварка литейных алюминиево-магниевого сплавов с содержанием бериллия от 0,2% до 0,4% Сварка в среде углекислого газа Сварка в среде инертных газов	0,6 0,7 1,5 0,5 0,25
2	Наклонные панели равномерного всасывания (живое сечение – 25% от габаритного) а) фиксированные	Электросварка Наплавка Сварка в среде углекислого газа Сварка в среде инертных газов Сварка электрошлаковая	1,0 1,2 0,9 0,8 1,5
	б) на поворотно-подъемном механизме	Электросварка Наплавка	1,4 1,6
3	Вертикальные панели равномерного всасывания	Электросварка Наплавка Сварка в среде углекислого газа Сварка в среде инертных газов	1,1 1,3 1,0 0,9
4	Столбы с подрешеточным отсосом и подвижным укрытием (живое сечение – 25% от габаритного)	Электросварка и наплавка мелких изделий Сварка в среде углекислого газа	2,1 1,7
5	Воронкообразные кольцевые и удлиненные насадки	Электрошлаковая сварка, сварка и наплавка под флюсом	7,0
6	Секционные раскроечные столы	Электрогазорезка стали и алюминиево-магниевого сплавов Газовая резка титановых сплавов	0,75 1,0

Количество вредных примесей, локализуемых местными отсосами (с учетом скорости движения воздуха в помещении и других факторов), для вытяжных шкафов составляет не более 90%, для остальных видов местных отсосов – не более 75%.

Оставшееся количество вредных примесей (10-25%) должно разбавляться до предельно допустимой концентрации (ПДК) с помощью общеобменной вентиляции.

**Общеобменная вентиляция применяется:**

- При расходе сварочных материалов на 1 м<sup>3</sup> цеха менее 0,2 г/ч и при наличии в здании цеха аэрационных фонарей и значительной площади открываемого бокового остекления – устройство общеобменной вентиляции обязательно.
- Количество воздуха, необходимое для растворения до предельно допустимых концентраций вредных веществ, встречающихся в воздухе сварочных цехов, должно находиться в регламентированных пределах.
- Сварочные участки, сообщающиеся проемами со смежными помещениями, где не производится сварка или резка металлов, должны иметь механическую вытяжную вентиляцию, независимо от наличия фонарей.
- При разбросанности участков сварки и резки металлов и наличии между ними зон с меньшими загрязнениями воздуха вентиляцию следует устраивать по участкам, со схемой организации воздухообмена, предотвращающего перетекание вредностей.
- Раздачу приточного воздуха необходимо осуществлять:

а) рассеянно в рабочую зону помещений, в основном на не сварочные участки – при сварке в среде инертных газов, а также там, где вытяжная вентиляция решена посредством устройства местных отсосов. Скорость движения воздуха на рабочих местах должна быть не более 0,3 м/с;

б) сосредоточенно в верхнюю зону помещений – в остальных случаях. Скорость движения воздуха в рабочей зоне должна находиться в пределах от 0,3 до 0,9 м/с при электродуговой сварке и наплавке и не более 0,5 м/с – при других видах сварки.

- При газопламенной обработке металлов сжиженными газами и отсутствии местных отсосов 2/3 воздуха следует удалять из нижней зоны помещений и 1/3 – из верхней (естественным или механическим путем).

#### **Вентиляция при сварке внутри замкнутых и полужамкнутых пространств**

При сварке внутри изделий следует предусматривать или местную вытяжку или осуществлять общеобменную вентиляцию, как за счет удаления из них загрязненного воздуха, так и путем подачи в них чистого воздуха. При сварке внутри изделий возможно применение вытяжных высоковакуумных установок с малогабаритными передвижными местными отсосами.

При осуществлении вентилирования внутри изделий за счет общеобменной вытяжной вентиляции объемы удаляемого воздуха должны определяться расчетом, исходя из количества одновременно работающих сварщиков и количества расходуемого ими сварочного материала.

При сварке внутри изделий, размещенных в помещении, скорость движения воздуха на рабочем месте должна составлять 0,7-2,0 м/с. Температура, подаваемого вентустановками воздуха не должна быть ниже 20°С.

Воздух, удаляемый вытяжными установками при сварке внутри изделий, следует, как правило, из помещения отводить наружу. Выброс загрязненного воздуха в помещении в виде исключения можно допустить от переносных вытяжных установок. Для этого случая следует при расчете общеобменной вентиляции учитывать количество вредностей, выбрасываемых в помещение.

При невозможности осуществления местной вытяжки или общего вентилирования внутри изделий следует предусматривать принудительную подачу под маску сварщика чистого воздуха в количестве 6-8 м<sup>3</sup>/ч, в холодный период года подогретого до температуры не ниже 18 С. Такая подача воздуха целесообразна при сварке изделий и с антикоррозийными покрытиями, а также при работе, производимой в помещении при высоких концентрациях сварочного аэрозоля, когда нет возможности организовать эффективную местную вентиляцию (например, электросварка цветных металлов, чугуна).

#### **Требования к процессам сварки в защитных газах и их смесях**

- При механизированной сварке плавящимися электродами в среде защитных газов на рабочих столах (или манипуляторах) должны быть установлены наклонные или вертикальные панели равномерного всасывания или широкие боковые отсосы, регулируемые с таким расчетом, чтобы не нарушать газовую защиту дуги.

- В горелке для сварки в углекислом газе и смесях газов следует предусмотреть наличие дополнительного вентиля для перекрытия газа после прекращения сварки.
- В автоматических и механизированных установках для сварки в среде защитных газов следует предусмотреть устройство для отсосов вредных пыли и газов.
- Удаление вредных пылегазовыделений следует предусматривать с помощью пылегазоприемников, встроенных или сблокированных со сварочными автоматами или полуавтоматами, агрегатами, порталами или манипуляторами.
- Стационарные установки для электродуговой сварки под флюсом должны быть оснащены местными отсосами. Отсосы должны быть расположены непосредственно у места сварки (на расстоянии не более 40 мм от зоны дуги в сторону формирования шва). Рекомендуется применять отсосы щелевидной формы. Скорость воздушного потока должна быть 4 - 9 м/с в зависимости от требуемого объема отсасываемого воздуха.

**Газопламенная обработка металла, проводимая в замкнутых пространствах и труднодоступных местах**, должна выполняться при выполнении следующих условий:

- наличие не менее двух проемов (окон, дверей, люков);
- тщательной очистки воздуха и проверки на содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны перед началом работ;
- проверки значений показателей пожарной опасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004;
- отсутствие в воздухе концентрации взрывоопасных веществ, превышающей 20 % от нижнего предела взрываемости;
- осуществлении специальной вентиляции с помощью местных отсосов от стационарных и передвижных установок, если общеобменная вентиляция не обеспечивает нормальных условий работы;
- установки контрольного поста для наблюдения за работниками и наблюдающим.
- при недостаточном количестве кислорода (менее 19 %) в воздухе резервуара или отсека работа в нем не допускается. До проведения газопламенных работ внутри междудонных и бортовых отсеков, нефтяных и угольных ям, а также в резервуарах, являющихся местом скопления вредных газов или нагретого воздуха, должны быть установлены и пущены в ход местные приточные и вытяжные вентиляторы, открыты двери, люки, горловины и иллюминаторы, имеющиеся в этих помещениях.

**При газопламенной обработке металла в помещениях малых объемов** (сосудах, отсеках, цистернах и т.д.) рекомендуется применять общеобменную вентиляцию из расчета 4000 - 5000 м<sup>3</sup> воздуха на 1 м<sup>3</sup> сжигаемого ацетилена.

В сварочных цехах, на участках должна быть оборудована общеобменная вентиляция, на стационарных рабочих местах - местная вентиляция, обеспечивающая снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны не выше предельно допустимой концентрации (ПДК), согласно ГОСТ 12.1.005., приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вещество	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности воздействия на организм
Азота диоксид	2	П	3	О
Ангидрид хромовый	0,01	а	1	
Бериллий и его соединения (в	0,001	а	1	К, А

Вещество	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности воздействия на организм
пересчете на Be)				
Ванадий и его соединения				
Диванадий пентоксид (V)	0,1	a	1	
Дым оксида ванадия (III)	0,5	a	2	
Диванадий триоксид (V)	0,5	a	2	
Вольфрам, вольфрама карбид	6 6	a a	4 4	Ф Ф
Кадмий и его неорганические соединения	0,05/0,01	a	1	
Кобальт	0,5	a	2	
Кобальта оксид	0,5	a	2	
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании:				
до 20 %	0,2	a	2	
от 20 до 30 %	0,1	a	2	
Медь	1/0,5	a	2	
Молибден, растворимые соединения в виде аэрозоля конденсаций	2	a	3	A
Молибден, растворимые соединения в виде пыли	4	a	3	A
Молибден, нерастворимые соединения	6/1	a	3	A
Никель металлический, его оксиды, сульфиды и смеси этих соединений (файнштейн, никелевый концентрат обратная пыль из очистных устройств - в пересчете наNi)	0,5	a	1	A
Озон	0,1	П	1	O
Свинец и его неорганические соединения	0,01/0,005	a	1	
Вольфрама силицид	6	a	4	Ф
Углерода оксид	200	П	4	
Углеводороды алифатические предельные C <sub>1</sub> - C <sub>10</sub> (в пересчете на C)	300	П	4	
Водород фтористый (в пересчете на F)	0,5/0,1	П	1	
Фтористоводородной кислоты соли (по F): фториды натрия, калия, аммония, цинка, олова, серебра, лития и бария, криолит,	1/0,2	a	1	

