

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

«СЕМИЛУКСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Башлыкова О.А.

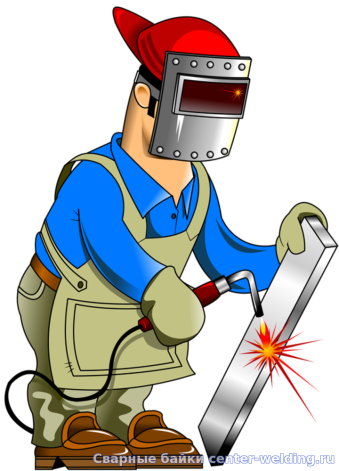
**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ №1**

**к практическим занятиям по профессиональному модулю**

**ПМ.02 РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА, РЕЗКА) ПЛАВЯЩИМСЯ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ**

**МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами**

**профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))**

 Обучающегося \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Семилуки

2020

Рекомендовано методическим советом СПК

Автор - составитель: Башлыкова О.А.- преподаватель

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с рабочей программой по профессиональному модулю ПМ.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом

МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытымиэлектродами и предназначена для студентов очного обучения по профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Рабочая тетрадь рассчитана на аудиторную работу под руководством преподавателя, либо на самостоятельную работу.

© Башлыкова О.А., 2020г.

© Семилукский политехнический колледж

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ** | | |
|  | | Стр. |
| Пояснительная записка | | 3 |
| Требования к подготовке, по выполнению и сдачи практических занятий. | | 4 |
| Меры безопасности при выполнении практических занятий | | 4 |
| Техника безопасности при выполнении сборочных и сварочных работ | |  |
| Критерии оценки практических занятий: | | 4 |
| №1 | Изучение условных обозначений сварных швов и соединений | 5 |
| №2 | Определение геометрических размеров сварных соединений и швов по образцу. | 26 |
| №3 | Маркировка сталей, чугуна и цветных металлов | 28 |
| №4 | Применение цветных металлов | 38 |
| №5 | Определение свариваемости сталей | 41 |
| №6 | Расшифровка условных обозначений сварочной проволоки | 43 |
| № 7 | Изучение "Функции покрытий электродов" | 45 |
| № 8 | Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов | 52 |
| №9 | Выбор режима ручной сварки покрытыми электродами | 58 |
| №10 | Ознакомление с особенностями сварки низкоуглеродистых сталей | 60 |
| №11 | Ознакомление с особенностями сварки низколегированных сталей | 62 |
| №12 | Ознакомление с особенностями сварки высоколегированных сталей | 64 |
| №13 | Составление технологического процесса сварки среднелегированных и высоколегированных сталей | 65 |
| №14 | Изучение особенностей сварки чугуна и цветных металлов | 66 |
| №15 | Ознакомление с особенностями сварки меди и ее сплавов | 69 |
| №16 | Разработка технологии сварки меди | 70 |
| №17 | Изучение способов сварки алюминия и его сплавов | 71 |
| №18 | Составление  технологической карты технологического процесса сварки | 72 |
| №19 | Изучение технологических особенностей горячей сварки чугуна | 77 |
| №20 | Изучение технологических особенностей холодной сварки чугуна | 78 |
| №21 | Общая характеристика процесса наплавки. | 80 |
| №22 | Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки | 84 |
| №23 | Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки | 84 |
| №24 | Выбор технологии, материалов и режима наплавки углеродистых сталей по карточкам | 95 |
| №25 | Изучение особенностей наплавки твердых сплавов и определение твердости наплавленного металла | 104 |
| №26 | Проектирование технологического процесса для наплавки твердыми сплавами | 106 |
| №27 | Заделка трещин в чугунных дета­лях ручной сваркой | 108 |
| №28 | Изучение технологии способов и режимов дуговой резки | 110 |
| №29 | Классификация видов и типов дефектов сварки | 115 |
| №30 | Изучение способов предупреждения и исправления дефектов ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом | 116 |
| №31 | Изучение порядка выполнения визуального и измерительного контроля согласно РД 03-606-03 | 120 |
| №32 | Изучение контроля герметичности сварных соединений. | 121 |
| Список использованных источников | | 122 |

**Пояснительная записка**

Рабочая тетрадь предназначена для:

- активизации самостоятельной работы студентов в процессе освоения теоретического и практического материала при выполнении лабораторных и практических занятий, а также формирования трудовых и специальных умений;

- расширения границ учебного материала за счет большого количества разнообразных заданий, упражнений, тестов, графической и проектной документации, направленных на формирование у студентов системного мышления, развитие их творческих и исследовательских способностей;

- обучения студента рациональному использованию учебного времени, повышению плотности занятия и интенсификации учебного процесса;

- формирования у студентов навыков делать аргументированный отбор полученных идей, планировать свою работу, оценивать и публично представлять результаты собственной учебной и творческой деятельности.

Цель рабочей тетради – обеспечить пооперационное формирование мыслительных процессов, способствовать повышению эффективности обучения студентов и уровня их творческого развития.