Вещество	Величина предельно допустимой концентрации, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности воздействия на организм
гидрофторид аммония;				
фториды алюминия, магния, кальция, стронция, меди, хрома	2,5/0,5	a	2	
Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2	a	3	Ф
Алюминия оксид с примесью диоксида кремния в виде аэрозоля конденсации	2	a	3	Ф
Железа триоксид	6	a	4	Ф
Титан и его диоксид	10	a	4	
Феррохром металлический (сплав хрома 65 % с железом)	2	a	3	
Чугун в смеси с электрокорундом до 20 %	6	a	4	
Хромовый ангидрид, хроматы, биохроматы (в пересчете на CrO <sub>3</sub> )	0,01	a	1	A
Дихрома триоксид	1	a	3	A
Цинка оксид	0,5	a	2	

В таблице использованы следующие обозначения:  
 П - пары и/или газы;  
 а - аэрозоль;  
 П+а - окись паров и аэрозоля;  
 О - вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;  
 А - вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;  
 Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

### **Рассмотрим вариант выполнения практического задания**

Необходимо выбрать тип вентиляционной системы для проведения газовой резки стали типа 09М9Х6 внутри резервуара.

Сталь 09М9Х6 – содержит 9% молибдена, 6% хрома. Во время резки и сварки окалина и пары металла находятся в аэрозольном состоянии. Из таблицы 7.2 Молибден, в виде аэрозоля конденсаций по воздействию на организм – вызывает аллергические заболевания в производственных условиях, предельно допустимая концентрация в воздухе 2 мг/м<sup>3</sup>

До проведения газопламенных работ внутри резервуаров, являющихся местом скопления вредных газов или нагретого воздуха, должны быть установлены и пущены в ход местные приточные и вытяжные вентиляторы, открыты двери, люки, горловины. Рекомендуется применять общеобменную вентиляцию из расчета 4000 - 5000 м<sup>3</sup> воздуха на 1 м<sup>3</sup> сжигаемого ацетилена

## **Практическая часть**

### **Цель выполнения практической работы для студента:**

1. изучите область использования местной, общеобменной вентиляции,
2. изучите условия использования вентиляции при проведении газопламенной обработке металла внутри замкнутых емкостей и труднодоступных местах
3. выполните задание практической работы,
4. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### ***Задания для практической работы***

1. Необходимо выбрать тип вентиляционной системы для проведения сварочных работ на стационарном посту. Сварка алюминиевых сплавов с использованием аргонодуговой сварки.
2. Необходимо выбрать тип вентиляционной системы для проведения сварочных работ на передвижном посту. Сварка низкоуглеродистой стали с использованием углекислого газа.
3. Необходимо выбрать тип вентиляционной системы для проведения сварочных работ в труднодоступном месте малом по объему. Сварка стали 08Г2С с использованием электродов с кислым покрытием.

### ***Вопросы для защиты практической работы***

1. Перечислите область использования местной, общеобменной вентиляции.
2. Перечислите условия использования вентиляции при проведении газопламенной обработке металла внутри замкнутых емкостей и труднодоступных местах
3. Какие требования к вентиляции предъявляются при сварке в среде защитных газов ?
4. От чего зависит выбор вида местных отсосов ?



## Практическая работа 5

### Составление плана складирования сварочных материалов

**Цель работы:** «Научиться выбирать способ складирования сварочных материалов».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно выбирать способ складирования сварочных материалов при проведении газосварочных работ,
- самостоятельно выбирать способ складирования сварочных материалов при проведении электросварочных работ

**студент должен обладать навыками:**

- выбора способов складирования сварочных материалов
- выбора способов оснащения складских помещений необходимым оборудованием .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Задание для практической работы	На всех присутствующих

### Теоретическая часть

**Требования к хранению и складированию материалов для газовой сварки и резки металлов**

**Требования к хранению и складированию карбида кальция**

- Карбид кальция должен храниться в сухих, проветриваемых помещениях. Не разрешается размещать склады для хранения карбида кальция в подвальных помещениях и низких затопливаемых местах.
- Барабаны с карбидом кальция могут храниться на складах как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.
- В механизированных складах допускается хранение барабанов с карбидом кальция в три яруса при вертикальном положении, а при отсутствии механизации - не более трех ярусов при горизонтальном положении и не более двух ярусов при вертикальном положении. Между ярусами барабанов должны быть уложены доски толщиной 40 - 50 мм, пропитанные огнезащитным составом.
- Горизонтально уложенные барабаны должны предохраняться от перекатывания. Ширина проходов между уложенными в штабеля барабанами с карбидом кальция должна быть не менее 1,5 м.
- В помещениях ацетиленовых установок, где не имеется промежуточного склада карбида кальция, разрешается хранить одновременно суточную загрузку карбида кальция, причем из этого количества в открытом виде может быть не более одного барабана. Это требование относится к производству ацетилена на ацетиленовых станциях.
- Вскрытые барабаны с карбидом кальция следует защищать водонепроницаемыми крышками.
- В местах хранения и вскрытия барабанов с карбидом кальция запрещается курение, пользование открытым огнем и применение искрообразующего инструмента.

**Требования к хранению газовых баллонов**

- Газовые баллоны надлежит хранить и применять в соответствии с требованиями правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

- При хранении баллонов на открытых площадках навесы, защищающие их от воздействия осадков и прямых солнечных лучей, должны быть выполнены из негорючих материалов.
- Баллоны с горючим газом, имеющие башмаки, должны храниться в вертикальном положении в специальных гнездах, клетях и других устройствах, исключающих их падение.
- Баллоны, не имеющие башмаков, должны храниться в горизонтальном положении на рамах или стеллажах. Высота штабеля в этом случае не должна превышать 1,5 м, а клапаны должны быть закрыты предохранительными колпаками и обращены в одну сторону.
- Пустые баллоны следует хранить отдельно от баллонов, наполненных газом.
- Газовые баллоны разрешается хранить, выдавать и получать только лицам, прошедшим обучение по обращению с ними и имеющим соответственное удостоверение.
- При эксплуатации, хранении и перемещении баллонов с кислородом должны быть обеспечены меры защиты баллонов от соприкосновения с материалами, одеждой работников и обтирочными материалами, имеющими следы масел.
- Газовые баллоны должны быть предохранены от ударов и действия прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 м.
- При перерывах в работе и в конце рабочей смены сварочная аппаратура должна отключаться. Шланги должны быть отсоединены, а в паяльных лампах давление - полностью снято.
- По окончании работы баллоны с газом должны размещаться в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключающем доступ посторонних лиц.

#### **Требования к хранению сварочных материалов для электродуговой сварки**

- Все сварочные материалы (электроды, проволоки, флюсы) должны выпускаться в соответствии с действующими ГОСТами и специальными Техническими условиями (ТУ) на каждую марку сварочного материала, быть аттестованы согласно РД03-613-03"Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов" и иметь соответствующее свидетельство об аттестации.
- **Все сварочные материалы должны проходить входной контроль, включающий:**
- проверку наличия сертификатов качества или сертификатов соответствия фирмы(завода-изготовителя);
- проверку сохранности упаковки;
- замер диаметра электродов и проволок и проверку его соответствия данным сертификата;
- проверку внешнего вида покрытия электродов и проволок - прочности (адгезии) покрытия электродов, отсутствия поверхностных дефектов электродных покрытий и проволок, следов ржавчины на поверхности проволок и электродных стержнях, разнотолщинности электродного покрытия;
- проверку сварочно-технологических свойств электродов и порошковых проволок при сварке катушек труб во всех пространственных положениях.
- Сварочные материалы в соответствии с требованиями изготовителей следует хранить в сухих отапливаемых помещениях (температура воздуха - не менее +15 °С) при условиях, предупреждающих их увлажнение (влажность не более 50%) и гарантирующих сохранность и герметичность упаковки.
- **Электроды, порошковые проволоки, проволоки сплошного сечения и флюсы** при условии герметичности упаковки и централизованного складирования в специально оборудованном помещении могут храниться без дополнительной проверки перед использованием в течение одного года. При хранении сварочных материалов более 1 года они должны пройти повторную проверку в соответствии с требованиями ГОСТ.
- Если упаковка негерметична или повреждена, то электроды и проволока должны быть подвергнуты дополнительной проверке их внешнего вида и сварочно-технологических