Внедрение рабочей тетради в практику учебного процесса должно решать следующие задачи:

- развития мышления у студентов;

- более прочное усвоение теоретических знаний;

- приобретение практических умений и навыков решения не только типовых, но и развивающих, творческих заданий;

- контроль за ходом обучения студентов по профессиональному модулю ПМ.02;

- формирование у студентов умений и навыков с

**Требования к подготовке, по выполнению и сдачи практических занятий.**

      К каждому практическому занятию обучающийся должен приходить подготовленным, т.е. иметь **конспект в виде письменных ответов на контрольные вопросы** по данной теме. Обучающиеся, не имеющие конспектов, к выполнению работы **не допускаются.**

Пропущенные практические занятия (по уважительной или неуважительной причинам)  должны быть отработаны.

**Порядок отработки практических занятий:**

1. Написать конспект (ответить на контрольные вопросы).

2. Получить допуск на отработку у преподавателя.

3. Отработать работу в иное установленное время.

4. Отметить отработку у своего преподавателя.

**Требования к оформлению отчета:**

1. Практические работы оформляются в отдельной тетради, которая в конце семестра предъявляется преподавателю.

2. Графическая часть выполняется аккуратно карандашом.

**Порядок выполнения работы:**

1. Обучающийся допускается к выполнению работы после проверки конспекта.

2. Преподаватель выдает задания (индивидуальные или групповые).

3. Обучающийся выполняет задание и оформляет отчет.

4. Обучающийся показывает преподавателю оформленную работу.

5. Если обучающийся ушел с занятия, не показав задание, работа считается невыполненной.

**Меры безопасности при выполнении практических занятий**

1. Приступая к практическим занятиям, обучающийся должен ознакомиться с правилами внутреннего распорядка и техники безопасности.
2. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
3. Не приступайте к работе без разрешения преподавателя.
4. Обучающиеся обязаны не только строго выполнять эти правила, но и требовать неуклонного выполнения их от своих товарищей.
5. Размещайте приборы, материалы, оборудование, принадлежности на своём рабочем месте так, чтобы исключить их падение.
6. Перед выполнением практических занятий необходимо внимательно изучить содержание и порядок выполнения работы.
7. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишённых изоляции.
8. Не прикасайтесь к корпусам стационарного электрооборудования.
9. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.
10. При получении травм и при плохом самочувствии учащиеся должны немедленно сообщить об этом преподавателю.
11. Обо всех неполадках в работе оборудования необходимо ставить в известность преподавателя. Устранять неисправности учащимся самостоятельно запрещается.
12. Уборка рабочих мест по окончании практических занятий производится в соответствии с указаниями преподавателя.
13. При выполнении практических занятий в кабинете, категорически запрещается приносить с собой вещи и предметы, загромождающие рабочие места, способствующие созданию условий, которые могут привести к нарушению правил техники безопасности.
14. В кабинете категорически запрещается громко разговаривать, покидать рабочие места и переходить от одного рабочего места к другому.
15. Практическое занятие, пропущенное обучающимся, в обязательном порядке должно отрабатываться.
16. При возникновении в кабинете во время занятий аварийных ситуаций (пожар, появление сильных посторонних запахов) не допускать паники и подчиняться указаниям преподавателя.
17. После ознакомления с правилами внутреннего распорядка и инструктажа по технике безопасности обучающийся должен расписаться в соответствующем журнале

**Техника безопасности**

**при выполнении сборочных и сварочных работ**

*При сборке и сварке конструкций следует соблюдать следующие требования:*

1) все обрабатываемые изделия должны устанавливаться и надёжно закрепляться в приспособлениях

2) пользоваться только проверенным подъёмно-транспортным оборудованием

3) при работе совместно с электросварщиками нужно пользоваться очками или маской с тёмными стёклами

4) при заточке инструмента на наждаке без защитного экрана и при работе со шлифовальной машиной работать в очках с прозрачными стёклами

*При сварочных работах следует руководствоваться следующими требованиями:*

1) работа должна производиться только со щитком или маской, закрывающей все части лица работающего и снабжённой необходимым светозащитным стеклом

2) спецодежда должна удовлетворять установленным нормам

3) для защиты окружающих от действия электрической дуги рабочее место электросварщика должно быть ограждено

4) присоединение проводов к свариваемому изделию, электрододержателю и сварочным установкам должно быть плотным и прочным

5) при сварочных токах, превышающих 600 А, токоведущий провод должен присоединяться к электрододержателю, минуя его рукоятку

6) рукоятка электрододержателя должна быть изготовлена из диэлектрического и теплоизолирующего материала

7) для защиты от флюсовой пыли, выделяющейся при сварке, используются флюсоотсосы, а рабочее место обеспечивается вентиляцией

8) горелки для сварки в углекислом газе не должны иметь открытых токоведущих частей, а рукоятки должны быть покрыты диэлектрическим теплоизолирующим материалом

9) в случае появления искрения между корпусом горелки и деталью сварка должна быть прекращена до устранения неполадок