- свойств и использованы в первую очередь. Дальнейшему длительному хранению такие сварочные материалы не подлежат.
- Если в результате обследования внешнего вида на поверхности проволоки или на электродном стержне обнаружены следы ржавчины и/или в результате проверки сварочно-технологических свойств сварочных материалов установлено, что они не обеспечивают качество выполнения сварных швов, то такие сварочные материалы использованию не подлежат.
  - Сварочные электроды с покрытием основного вида, упакованные в картонные коробки, обтянутые термоусадочной пленкой, должны быть прокалены перед сваркой при температуре 350-380 °С в течение 1,5-2 час с последующим размещением в термостатах (термопечалах). Конкретные режимы прокалки электродов должны соответствовать указаниям на упаковке. Электроды, не размещенные в термопечалах, хранятся в сушильно-прокалочных печах.
  - Электроды, поставляемые в пластиковых печалах, должны быть прокалены в соответствии с правилами
  - Сварочные электроды с основным видом покрытия, упакованные в герметичные металлические банки, не требуют прокалки перед сваркой. Однако, в случае, если электроды из открытой металлической банки не были использованы в течение рабочей смены (~8...10 час.), а также в случае, если герметичность банки была нарушена в процессе транспортировки или хранения, электроды следует прокалить непосредственно перед сваркой при температуре 350-380 С в течение 1,5-2 час.
  - Срок хранения электродов в герметичной металлической упаковке завода-изготовителя составляет- не более 5 лет, а в картонных коробках, обтянутых полиэтиленовой термоусадочной пленкой - не более 2 лет.
  - Прокаленные электроды с основным видом покрытия могут быть использованы в течение 2-х суток без дополнительной прокалки при условии хранения в герметичной емкости в сухом помещении при температуре не ниже +15 °С. Если прокаленные сварочные материалы не использованы в течение 2-х суток, то они подлежат повторной прокалке. Электроды, поставляемые в вакуумной упаковке не подлежат прокалке при их использовании непосредственно после вскрытия упаковки.
  - Допускается повторная прокалка электродов с основным видом покрытия до 5 раз (при общем времени прокалки не более 10 час). При хранении прокаленных электродов в сушильных шкафах с температурой 100-150 С повторная прокалка не требуется.
  - Сварочные электроды с целлюлозным видом покрытия поставляются в герметичных металлических банках и не требуют предварительной сушки перед использованием.
  - Как исключение, в случае чрезмерного увлажнения электродов с целлюлозным видом покрытия (прямое попадание влаги и др.) допускается их сушка перед использованием при температуре 80-90 С в течение 10-20 мин.
  - **Проволока сплошного сечения для автоматической сварки** под слоем флюса должна поставляться в мотках прямоугольного сечения с рядной намоткой массой не более 30 кг, размещенных в двойной упаковке "полиэтилен + картонная коробка".
  - **Сварочная проволока** для сварки под флюсом должна выдаваться для использования в количестве, необходимом для односменной работы трубосварочной базы. На поверхности проволоки должна отсутствовать ржавчина, окалина, следы смазки и загрязнений.
  - **Агломерированные флюсы** следует хранить в сухих отапливаемых помещениях в герметичной упаковке завода-изготовителя (мешках из многослойной крафт-бумаги, двойных мешках из полиэтилена и крафт-бумаги, либо в "ведрах").
  - Масса мешка с флюсом не должна превышать 25 кг.

- В случае повреждения упаковки флюса его следует поместить для хранения в герметичную емкость, на которой необходимо указать марку флюса, номер партии и сертификата, фирму-изготовителя.
- Запрещается смешивать флюсы разных марок, партий поставки и заводов-изготовителей.
- Флюс выдается для применения в количестве, необходимом для односменной работы трубосварочной базы.
- Непосредственно перед использованием агломерированные флюсы **Pipeliner 860** и OKFlux 10.71 должны быть прокалены (просушены) при температуре 300 °С в течение 2 часов, а флюс Pipeliner MIL800-H - при температуре 160±30 °С в течение 2 часов. При сушке-прокалке флюса Pipeliner MIL800-H запрещается превышать нормируемые значения температуры. Высота слоя флюса при прокалке - не более 6 см. Количество прокалок и общая длительность прокалки флюсов не ограничены. При хранении прокаленных флюсов в закрытой герметичной таре срок их хранения не ограничен.
- **Омедненная проволока сплошного сечения для механизированной сварки в среде углекислого газа** методом STT поставляется в кассетах с рядной намоткой массой 4,5-15 кг. Кассеты упаковываются в полиэтиленовый пакет, который помещается в картонную коробку.
- **Самозащитная порошковая проволока** типа Иннершилд поставляется на кассетах с рядной намоткой массой 6,35 кг.
- В упаковке из толстого полиэтиленового мешка размещается 4 кассеты. Полиэтиленовый мешок с кассетами помещается в герметичные пластиковые контейнеры (ведра). Внутри ведра размещаются пакеты с влагопоглощающим компонентом. Общая масса упаковки - 25,4кг.
- Проволока не требует предварительной сушки-прокалки перед использованием. После вскрытия упаковки она должна быть использована в течение 24 час, в случае хранения на открытом воздухе, исключая попадание влаги.
- В ином случае проволока должна храниться в помещении при температуре +15 °С и выше либо быть прокалена в электропечи при температуре не более 300 °С в течение 15-30 мин. В случае прокалки проволоки в электропечи она должна быть израсходована в возможно короткий срок.
- **Омедненная проволока для автоматической сварки в среде защитных газов** головками П-200 (П-260) и П-600 поставляется в катушках с рядной намоткой, специально разработанных для установки на сварочных головках фирмы CRC-Evans AW.
- Для установки на сварочных головках, осуществляющих сварку изнутри трубы, проволока поставляется в катушках массой 1,47 кг, для сварки головками П-200 (П-260) снаружи трубы в катушках массой 2,71 кг. Каждая катушка проволоки упаковывается в полиэтиленовые пакеты с последующей упаковкой в герметичные металлические банки по пять катушек для наружных головок и по шесть катушек для внутренних головок. Внутри каждой упаковки находится пакет с влагопоглощающим компонентом.
- Для установки на сварочных головках П-600 проволока поставляется в катушках массой 13 кг.
- **Порошковая проволока для сварки в среде защитных газов** головками М300 (М300-С) должна поставляться на пластмассовых кассетах массой 4,5-5 кг со специальной рядной намоткой. Каждая катушка должна быть упакована в полиэтиленовый пакет и, затем, в картонные коробки. Проволока не требует предварительной сушки-прокалки перед использованием.
- **Омедненная проволока сплошного сечения для сварки** на оборудовании CWS.02 EM должна поставляться с рядной намоткой на катушках специальной конструкции, адаптированной к сварочным головкам CWS.02 EM. Масса катушки с проволокой - 2,5 кг.

Катушки должны быть упакованы в полиэтиленовые пакеты и уложены в картонные коробки.

- Омедненная проволока сплошного сечения для сварки на оборудовании фирмы "Serimer Dasa" должна поставляться с рядной намоткой на катушках специальной конструкции, адаптированной к сварочным головкам "Saturnax". Масса катушки с проволокой - 12,5 кг. Катушки должны быть упакованы в полиэтиленовые пакеты и уложены в картонные коробки.
- **Защитные газы** следует хранить в емкостях, в которых их поставляют. Емкости следует хранить в соответствии с правилами по соблюдению техники безопасности по хранению газов и требованиями поставщика. Запрещается смешивать газы в баллонах и емкостях, в которых они поставляются.

## **Практическая часть**

### **Цель выполнения практической работы для студента:**

1. изучите требования для хранения материалов для газовой сварки,
2. изучите требования для хранения материалов для электродуговой сварки,
3. выполните задание практической работы,
4. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### **Задания для практической работы**

1. Необходимо дать характеристику помещению (влажность, температура, наличие вентиляции и отопления) для хранения сварочной порошковой проволокой. Указать, какое дополнительное оборудование требуется для хранения материала. Перечислить основные требования к хранению материала.
2. Необходимо дать характеристику помещению (влажность, температура, наличие вентиляции и отопления) для хранения карбида кальция в бочках. Указать, какое дополнительное оборудование требуется для хранения материала. Перечислить основные требования к хранению материала.
3. Необходимо дать характеристику помещению (влажность, температура, наличие вентиляции и отопления) для хранения электродов с основным покрытием. Указать, какое дополнительное оборудование требуется для хранения материала. Перечислить основные требования к хранению материала.

### **Вопросы для защиты практической работы**

1. Перечислите требования к хранению и складированию материалов для газовой сварки и резки металлов.
2. Перечислите требования к хранению сварочных материалов для электродуговой сварки

## Практическая работа 6

### Составление схем размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах

**Цель работы:** «Научиться размещать сварочное оборудование на магистральных трубопроводах».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно выбирать варианты размещения оборудования для подготовки магистрального трубопровода к сварке,
- самостоятельно выбирать варианты размещения оборудования для проведения сварочных работ на магистральном трубопроводе

**студент должен обладать навыками:**

- выбора способов размещения сварочного оборудования на магистральном трубопроводе

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Рисунок 6.1 - Схема размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах	На всех присутствующих По два рисунка

### Теоретическая часть

**Магистральный трубопровод** – это совокупность производственных объектов, относящихся к работе **магистрального трубопроводного** транспорта, и местных распределительных **трубопроводов**, предназначенная для транспортировки жидких и газообразных продуктов от мест приемки от производителя до мест хранения или сдачи потребителям или же перевалки на другой вид транспорта.