10) газовые и водяные коммуникации должны быть герметичными и не иметь утечек газа или воды

Основными мерами защиты от пожара являются: наличие исправной электропроводки, сварочных проводов и других источников, отсутствие при работе на участке легковоспламеняющихся веществ, соблюдение всех требований противопожарных правил всеми работающими на участке

**Критерии оценки практических занятий:**  
  
Контроль и оценка результатов выполнения студентами практических занятий направлены на проверку освоения умений, приобретения практического опыта, развитие и формирование общих и профессиональных компетенций, определённых рабочей программой учебной дисциплины / МДК. 02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами

Для контроля и оценки результатов выполнения студентами практических занятий используются формы и методы контроля:  
- наблюдение за работой обучающихся, анализ результатов наблюдения  
- оценка отчетов, оценка выполнения индивидуальных заданий  
- самооценка деятельности.   
  
Оценки за выполнение практических занятий выставляются по пятибалльной системе.

**5 «отлично» -**выставляется за практические занятия, выполненными в строгом соответствии с инструктивными картами, рекомендациями преподавателя, с соблюдением сроков и качества;  
  
**4 «хорошо» -**выставляется за практические занятия, выполненными в соответствии с инструктивными картами, рекомендациями преподавателя, с соблюдением сроков и качества, но при проверке показавшие незначительное отклонение от технических условий;  
  
**3 «удовлетворительно» -** выставляется за практические занятия, выполненными в соответствии с инструктивными картами, рекомендациями преподавателя, с отклонениями сроков и качества работы, при проверке показавшие **значительное** отклонение от технических требований;  
  
**2 «неудовлетворительно» -**выставляется за практические занятия, выполненными с отклонениями от технологических нормативов, нарушениями сроков и качества, на которые указал преподаватель.

**ПМ.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом**

**МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами**

**Практическое занятие №1**

**Тема занятия: Изучение условных обозначений сварных швов и соединений**

**Цель занятия:** **Ознакомление с видами сварных соединений и их условным обозначением**

**Оборудование:** инструкции, справочник

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить теоретические сведенияпроектирования технологического процесса

2.Выполнить эскизы сварных образцов, выданных преподавателем, в соответствии со стандартом, указав необходимые размеры и условные обозначения сварных швов.

3.Ответить на вопросы тест-задания (номера вопросов выбрать согласно полученным вариантом – табл.7).

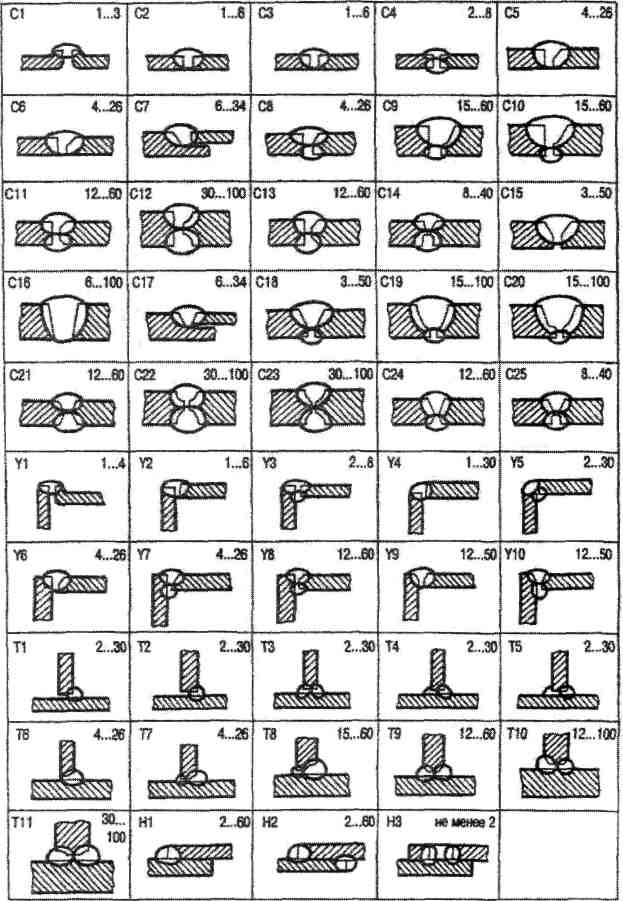
3.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**1. Условное обозначение сварных соединений**

Детали, соединяемые сваркой, располагаются внахлестку *Н,* встык С, под углом *У,* в виде тавра *Т.* Выполняются соединения с отбортовкой двух кромок (в соединениях внахлестку), без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок.

В условном обозначении шва наносят буквенно-цифровое обозначение вида соединения, формы подготовленных кромок и характера выполненного шва; способы сварки; виды и методы сварки.

На рис. 1 приведены виды соединений согласно ГОСТ 5264-80 и пределы толщин свариваемых деталей.

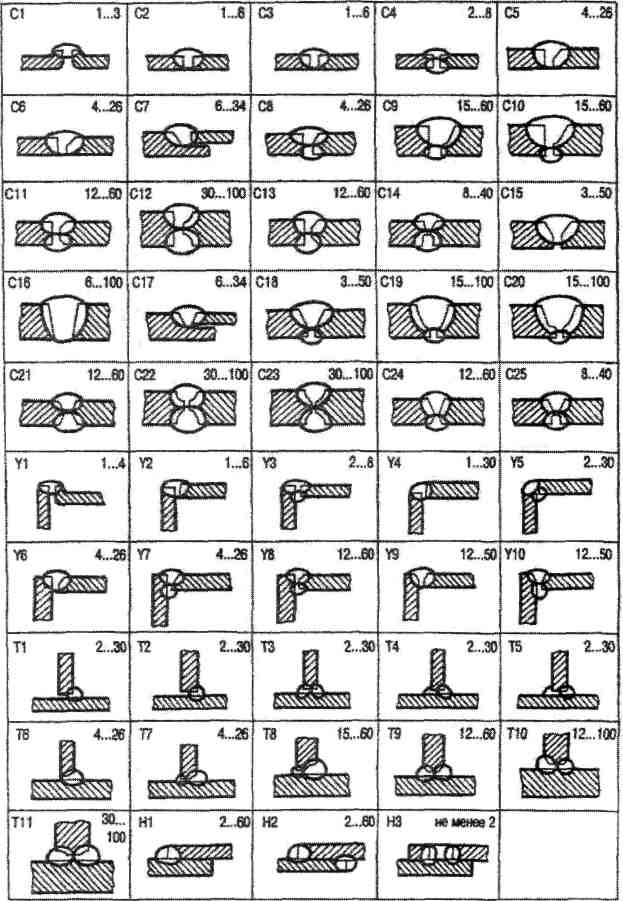


Рисунок 1. Виды соединений

**С1** - шов с отбортовкой двух кромок, односторонний

**С2** - без скоса кромок, односторонний;

**СЗ** - то же, на остающейся или съемной подкладке;

**С4** - без скоса кромок, двусторонний;

**С5** - со скосом одной кромки, односторонний;

**С6** - то же, на остающейся или съемной подкладке;

**С7** - со скосом одной кромки, односторонний замковый;

**С8** - со скосом одной кромки, двусторонний;

**С9** - с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний;

**СЮ** - с ломаным скосом одной кромки, двусторонний,

**СП** - с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний;

**С12** - с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний;

**С13** - с двумя несимметричными скосами одной кромки, двусторонний;

**С14** - со скосом одной кромки с последующей строжкой, двусторонний;

**С15** - со скосом двух кромок, односторонний;

**С16** - то же, на остающейся или съемной подкладке;

**С17** - то же, замковый;

**С18** - со скосом двух кромок, двусторонний;

**С19** - с криволинейным скосом двух кромок, двусторонний;

**С20** - с ломаным скосом двух кромок, двусторонний;

**С21** - с двумя симметричными скосами двух кромок, двусторонний;

**С22** - с двумя симметричными криволинейными скосами двух кромок, двусторонний;

**С23** - с двумя симметричными ломаными скосами двух кромок, двусторонний;

**С24** - с двумя несимметричными скосами двух кромок, двусторонний;

**С25** - со скосом двух кромок с последующей строжкой, двусторонний.

В таблице 1 приведены данные по стыковым сварным соединениям листовой стали

**Таблица 1.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Рисунок | Обозначение сварного соединения | Обозначение способа сварки | ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения |
| Односторонние без скоса кромок |  | С2  С5 | Р; ИП;УП  АФ; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-70 |
| Односторонние без скоса кромок со съемной или остающейся подкладкой |  | С3  С7 | Р  АФ;МФ | ГОСТ 5264- 80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние без скоса кромок |  | С4  С2 | Р  АФ; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Односторонние со скосом одной кромки |  | С5  С10 | Р  АФф; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Односторонние со скосом одной кромки и со съемной подкладкой |  | С6  С11 | Р  АФо; МФо | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Односторонние замковые со скосом одной кромки |  | С7  С12 | Р  АФо; МФо | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние со скосом одной кромки |  | С8  С9 | Р  АФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Односторонние со скосом двух кромок |  | С15  С17 | Р  АФф | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние со скосом двух кромок |  | С18  С13 | Р  АФк; МФк | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с двумя скосами одной кромки |  | С11  С29 | Р  АФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние со скосами двух кромок |  | С21  С30  С31  С32 | Р  АФ; МФ  АФк  АФк | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80  ГОСТ 8713-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с криволинейным скосом одной кромки |  | С9 | Р | ГОСТ 5264-80 |
| Двусторонние с двумя криволинейными скосами двух кромок |  | С19  С21 | Р  АФ к | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с четырьмя криволинейными скосами двух кромок |  | С22  С23  С33 | Р  Р  АФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |

Стыковые сварные соединения листовой стали

Обозначение способа сварки

**ГОСТ 5264-80**

Р – ручная дуговая сварка ИН – в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного материала;

ИП – в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящим электрод;