**Состав оборудования для проведения сварочных работ на магистральном трубопроводе**

- комплекс двухсторонней автоматической сварки "CRC-Evans AW" состоит из следующих основных единиц оборудования:
  1. станков для обработки кромок труб под специальную разделку;
  2. установки индукционного нагрева (или кольцевого пропанового подогревателя) для предварительного подогрева концов труб;
  3. установки внутренней сварки, представляющей собой самоходный внутренний пневматический центратор с многоголовочным сварочным автоматом встроенным между рядами зажимов для сварки изнутри трубы;
  4. агрегата энергообеспечения установки внутренней сварки с компрессором для пневматического центратора;
  5. автоматов (сварочных головок) наружной сварки - однодуговых моделей П-200 или П-260 или двухдуговых модели П-600 с направляющими поясами;
  6. агрегатов энергообеспечения постов наружной сварки с защитными палатками и устройствами сопутствующего подогрева стыков;
  7. передвижной мастерской для наладки и ремонта оборудования и хранения запасных частей;
  8. вспомогательного оборудования.

**Технологический процесс сварки неповоротных стыков труб с применением оборудования включает следующие основные операции:**

- раскладку труб на бровке траншеи;

- подготовку на торцах труб специальной разделки кромок кромкострогальными станками и зачистку участков поверхности труб, прилегающих к торцам;
- установку на торце каждой трубы направляющих поясов для сварочных автоматов;
- предварительный подогрев концов труб;
- сборку стыка;
- автоматическую сварку стыка.

### **Раскладка труб**

Трубы или трубные секции укладывают на бровке траншеи на инвентарных лежах под углом к оси траншеи таким образом, чтобы к торцам труб был свободный доступ. Расстояние от грунта до нижней образующей трубы должно быть не менее 450 мм. В процессе раскладки необходимо провести осмотр труб на соответствие требованиям раздела 3.

### **Подготовка и обработка торцов труб**

Обработку торцов труб следует производить специальными кромкострогальными станками, входящими в состав комплекса оборудования. Схема и геометрические параметры разделки кромок приведены.

Сборку стыка следует производить на специальном внутреннем пневматическом центраторе, входящем в состав комплекса оборудования. Центратор устанавливают таким образом, чтобы медная технологическая подкладка находилась в плоскости стыка.

Перед началом работ следует произвести просушку медного подкладного кольца с помощью газовой горелки путем нагрева его секторов до температуры 20-50 °С. Схема размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах представлена на рисунке 6.1

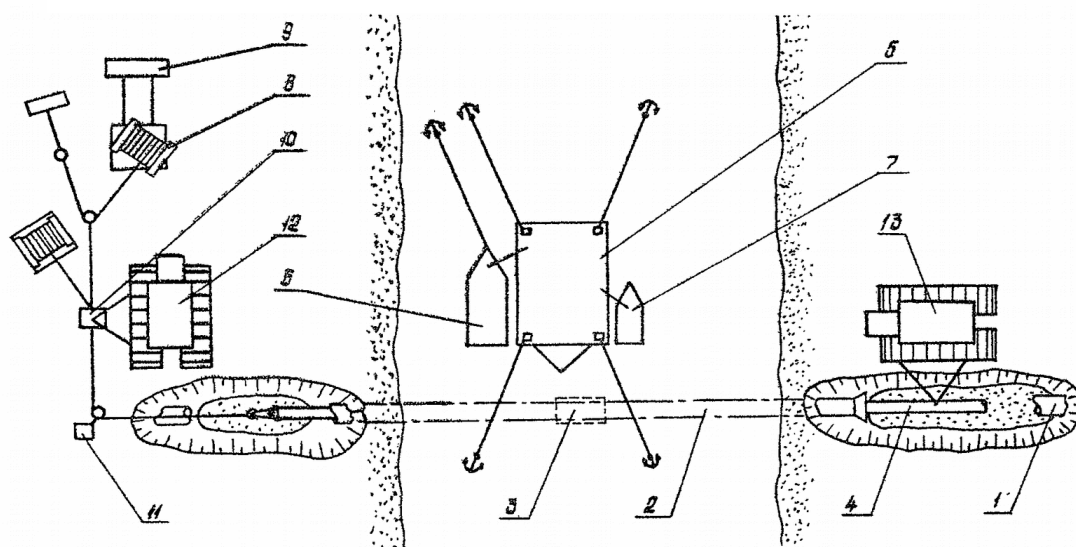


Рисунок 6.1 - Схема размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах

1 -основной магистральный трубопровод; 2 - дефектный участок; 3 - хомут вокруг места утечки; 4 - протаскиваемый трубопровод меньшего диаметра; 5 -площадка под комплекс двухсторонней автоматической сварки "CRC-Evans AW"; 6,7 - места для складирования отходов сварочного производства, 8 - лебедка для опускания в траншею сварочного оборудования и материалов; 9 - место для прокаливания сварочных материалов; 10,11 - подвижная и неподвижная опоры; 12 - кран трубоукладчик; 13 - кран трубоукладчик поддерживающий протаскиваемый трубопровод

## **Практическая часть**

### **Цель выполнения практической работы для студента:**

1. изучите состав оборудования для проведения сварочных работ на магистральном трубопроводе,
2. изучите технологический процесс сварки неповоротных стыков труб,
3. выполните задание практической работы,
4. ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### ***Задания для практической работы***

1. На схеме размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах, разместите : баллоны с кислородом и пропаном; место для газовой нарезки труб; место для складирования обрезков труб.
2. На схеме размещения сварочного оборудования на магистральных трубопроводах, разместите : баллоны с аргоном; место для заточки вольфрамовых электродов; место для прокаливания сварочной проволоки.

### ***Вопросы для защиты практической работы***

1. Дайте определение магистральному трубопроводу.
2. Перечислите состав оборудования для проведения сварочных работ на магистральном трубопроводе
3. Перечислите основные этапы технологического процесса сварки неповоротных стыков труб



## Практическая работа 7

### Определение по диаграмме кристаллизации участков шва, склонных к горячим трещинам

**Цель работы:** «Научиться по диаграмме кристаллизации определять участки шва, склонных к образованию горячих трещин».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно определять визуально участки сварного шва,
- самостоятельно выявлять участки шва склонные к образованию горячих трещин
- самостоятельно выбирать предварительные режимы термообработки участков шва,

**студент должен обладать навыками:**

- выявлять участки шва, склонные к образованию горячих трещин, используя диаграмму кристаллизации.

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Связь участков сварного шва и диаграммы состояния железо - углерод	10 шт.

### Теоретическая часть

**Кристаллизация** - это процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое при этом формируется то или иное строение – структура, образуется кристаллическая решетка.

Процесс перехода металла из жидкого состояния в кристаллическое можно изобразить кривыми в координатах время – температура (рисунок 7.1)

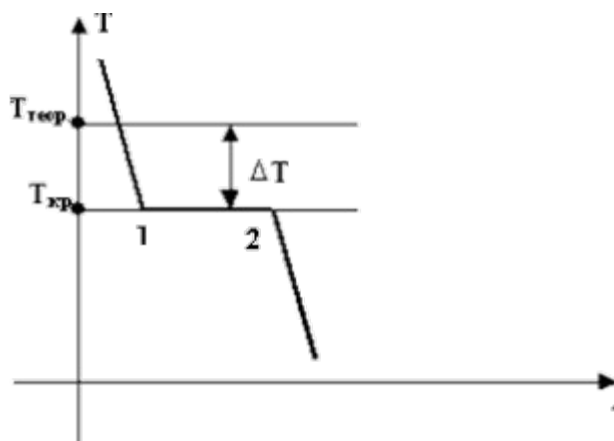


Рисунок 7.1 - Процесс кристаллизации чистого металла

- До точки 1 охлаждается металл в жидком состоянии, процесс сопровождается плавным понижением температуры.
- На участке 1 – 2 идет процесс кристаллизации, сопровождающийся выделением тепла, которое называется скрытой теплотой кристаллизации. Оно компенсирует рассеивание теплоты в пространство, и поэтому температура остается постоянной.

- После окончания кристаллизации в точке 2 температура снова начинает снижаться, металл охлаждается в твердом состоянии.

Процесс кристаллизации проходит в два этапа:

- образование зародышей
- их рост

Центры кристаллизации образуются в исходной фазе независимо друг от друга в случайных местах. Сначала кристаллы имеют правильную форму, но по мере столкновения и срастания с другими кристаллами форма нарушается. Рост продолжается в направлениях, где есть свободный доступ питающей среды. После окончания кристаллизации имеем поликристаллическое тело.

Кристаллизация сплавов подчиняется тем же закономерностям, что и кристаллизация чистых металлов. Необходимым условием является стремление системы в состояние с минимумом свободной энергии.

Основным отличием является большая роль диффузионных процессов, между жидкостью и кристаллизующейся фазой. Эти процессы необходимы для перераспределения разнородных атомов, равномерно распределенных в жидкой фазе.

В сплавах в твердых состояниях, имеют место процессы перекристаллизации, обусловленные полиморфными превращениями компонентов сплава, распадом твердых растворов, выделением из твердых растворов вторичных фаз, когда растворимость компонентов в твердом состоянии меняется с изменением температуры. Эти превращения называют фазовыми превращениями в твердом состоянии.

Обычно центры кристаллизации возникают по границам зерен старой фазы, где решетка имеет наиболее дефектное строение, и где имеются примеси, которые могут стать центрами новых кристаллов.

Процессы кристаллизации сплавов изучаются по диаграммам состояния.

**Диаграммами состояния** называется графическое изображение того или иного сплава в зависимости от его концентрации и температуры. Диаграммы состояния называются ещё и диаграммами равновесия (построены в условия термодинамического равновесия - медленное охлаждение из жидкого состояния), т.к. показывают равновесное, устойчивое состояние сплава.

Диаграмма состояния представляет собой графическое изображение состояния сплава. Если изменяется состав сплава, его температура, давление, и состояние сплава также изменяется, то это находит графическое отображение в диаграмме состояния.

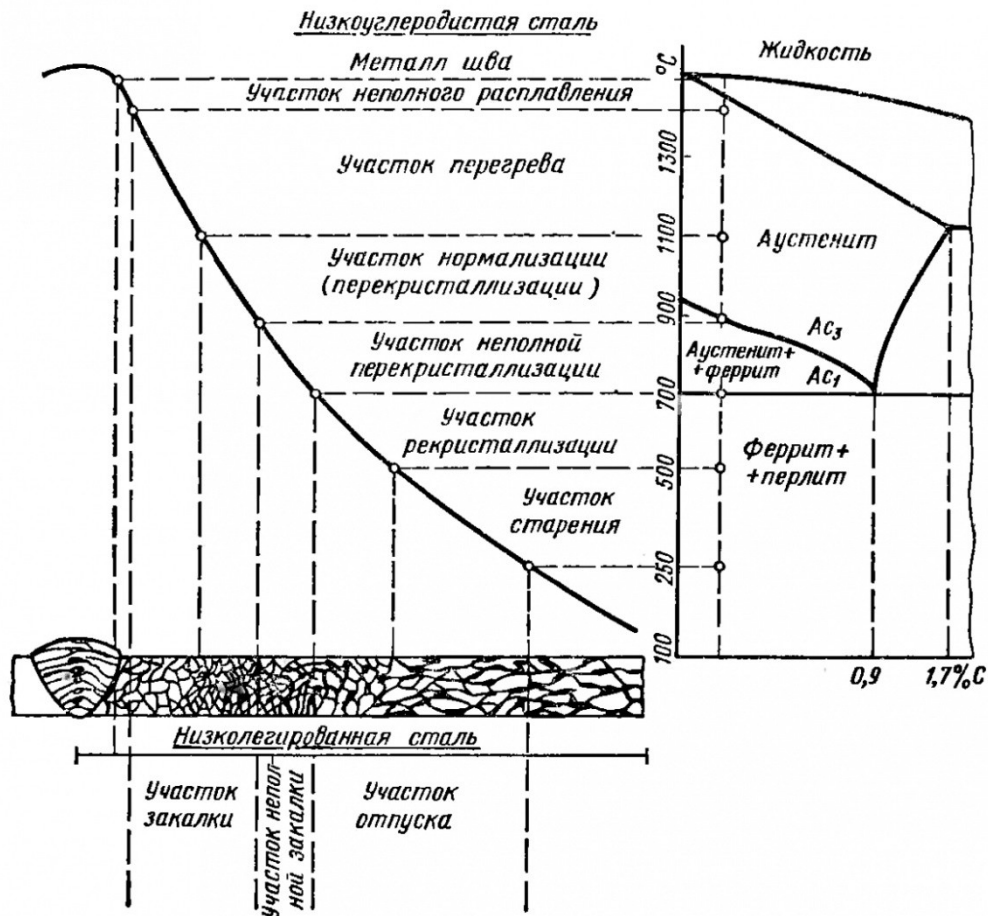


Рисунок 7.2 – Связь участков сварного шва и диаграммы состояния железо - углерод

Как видно из рисунка 7.2 наиболее подвержены изменению кристаллической решетки зона термического влияния шва (участок неполного расплавления металла +участок перегрева + участок нормализации + участок неполной перекристаллизации + участок перекристаллизации). На диаграмме состояния железо - углерод им соответствуют температурные интервалы. Именно в этих температурных интервалах будет проводиться термическая обработка.

Термическая обработка состоит в том, чтобы нагревом до определенной температуры и последующим охлаждением вызвать желаемое изменение структуры металла и избежать горячих трещин.

Термическая обработка может быть сложной, состоящей из многочисленных нагревов, прерывистого или ступенчатого нагрева (охлаждения), охлаждения в область отрицательных температур и т. д.

### **Классификация видов термической обработки**

Все виды термической обработки можно разделить на четыре основные группы.

**Первая группа.** Предшествующая обработка может привести металл в неустойчивое состояние. Неустойчивое состояние при комнатной температуре сохраняется долго, так как теплового движения атомов при комнатной температуре недостаточно для перехода в устойчивое состояние.

Нагрев (увеличение тепловой подвижности атомов) приводит к тому, что процессы, приводящие металл в устойчивое состояние (снятие напряжений, уменьшение искажений кристаллической решетки, рекристаллизация, диффузия), достигают заметных скоростей.

**Отжиг (первого рода)** - термическая операция, состоящая в нагреве металла, имеющего неустойчивое состояние в результате предшествовавшей обработки, и приводящая металл в более устойчивое состояние.

**Вторая группа.** Если в сплавах при нагреве происходит фазовое превращение (аллотропическое превращение, растворение второй фазы и т. д.), то нагрев выше некоторой критической температуры вызывает изменение в строении сплава. При последующем охлаждении произойдет обратное превращение. Если охлаждение достаточно медленное, то превращение будет полное и фазовый состав соответствует равновесному состоянию.

Особенность этой обработки — нагрев выше температур фазового превращения и охлаждение с малой скоростью, приводит сплав к структурному равновесию.

**Отжиг (второго рода)** - термическая операция, состоящая из нагрева выше температуры превращения с последующим достаточно медленным охлаждением для получения структурно устойчивого состояния сплава.

**Третья группа.** Если в сплаве при нагреве происходят фазовые изменения, то полнота обратного (при охлаждении) превращения зависит от скорости охлаждения. В результате быстрого охлаждения зафиксировано состояние сплава, характерное для высоких температур.

**Закалка** — термическая операция, состоящая в нагреве выше температуры превращения с последующим достаточно быстрым охлаждением для получения структурно неустойчивого состояния сплава.

**Четвертая группа.** Состояние закаленного сплава характеризуется неустойчивостью. Даже без всякого температурного воздействия в сплаве могут происходить процессы, приближающие его к равновесному состоянию. Нагрев сплава, увеличивающий подвижность атомов, способствует этим превращениям. При повышении температуры закаленный сплав все больше приближается к равновесному состоянию.

**Отпуск** — термическая операция, состоящая в нагреве закаленного сплава ниже температуры превращения для получения более устойчивого структурного состояния сплава.

Диаграмма состояния показывает, каким видам термической обработки, может быть подвергнут сплав, и в каких температурных интервалах следует производить обработку.

Очевидно, что основой для изучения термической обработки стали является диаграмма железо - углерод. Поскольку рассматриваем термическую обработку стали, то нам интересна только область на диаграмме железо - углерод с концентрацией углерода до 1,7 %С.

**Отжиг** - фазовая перекристаллизация, заключающаяся в нагреве выше  $A_{c3}$  с последующим медленным охлаждением. При нагреве выше  $A_{c1}$ , но ниже  $A_{c3}$  полная перекристаллизация не произойдет; такая термическая обработка называется неполным отжигом. При отжиге состояние стали приближается к структурно-равновесному; структура стали после отжига: перлит+феррит, перлит или перлит + цементит.

Если после нагрева выше  $A_{c3}$  провести охлаждение на воздухе, то такая термическая операция будет называться нормализацией.

**Закалка** - нагрев выше критической точки  $A_{c3}$  с последующим быстрым охлаждением. При медленном охлаждении, аустенит распадается на феррит+цементит при  $A_{r1}$ . С увеличением скорости охлаждения превращение происходит при более низких температурах. Феррито-цементитная смесь по мере снижения  $A_{r1}$ , становится все более мелкодисперсной и твердой. Если же скорость охлаждения была так велика и переохлаждение было так значительно, что выделение цементита и феррита не произошло, то и распада твердого раствора не происходит, и

аустенит превращается в мартенсит (пересыщенный твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе). Неполная закалка - термическая операция, при которой нагрев проводят до температуры, лежащей выше  $A_{c1}$ , но ниже  $A_{c3}$ , и в структуре стали сохраняется доэвтектоидный феррит (заэвтектоидный цементит).