УП – в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящим электрод;

**ГОСТ 8713-80**

АФ - автоматическая на весу;

МФ – механическая на весу

АФф - автоматическая на флюсовой подкладке;

АФо – автоматическая на остающейся подкладке;

МФо – механическая на остающейся подкладке;

АФп – автоматическая на медном ползуне;

АФк – автоматическая с предварительной подваркой корня шва;

МФк – механическая с предварительной подваркой корня шва;

***Угловое соединение***

**У1** - шов с отбортовкой одной кромки, односторонний;

**У2** - без скоса кромок, односторонний, впритык;

**УЗ** - без скоса кромок, двусторонний, впритык;

**У4** - без скоса кромок, односторонний;

**У5** - то же, двусторонний;

**У6** - со скосом одной кромки, односторонний;

**У7** - то же, двусторонний;

**У8** - с двумя скосами одной кромки, двусторонний;

**У9** - со скосом двух кромок, односторонний; У10 - то же, двусторонний.

В табл. 2 приведены данные по угловым сварным соединениям листовой стали.

**Таблица 2.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Рисунок | Обозначение сварного соединения | Обозначение способа сварки | ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения |
| Односторонние без скоса кромок |  | У4 | Р | ГОСТ 5264-80 |
| Двусторонние без скоса кромок |  | У5  У2 | Р  АФш; МФш | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Односторонние со скосом одной кромки |  | У6 | Р | ГОСТ 5264-80 |
| Двусторонние со скосом одной кромки |  | У7  У4 | Р  АФш; МФш | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с двумя скосами одной кромки |  | У8  У4 | Р  АФш; МФш | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |

Угловые сварные соединения листовой стали

Обозначение способа сварки

**ГОСТ 5264-80 -** Р – ручная дуговая сварка

***Тавровые соединения****:*

**Т1** - шов без скоса кромок, односторонний;

**Т2** - то же, односторонний прерывистый;

**ТЗ** - то же, двусторонний;

**Т4** - то же, двусторонний шахматный;

**Т5** - то же, двусторонний прерывистый;

**Т6** - со скосом одной кромки, односторонний;

**Т7**- то же, двусторонний;

**Т8** - с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний;

**Т9** - с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний;

**Т10** - то же;

**Т11** - с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний.

В табл. 3 приведены данные по тавровым сварным соединениям листовой стали

**Таблица 3.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Рисунок | Обозначение сварного соединения | Обозначение способа сварки | ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения |
| Односторонние без скоса кромок |  | Т1 | Р  АФ;МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Внахлестку без скоса кромок |  | Т3  Т5 | Р  АФ; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние со скосом одной кромки |  | Т7  Т9 | Р  АФш | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с криволинейным скосом одной кромки |  | Т8  Т13 | Р  АФш | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с двумя скосами одной кромки |  | Т9  Т10 | Р  АФ; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |
| Двусторонние с двумя криволинейными скосами одной кромки |  | Т11  Т12 | Р  АФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |

Тавровые сварные соединения листовой стали

Обозначение способа сварки

**ГОСТ 5264-80**

Р – ручная дуговая сварка;

***Соединения внахлест****:*

**HI** - шов без скоса кромок, односторонний прерывистый;

**Н2** - то же, двусторонний;

**НЗ** - с удлиненным отверстием, односторонний с несплошной заваркой.

В табл. 4 приведены данные по нахлесточным сварным соединениям листовой стали.

**Таблица 4.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | Рисунок | Обозначение сварного соединения | Обозначение способа сварки | ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения |
| Внахлестку без скоса кромок |  | Н2  Н1 | Р  АФ; МФ | ГОСТ 5264-80  ГОСТ 8713-80 |

Нахлесточные сварные соединения листовой стали

***2. Условные обозначения способов сварки***

*Автоматическая: А -* под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Аф - на флюсовой подушке; Ам - на медно-флюсовой подкладке; Ас - на стальной подкладке; Апш - с предварительным наложением подварочного шва; Апк - с предварительной подваркой корня шва; Ар - с ручной подваркой с одной стороны; Ан-3 - в защитных газах неплавящимся электродом - однофазная; Ан-Зтф - то же трехфазная; А-3 - плавящимся электродом в защитных газах; Ан-З/А-3 - первый проход неплавящимся электродом в защитных газах, последующие -плавящимся электродом в защитных газах.

*Полуавтоматическая:* П - под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Пс - на стальной подкладке; Пр - с ручной подваркой; П-3 - в защитных газах плавящимся электродом; Пф - под флюсом; Ппш - с предварительным наложением подварочного шва; Ппк -с предварительной подваркой корня шва.

*Ручная электродуговая:* Рн-3 - неплавящимся электродом в защитных газах; Рн-З/П-3 -первый проход неплавящимся электродом в защитных газах, последующая полуавтоматическая-плавящимся в защитных газах.

*Контактная электросварка:* Кт - точечная; Кр - роликовая; Кв - рельефная; Кс - стыковая; Ксо - стыковая сплавлением; Ксс - стыковая сопротивлением.

*Электрошлаковая сварка:* Шэ - проволочным электродом; Шм - плавящимся мундштуком; Шп - электродом большого сечения, соответствующим форме сечения сварного пространства.

*Электрозаклепочная сварка:* ЭФЗ - под флюсом; ЭУФ - в углекислом газе; ЭПлЗ - в аргоне плавящимся электродом; ЭНн - в аргоне неплавящимся электродом.

*Электросварка:* ИН - в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочного материала; ИНп - та же, с присадочным материалом; ИП - в инертных газах и смесях с активными газами плавящимся электродом; УП - в углекислом газе плавящимся электродом; НГП - нагретьм газом с присадкой; ЭП - с экструдированной присадкой.

*Виды и методы сварки* обозначают следующими буквами: Г - газовая; Э - электросварка дуговая; Ф - электросварка дуговая под флюсом; 3 - электросварка дуговая в защитных газах; Ш - электрошлаковая; Кт - контактная; Уз - ультразвуковая; Тр - трением; X - холодная; Пз - плазменная дуговая; Эл - электронно-лучевая; Дф - диффузионная; Лз - лазером; Вз - взрывом; И - индукционная; Гп - газопрессовая; Тм - термитная.

1. ***Изображение швов сварных соединений***

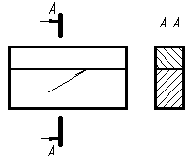
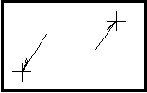
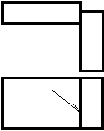
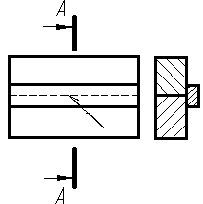
ЕСКД ГОСТ 2.312-72 - Настоящий стандарт устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности, а также в строительной документации, в которой не использованы изображения и обозначения применяемые в строительстве.

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

- видимый - сплошной основной линией (рис. 2а, в);

- невидимый - штриховой линией (рис. 2г);

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком "+" (рис.2,б), который выполняют сплошными линиями (рис. 3).Невидимые одиночные точки не изображают. От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (см. рис. 2). Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва.

а) б) в) г)

Рисунок 2. Условное изображение сварного соединения

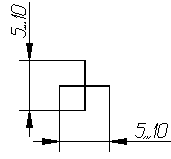


Рисунок 3. Условное изображение одиночной сварной точки

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначить прописными буквами русского алфавита (рис. 4).

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображаются с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис.5).

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва - сплошными тонкими линиями.

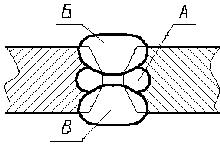


Рисунок 4. Изображение сечения многопроходного шва

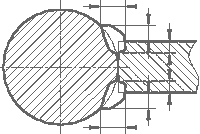


Рисунок 5. Изображение нестандартного шва

1. ***Условное обозначение швов сварных соединений***

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в таблице 5.

В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями.

Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

**Таблица 5**. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вспомогательный знак | Значение вспомогательного знака | Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва | |
| с лицевой стороны | с оборотной стороны |
|  | Усиление шва снять |  |  |
|  | Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу |  |  |
|  | Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения |  | |
|  | Шов прерывистый или точечный с цепным расположением.  Угол наклона линии 60о |  |  |
|  | Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением |  |  |
|  | Шов по замкнутой линии  Диаметр знака - 3...5 мм. |  | |
|  | Шов по незамкнутой линии.  Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа |  |  |

Примечание:

1. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

2. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

3. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рис.6).

Знак  выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

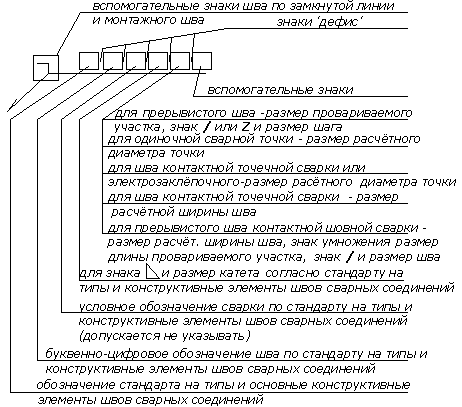


Рисунок 6. Структура условного обозначения стандартного шва

Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рис. 7)

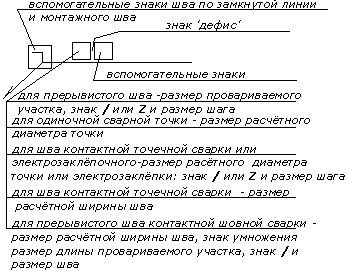
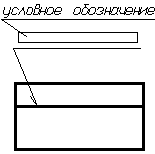
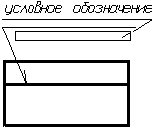


Рисунок 7. Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки

Условное обозначение шва наносят:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 8 а);

б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 8 б).