**Отпуск** - нагрев закаленной стали ниже  $A_{c1}$ .

**Рассмотрим пример по определению участков стали, склонные к образованию горячих трещин и температуры для различные видов термообработки.**

Исходные данные: Сталь - Ст 5.

Расшифруем условное обозначение низкоуглеродистой, конструкционной стали обычного качества - Углерод - 0,05%, остальное - железо.

Возможное место образования горячих трещин - шов и зона термического влияния (около шовная зона)

По диаграмме железо - углерод, на оси содержание углерод определяем значение 0,05 % и проводим вертикальную линию, которая пересекает линии  $A_{c1}$ ,  $A_{c3}$ . Точки пересечения с этими линиями проецируем на ось температур.

Отсюда следуют предварительные температуры:

- для отжига (выше линии  $A_{c3}$ ) - выше +900 °С, с последующим медленным охлаждением
- для закалки (точка пересечения на линии  $A_{c3}$ ) +910°С, с последующим быстрым охлаждением
- для отпуска после закалки (ниже линии  $A_{c1}$ .) - ниже + 700°С.

## **Практическая часть**

**Цель выполнения практической работы для студента:**

1. Изучите кристаллизационные изменения в зоне термического влияния шва (около шовной зоне),
2. Изучите связь с зонами термического влияния шва и диаграммой состояния железо - углерод,
3. Изучите последовательность определения предварительных температур термообработки,
4. Изучите процессы, проходящие в процессе отжига, закалки, отпуска.
5. Выполните задание практической работы,
6. Ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

**Задания для практической работы**

1. Определите по диаграмме состояния железо - углерод предварительные температуры термообработки, снижающие образование горячих трещин для стали СТ 20.
2. Определите по диаграмме состояния железо - углерод предварительные температуры термообработки, снижающие образование горячих трещин для стали СТ 40.
3. Определите по диаграмме состояния железо - углерод предварительные температуры термообработки, снижающие образование горячих трещин для стали СТ 10.
4. Определите по диаграмме состояния железо - углерод предварительные температуры термообработки, снижающие образование горячих трещин для стали СТ 3

**Вопросы для защиты практической работы**

1. Какие участки кристаллизации существуют в зоне термического влияния шва (около шовная зона)?

2. Как соотносятся участки термического влияния шва с соответствующими участками диаграммы состояния железо - углерод?
3. Охарактеризуйте основные способы термообработки.
4. Какие характеристики стали можно получить после проведения термообработки?
5. Назовите последовательность определения режимов термообработки, зная содержание углерода в стали.

## Практическая работа 8

### Определение склонности сталей к образованию горячих трещин в зависимости от химического состава

**Цель работы:** «Научиться определять склонность сталей, к образованию горячих трещин исходя из химического состава».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно, по условному обозначению сталей, определять химический состав,
- самостоятельно рассчитывать показатели, которые обуславливают образование горячих трещин.

**студент должен обладать навыками:**

- определять трещиностойкость сталей зная их химический состав.

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Виды горячих трещин	10 шт
2 Схема процесса образования горячих трещин в сварных швах	10 шт
3 Условное обозначение легирующих сталей	10 шт
4 Задания для расчета практической работы	10 шт

### Теоретическая часть

**Горячие трещины при сварке** - это хрупкие межкристаллитные разрушения металла сварного шва и зоне термического влияния, возникающие в твердожидком состоянии при завершении кристаллизации, а также в твердом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзерновой деформации (рисунок 1). Потенциальную склонность к горячим трещинам имеют все конструкционные сплавы при любых видах сварки плавлением, а также при некоторых видах сварки давлением, сопровождающихся нагревом металла до определенных температур.

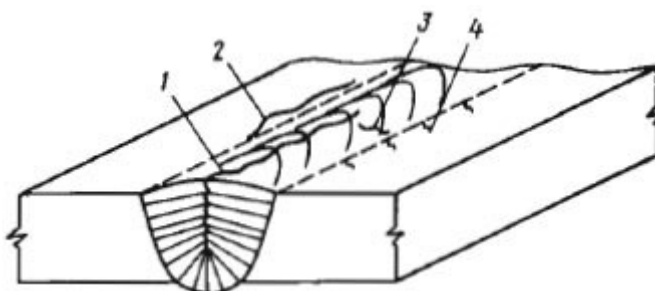


Рисунок 8.1 - Виды горячих трещин:

- 1, 2 – трещины продольные в шве и околошовной зоне;
- 3, 4 - трещины поперечные в шве и околошовной зоне.

Согласно теоретическим представлениям, горячие трещины образуются при критическом сочетании значений следующих факторов (рисунок 8):

- температурного интервала хрупкости в период кристаллизации металла шва;

- минимальной пластичности в температурном интервале хрупкости  $\delta_{min}$ ;
- темпа высокотемпературной сварочной деформации  $\alpha$ .

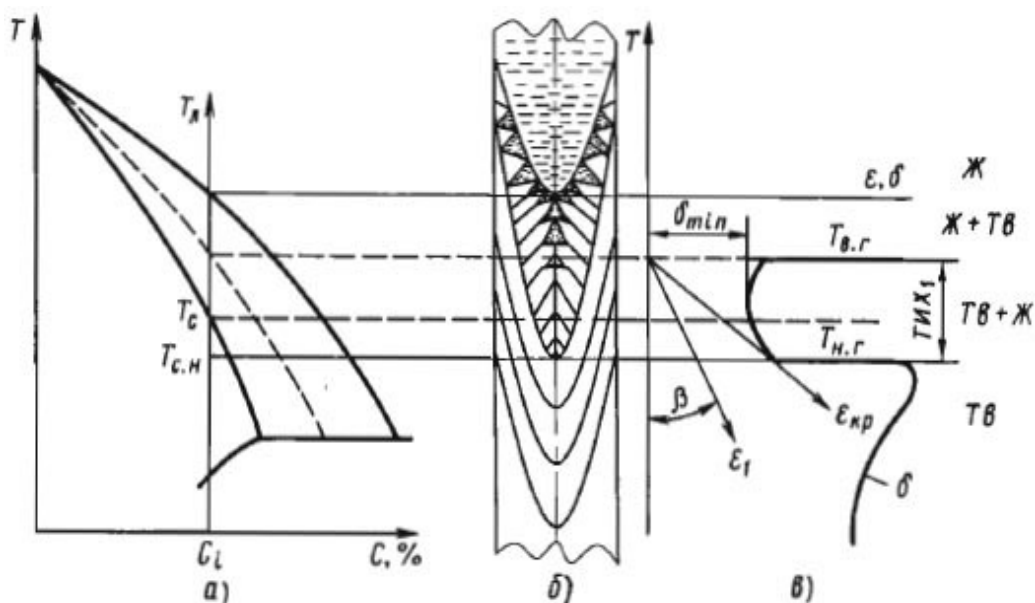


Рисунок 8.2 - Схема процесса образования горячих трещин в сварных швах:

а - диаграмма состояния сплава;

( $C_i$  - состав сплава;  $T_L$ ,  $T_C$  и  $T_{C.N.}$  - температуры соответственно ликвидуса, равновесного и неравновесного солидусов)

б - процесс кристаллизации сварного шва;

в - распределение пластичности  $\delta$ ; интенсивность сварочных деформаций  $\epsilon$ .

Сплавы в процессе кристаллизации имеют интервал температур, названный температурным интервалом хрупкости, в котором значения прочности и пластичности весьма малы, а разрушение носит хрупкий характер и происходит по зонам срастания кристаллитов или по границам зерен.

Из схемы рисунка 8.2 следует, что при температурах, прилегающих к ликвидусу, -  $T_L$  значение  $\delta$  велико и определяется высокой способностью металла в жидко-твердом состоянии к релаксации сдвиговых напряжений.

В начальный период кристаллизации появление твердой фазы не снижает деформационную способность сплава, так как металл деформируется за счет относительного перемещения участков твердой фазы и циркуляции жидкой фазы между ними. По мере дальнейшего охлаждения сплавов непрерывно снижается объем жидкой фазы и металл переходит в твердожидкое состояние, что приводит к соприкосновению кристаллитов при деформировании. Это ограничивает циркуляцию жидкой фазы и резко снижает деформационную способность сплава - до минимума ( $\delta_{min}$ ). Температура, соответствующая этому состоянию, называется верхней границей температурного интервала хрупкости -  $T_{v.g.}$ . При деформации такого металла кристаллиты воспринимают в местах контакта напряжения, что способствует появлению определенного уровня сопротивления деформированию. Нижняя граница -  $T_{n.g.}$  соответствует неравновесному солидусу  $T_{C.N.}$ . Ниже  $T_{n.g.}$  деформационная способность резко возрастает и достигает максимума, так как в деформации участвует весь объем полностью затвердевшего металла.