а) с лицевой стороны б) с оборотной стороны

Рисунок 8, Условное обозначение сварного шва

а) с лицевой стороны б) с оборотной стороны

Рисунок 9. Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва

1. ***Примеры условных обозначений швов сварных соединений***

**Таблица 6.** Условные обозначения швов сварных соединений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика шва | Форма поперечного сечения шва | Условное обозначение шва, изображенного на чертеже | |
| с лицевой стороны | с оборотной стороны |
| Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия.  Усиление снято с обеих сторон.  Параметр шероховатости шва:  с лицевой стороны - Rz 20 мкм; с оборотной стороны  Rz 80 мкм |  |  |  |
| Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии |  |  |  |
| Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм |  |  |  |
| Шов точечный соединения внахлестку, выполненный дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом. Расчетный диаметр точки 9 мм.  Шаг 100 мм.  Расположение точек шахматное.  Усиление должно быть снято.  Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 40 мкм |  |  |  |
| Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой |  |  |  |
| Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом.  Диаметр электрозаклепки-11мм.  Усиление должно быть снято.  Параметр шероховатости обработанной поверхности  Rz 80 мкм. |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлический электродом по замкнутой линии.  Катет шва 6 мм.  Длина провариваемого участка 50 мм.  Шаг 100 мм. |  |  |  |
| Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр точки  5 мм. |  |  |  |
| Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой.  Ширина шва 6 мм.  Длина провариваемого участка 50 мм.  Шаг 100 мм. |  |  |  |
| Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом.  Шов по не замкнутой линии.  Катет шва 5 мм. |  |  |  |

**Контрольные вопросы:**

1.Какие виды сварных соединений вы знаете?

2. Условные обозначения способов сварки

3.Условные обозначения швов сварных соединений

***8. Тест-задание.***

1. Какую форму (скос) необходимо придать кромкам листов толщиной 15 мм при стыковом шве?

а). скос кромок не нужен;

б). односторонний скос одной кромки;

в). односторонний скос двух кромок;

г). двусторонний скос двух кромок.

2. Можно ли применить лобовой или фланговый шов для получения нахлесточного соединения?

а). да;

б). нет.

3. Можно ли применить лобовой или фланговый шов для получения соединения с накладками?

а). да;

б). нет.

4. Когда применяют стыковые швы без скоса кромок?

а). в неответственных конструкциях при любой толщине свариваемых деталей;

б). при толщине свариваемых деталей до 8 мм;

в). при толщине свариваемых деталей до 16 мм;

г). при толщине свариваемых деталей до 40 мм.

5. К какому виду сварных соединений относится соединение деталей, расположенных в одной плоскости таким образом, что соединяемые элементы являются продолжением один другого?

а). встык;

б). внахлестку;

в) тавровое;

г). угловое.

6. Укажите наиболее простую конструкцию сварного соединения.

а).нахлесточное;

б). стыковое;

в) тавровое;

г).с накладками

д). угловое.

7. Какой стыковой шов используют для сваривания деталей толщиной 1...8 мм?

а). X-образный шов;

б). V-образный шов;

в). U-образный шов;

г). бесскосный шов (шов без разделки кромок).

8. В структуре условного обозначения стандартного шва вспомогательный знак шва по замкнутой линии проставляется:

а). в начале обозначения;

б). в конце обозначения;

в). можно применить любой вариант.

9. Какой знак применяют в условном обозначении сварного шва на чертежах, если шов необходимо выполнить. при установке изделия на месте при монтаже?

а).  ;

б). ;

в). ;

г). .

10. Какой знак применяют в условном обозначении сварного шва на чертежах, если расположение шва ясно из чертежа?

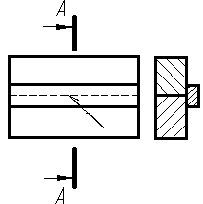
а).  ;

б). ;

в). ;

г). .

11. Какой шов изображен на рисунке?



а). видимый;

б). невидимый;

в). с лицевой стороны;

г). с обратной стороны.

12. Как называется сварной шов, показанный на рисунке?



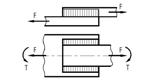
а). угловой фланговый;

б). угловой лобовой;

в). угловой;

г). стыковой.

13. Как называется шов, изображенный на рисунке?



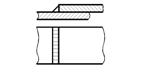
а). фланговый;

б). лобовой;

в). втавр;

г). стыковой.

14. Как называется шов, изображенный на рисунке?



а). фланговый;

б). лобовой;

в). втавр;

г). стыковой.

15. Какой стыковой шов показан на рисунке?



а). X-образный шов;

б). V-образный шов;

в). U-образный шов;

г). бесскосный шов (шов без разделки кромок).

16. Какой стыковой шов показан на рисунке?



а). X-образный шов;

б). V-образный шов;

в). U-образный шов;

г). бесскосный шов (шов без разделки кромок).

17. Какой стыковой шов показан на рисунке?



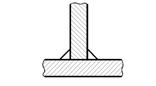
а). X-образный шов;

б). V-образный шов;

в). U-образный шов;

г). бесскосный шов (шов без разделки кромок).