**Расчетные методы оценки склонности сталей к образованию горячих трещин.** Для оценки сопротивляемости металла сварных соединений горячих трещин применяют расчетный и экспериментальный методы .

Одно из параметрических уравнений (по Итамуре) применительно к низколегированным сварным швам имеет вид

$$HCS = \frac{C(S + P + Si/25 + Ni/100)1000}{3 Mn + Cr + Mo + V}$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к кристаллизационным горячим трещинам, %; C , S и др. - химич. элементы , %.

Если HCS > 4, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам. Это означает, что в условиях высокого темпа сварочной деформации в температурном интервале хрупкости, который зависит от типа и жесткости сварного соединения, способа и режима сварки, возможно образование горячих трещин.

Европейский стандарт EN 1011-2 : 2001 «Рекомендации по сварке металлических материалов. Дуговая сварка ферритных сталей (углеродистых и низколегированных) сталей» рекомендует оценивать опасность образования горячих трещин в сварных швах по соотношению :

$$UCS = 230 C + 190 S + 75 P + 45 Nb - 12,3 Si - 5,4 Mn - 1$$

где UCS - единицы склонности к горячим трещинам; C , S и др. - химические элементы, %.

Если значения UCS < 30 соответствуют высокой сопротивляемости образованию горячим трещинам, UCS > 30 низкой сопротивляемости горячим трещинам.

**Рассмотрим пример по определению склонности сталей к образованию горячих трещин.**

Исходные данные: Сталь 08Г15Н10Х5.

Расшифруем условное обозначение стали, используя таблицу 1

Таблица 8.1 – Условное обозначение легирующих сталей

Обозначения элементов		Наименование элемента	Обозначения элементов		Наименование элемента
в марке стали	в таблице Менделеева		в марке стали	в таблице Менделеева	
Д	Cu	Медь	Р	В	Бор
Б	Nb	Ниобий	С	Si	Кремний
В	W	Вольфрам	Т	Ti	Титан
Г	Mn	Марганец	Ф	V	Ванадий
Е	SE	Селен	Х	Cr	Хром
К	Co	Кобальт	Ц	Zr	Цирконий
М	Mo	Молибден	Ю	Al	Алюминий
Н	Ni	Никель			

- Углерод - 0,08 %,
- Марганец - 15 %,
- Никель - 10 %,
- Хром - 5 %

Находим показатели HCS и UCS

$$1. \text{ HCS} = (C \times (S + P + Si / 25 + Ni / 100) \times 1000) / (3Mn + Cr + Mo + V)$$

$$\text{HCS} = (0,08 \times (0 + 0 + 0 + 10 / 100) \times 1000) / (3 \times 15 + 5 + 0 + 0) = 0,16$$

Если HCS = 0,16 < 4, то сварные швы потенциально не склонны к горячим трещинам

$$2. \text{ UCS} = 230 C + 190 S + 75 P + 45 Nb - 12,3 Si - 5,4 Mn - 1$$

$$\text{UCS} = 230 \times 0,08 + 0 + 0 + 0 - 0 - 5,4 \times 0,15 - 1 = 18,4 - 0,81 - 1 = 16,59$$

Если значения UCS = 16,59 < 30, что соответствует высокой сопротивляемости образованию горячим трещинам

Вывод: данная сталь 08Г15Н10Х5 при сварке горячих трещин в шве и околошовной области не образует

## Практическая часть

**Цель выполнения практической работы для студента:**

1. Изучите последовательность расчета показателей (HCS, UCS) для определения склонности сталей к образованию горячих трещин,
2. Изучите схему процесса по образованию горячих трещин,
3. Выполните задание практической работы,
4. Ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

**Задания для практической работы**

1. Определить склонность стали 08 Г2С к образованию горячих трещин в шве и околошовной зоне.
2. Определить склонность стали 10 Г12С6Х9М5 к образованию горячих трещин в шве и околошовной зоне.
3. Определить склонность стали 03 Д2Г8С13 к образованию горячих трещин в шве и околошовной зоне.
4. Определить склонность стали 08 Ю5Г9СКН9 к образованию горячих трещин в шве и околошовной зоне.

## Вопросы для защиты практической работы

1. Дайте определение понятию «горячие трещины»?
2. В какой области сварочного шва могут возникать горячие трещины?
3. Каким образом происходит процесс возникновения горячих трещин?
4. Какова последовательность расчета показателя HCS?
5. Какова последовательность расчета показателя UCS?
6. Какой показатель на ваш взгляд отражает более точно склонность сталей к образованию горячих трещин, обоснуйте ответ?

## Практическая работа 9

### Определение склонности сталей к образованию холодных трещин в зависимости от химического состава

**Цель работы:** «Научиться определять склонность сталей, к образованию холодных трещин исходя из химического состава».

**Приобретаемые умения и навыки:**

**студент должен уметь:**

- самостоятельно, по условному обозначений сталей, определять их химический состав,
- самостоятельно рассчитывать показатели, которые обуславливают образование холодных трещин.

**студент должен обладать навыками:**

- определять трещиностойкость сталей зная их химический состав .

**Учебно-методическое оснащение рабочего места:**

Наименование раздаточного материала	Количество
1 Виды холодных трещин	10 шт
2 Межкристаллический характер разрушения на участке очага холодных трещин (А) и смешанный на участке ее развития В	10 шт
3 Задания для расчета практической работы	10 шт

### Теоретическая часть

**Холодные трещины** - локальные хрупкие разрушения материала сварного соединения, возникающие под действием остаточных сварочных напряжений. Размеры холодных трещин соизмеримы с размерами зон сварного соединения. Локальность разрушения объясняется частичным снятием напряжений при образовании трещин и ограниченностью зон сварного соединения, в которых возможно развитие трещин без дополнительного притока энергии от внешних нагрузок.

Для большинства случаев возникновения холодных трещин характерны:

- наличие инкубационного периода до образования очага трещин;
- образование трещин при значениях напряжений, составляющих  $< 0,9$  кратковременной прочности материалов в состоянии после сварки .

Эти особенности позволяют отнести холодные трещины к замедленному разрушению свежезакаленного материала.

К образованию холодных трещин при сварке склонны углеродистые и легированные стали, некоторые титановые сплавы и алюминиевые сплавы.

При сварке углеродистых и легированных сталей холодные трещины могут образоваться, если стали претерпевают частичную или полную закалку. Трещины возникают в процессе охлаждения после сварки ниже температуры  $150^{\circ}\text{C}$  или в течение последующих нескольких суток.

Холодные трещины могут образовываться во всех зонах сварного соединения и иметь параллельное или перпендикулярное расположение по отношению к оси шва. Место образования и направление трещин зависят от состава основного металла и шва, соотношения компонент сварочных напряжений и некоторых других обстоятельств.

В практике холодные трещины в соответствии с геометрическими признаками и характером излома получили определенные названия: «откол» - продольные в ЗТВ, «отрыв» - продольные в зоне сплавления со стороны шва (аустенитного), «частокол» - поперечные в зоне термического влияния (рисунок 9.1). Наиболее частыми являются холодные трещины вида «откол».

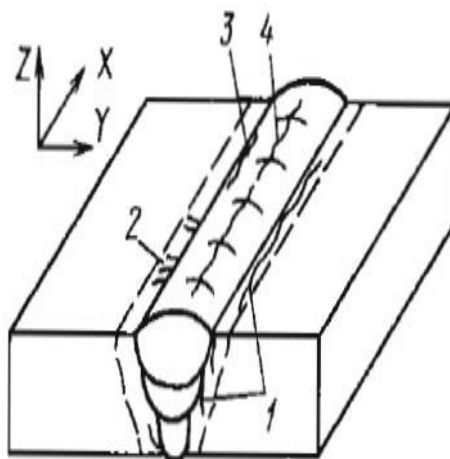


Рисунок 9.1- Вид холодных трещин в сварных соединениях легированных сталей:  
1 - откол; 2 - частокол; 3 - отрыв; 4 - продольные трещины в шве.

Образование холодных трещин начинается с возникновения очага разрушения, обычно на границах аустенитных зерен в околошовном участке зоны термического влияния, примыкающие к линии сплавления (рисунок 9.2). Протяженность очагов трещин составляет несколько диаметров аустенитных зерен. При этом разрушение не сопровождается заметной пластической деформацией и наблюдается как практически хрупкое. Это позволяет отнести холодные трещины к межкристаллитному хрупкому разрушению. Дальнейшее развитие очага в микро- и макротрещину может носить смешанный или внутризёренный характер.

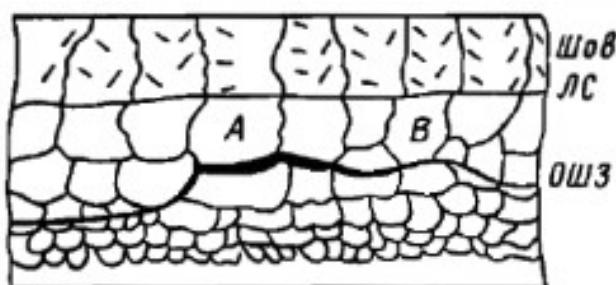


Рисунок 9.2 - Межкристаллический характер разрушения на участке очага холодных трещин (А) и смешанный на участке ее развития В (ОШЗ - около шовная зона, ЛС - линия сцепления)

Основными факторами, обуславливающими образование холодных трещин в сварном соединении углеродистых и легированных сталей, являются:

- структурное состояние металла сварного соединения, характеризующее наличием составляющих мартенситного и перлитного типов ( $S_d$ , %), размером действительного аустенитного зерна ( $d_3$  мкм);
- концентрация диффузионного водорода в зоне зарождения очага трещины ( $H_d$ , см<sup>3</sup>/100г);
- уровень растягивающих сварочных напряжений первого рода  $\sigma_{св}$ , МПа.

Критическое сочетание этих факторов приводит к образованию холодных трещин.

Причины и механизм образования трещин в титановых сплавах менее исследованы, чем для сварки легированных сталей. Установлено, что они имеют характер замедленного разрушения. При этом период до разрушения значительно больший, чем у сталей, и может достигать нескольких десятков суток. Образование трещин связывают с метастабильным состоянием металла шва, а также зоны термического влияния после сварки, что обуславливает их пониженную пластичность.

Склонность технического титана и малолегированных  $\alpha$ -сплавов к холодным трещинам связывают с интенсивным ростом зерна при сварке и насыщением газами ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ) свыше допустимой концентрации. Водород, имеющий пониженную растворимость в  $\alpha$ -фазе (до 0,001 %), способен образовывать хрупкий гидрид титана.

Широко применяют параметрические уравнения, полученные статистической обработкой экспериментальных данных. Они связывают выходные параметры (показатель склонности к трещинам) с входными (химическим составом, режимом сварки и др.) без анализа физических процессов в металлах при сварке, обуславливающих образование трещин. Поэтому их применение ограничено областью, в пределах которой изменялись входные параметры при экспериментах. При этом часто не учитывается все многообразие факторов, влияющих на образование трещин, в том числе и существенно значимых.

В настоящее время применительно к низколегированным сталям используются следующие параметрические уравнения:

**1. Расчет значения эквивалента углерода С<sub>экв</sub>. (согласно ГОСТ 27772-88);**

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/6 + Si/24 + Cr/5 + Ni/40 + Mo/4 + V/14 + Cu/13 + P/2,$$

где C, Mn и др. - символы элементов и их содержание, %.

Стали, у которых  $C_{\text{экв}} \geq 0,35$  %, считаются потенциально склонными к образованию трещин.  $C_{\text{экв}}$  является обобщенным параметром состава стали, характеризующим ее прокаливаемость.

При  $C_{\text{экв}} \geq 0,40$  % при сварке становится возможным образование закалочных структур в металле сварного соединения, что при условии насыщения металла водородом и высоких сварочных напряжений может привести к образованию холодных трещин. Значение  $C_{\text{экв}}$  вне связи с этими условиями не может служить показателем сопротивляемости сварного соединения трещинам.

## 2. Расчет параметра трещинообразования $P_w$ (по Ито - Бессю), %:

$$P_w = C + \text{Si}/30 + (\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Cu})/20 + \text{Ni}/60 + (\text{Mo} + \text{V})/15 + 5 B,$$

где C, Mn и др. - символы элементов и их содержание, %.

Параметр  $P_w$  применим для низколегированных сталей с содержанием углерода 0,07...0,22 %, пределом текучести 500...700 МПа, погонной энергией сварки  $q/V = 15...20$  кДж/см.

Если  $P_w \geq 0,286\%$ , то сварные соединения потенциально склонны к образованию холодных трещин

### **Рассмотрим пример по определению склонности сталей к образованию холодных трещин.**

Исходные данные: Сталь 08Г15Н10Х5.

Расшифруем условное обозначение стали

- Углерод - 0,08 %,
- Марганец - 15 %,
- Никель - 10 %,
- Хром - 5

Находим показатели  $C_{\text{экв}}$  и  $P_w$

1.  $C_{\text{экв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Cr}/5 + \text{Ni}/40 + \text{Mo}/4 + \text{V}/14 + \text{Cu}/13 + P/2,$

$$C_{\text{экв}} = 0,08 + 0,15/6 + 0 + 0,05/5 + 0,1/40 + 0 + 0 + 0 = 0,11$$

$C_{\text{экв}} = 0,11 < 0,35$  %, т.е. сталь потенциально не склонна к образованию холодных трещин

2.  $P_w = C + \text{Si}/30 + (\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Cu})/20 + \text{Ni}/60 + (\text{Mo} + \text{V})/15 + 5 B$

$$P_w = 0,08 + 0 + (0,15 + 0,05)/20 + 0,1/60 + 0 + 0 = 0,08 + 0,01 + 0,001 = 0,1$$

$P_w = 0,1 < 0,286\%$ , то данная сталь потенциально не склонна к образованию холодных трещин

Вывод: данная сталь 08Г15Н10Х5 при сварке холодных трещин в шве и околошовной области не образует.

## **Практическая часть**

### **Цель выполнения практической работы для студента:**

2. Изучите причины образования холодных трещин в сталях,
3. Изучите параметрические уравнения для определения склонности сталей к образованию холодных трещин,
4. Выполните задание практической работы,
5. Ответьте на вопросы самоконтроля в письменном виде.

### **Задания для практической работы**

5. Определить склонность стали 08 Г2С к образованию холодных трещин в шве и околошовной зоне.

6. Определить склонность стали 10 Г12С6Х9М5 к образованию холодных трещин в шве и околошовной зоне.
7. Определить склонность стали 03 Д2Г8С13 к образованию холодных трещин в шве и околошовной зоне.
8. Определить склонность стали 08 Ю5Г9СКН9 к образованию холодных трещин в шве и околошовной зоне.

### **Вопросы для защиты практической работы**

1. Дайте определение понятию «холодные трещины»?
2. В какой области сварочного шва могут возникать холодные трещины?
3. Каким образом происходит процесс возникновения холодных трещин?
4. Какова последовательность расчета показателя Сэкв?
5. Какова последовательность расчета показателя  $P_w$ ?
6. Какой показатель на ваш взгляд отражает более точно склонность сталей к образованию холодных трещин, обоснуйте ответ?

## **Заключение**

Разработанные методические указания позволяют освоить в полном объеме учебный материал по междисциплинарному курсу МДК.01.01 «Основы технологии сварки и сварочное оборудование» по профессии 15.01.05 «СВАРЩИК (РУЧНОЙ И ЧАСТИЧНО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ (НАПЛАВКИ))» в части практических работ.

Методические указания могут быть использованы для самостоятельного освоения студентами материала.

В методических указаниях представлена информация, отражающая современные требования по выполнению и оформлению практических работ. Методические указания содержат следующий материал:

- теоретическую часть,
- последовательность выполнения практической работы,
- порядок оформления практической работы,
- Таблицы с данными из ГОСТов, РД.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических работ обобщены, систематизированы, углублены и конкретизированы теоретические знания.

Разработанные методические указания для выполнения практических работ носят репродуктивный характер, т.к. студенты пользуются подробными инструкционно-технологическими картами, в которых указаны:

- цель работы,
- необходимые пояснения,
- оборудование,
- порядок выполнения работы,
- контрольные вопросы,
- перечень учебной и специальной литературы, выписки из ГОСТов.

Выполнение практических работ, в соответствии с методическими указаниями, позволят систематизировать приобретенные знания, умения, навыки, осознать социальную значимость выбранной профессии.

## **Информационное обеспечение**

### **Основные источники:**

- 1 Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка. Учебник для нач. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2016.- 320с.
- 2 Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Учебное пособие. - М.: Издательский центр «Академия», 2016. - 224с.

### **Дополнительные источники:**

- 3 Сварка и резка материалов.- учеб. пособие для нач. проф. образ. / под ред. Ю.В. Казакова – М.: Изд. центр «Академия», 2016 – 400с.
- 4 Овчинников В.В. Современные виды сварки: учеб. пособие для нач. проф. образования М. Изд. центр «Академия», 2016 – 208 с.
- 5 Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ : учеб. для нач. проф. образования М. Изд. центр «Академия», 2016 – 272 с.
- 6 Овчинников В.В. Технология газовой сварки и резки металлов: учебник для нач. проф. образования М. Изд. центр «Академия», 2016 – 240 с.
- 7 Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: учеб. пособие для нач. проф. образования М. Изд. центр «Академия», 2016 – 240 с.
- 8 Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: - М.: Издательский центр «Академия», 2016 – 496с.

### **Интернет-ресурсы:**

- 9 <http://www.svarkainfo.ru>



10 <http://www.aws.org/w/a/wj/index.html>

<http://journalseek.net/cgi>

[11 bin//journalseek/journalsearch.cgi?field=category&query=eng.weld](http://journalseek.net/cgi-bin/journalseek/journalsearch.cgi?field=category&query=eng.weld)