18. Какой шов изображен на рисунке?



а). фланговый;

б). лобовой;

в). втавр угловой;

г).втавр стыковой.

19. Обозначение сварного соединения - У2. Укажите название сварного шва.

а). односторонний без скоса кромок;

б). двусторонний без скоса кромок;

в). односторонний со скосом одной кромки;

г). двусторонний со скосом одной кромки.

20. Обозначение сварного соединения – С5. Укажите название сварного шва.

а). односторонний без скоса кромок;

б). двусторонний без скоса кромок;

в). односторонний со скосом одной кромки;

г). двусторонний со скосом одной кромки

21. Обозначение сварного соединения – Т7. Укажите название сварного шва.

а). односторонний без скоса кромок;

б). двусторонний без скоса кромок;

в). односторонний со скосом одной кромки;

г). двусторонний со скосом одной кромки

22. Обозначение сварного соединения – Т9. Укажите название сварного шва.

а). односторонний без скоса кромок;

б). двусторонний без скоса кромок;

в). односторонний со скосом одной кромки;

г). двусторонний с двумя скосами одной кромки.

23. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют:

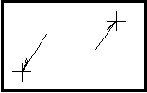
а). сплошными тонкими линиями;

б). сплошными толстыми линиями;

в). тонкими линиями с лицевой;

г). пунктирными толстыми линиями.

24. Какой шов изображен на рисунке?



а). одиночная сварная точка;

б). невидимый;

в). с лицевой стороны;

г). с обратной стороны.

25. Укажите характеристику сварного шва, если его условное обозначение на чертеже - ГОСТ15164-78-У2-ШЭ- 35

а). шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 35 мм

б). шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии. Катет шва 35 мм

в). шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой. Катет шва 35 мм

г). шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по не замкнутой линии. Катет шва 35 мм.

26. Укажите характеристику сварного шва, если его условное обозначение на чертеже - ГОСТ16310-80-С2-НГП.

а). шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом.

б). шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии.

в). шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой.

г). шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по не замкнутой линии.

27. Укажите характеристику сварного шва, если его условное обозначение на чертеже - ГОСТ14806-80-Н1-п-3 4 .

а). шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 4 мм

б). шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии. Катет шва 4 мм

в). шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой. Катет шва 4 мм

г). шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по не замкнутой линии. Катет шва 4 мм.

28. Что означает знак  , применяемый в условном обозначении сварного шва на чертежах?

а). шов по замкнутой линии;

б). шов по незамкнутой линии;

в). угол наклона шва;

г). катет шва.

29. Какой вид сварки обозначается буквой Эл?

а). электросварка дуговая;

б). электронно-лучевая;

в). электрошлаковая;

г). электросварка дуговая под флюсом.

30. Какой способ сварки обозначается буквой Э?

а). электросварка дуговая;

б). электронно-лучевая;

в) электрошлаковая.;

г). электросварка дуговая под флюсом.

31. Какой способ сварки обозначается буквой Ф?

а). электросварка дуговая;

б). электронно-лучевая;

в). электрошлаковая;

г). электросварка дуговая под флюсом.

**Таблица 7.** Номера вопросов из тест-задания для студентов согласно варианта.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ВАРИАНТ** | **Номера вопросов из тест-задания** | **ВАРИАНТ** | **Номера вопросов из тест-задания** | **ВАРИАНТ** | **Номера вопросов из тест-задания** |
| **1** | 4,10,15,21,25. | **11** | 3,8,15,24,29. | **21** | 3,10,18,23,28. |
| **2** | 2,7,13,20,31. | **12** | 6,10,16,23,28. | **22** | 4,11,15,20,25. |
| **3** | 3,9,16,22,29. | **13** | 1,11,17,24,30. | **23** | 2,8,13,21,27. |
| **4** | 1,8,14,19,26. | **14** | 5,9,13,20,27. | **24** | 5,12,18,24,26. |
| **5** | 5,11,18,23,28. | *15* | *4,12,16,19,31.* | **25** | 1,7,14,19,23, |
| **6** | 4,7,17,24,27 | *16* | *3,7,14,21,25.* | **26** | 6,9,17,22,29. |
| **7** | 2,12,16,22.25. | *17* | *1,10,15,22,26.* | **27** | 3,11,16,24,30. |
| **8** | 6,11,18,23,31. | **18** | 6,8,13,21,27. | **28** | 6,12,14,20,29. |
| **9** | 1,9,13,19,28. | **19** | 5,7,16,20.26. | **29** | 2,10,15,23,30. |
| **10** | 5,8,17,21,26. | **20** | 2,9,14,19.25. | **30** | 4,12,17,22,31. |

**Вывод:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №2**

**Тема занятия: Определение геометрических размеров сварных соединений и швов по образцу.**

**Цель занятия:**

закрепить знания по теме: «Виды сварных швов и соединений»;

* научиться различать виды сварных швов и соединений;
* научитьсяопределять виды сварных соединений и швов по образцу;
* развить умения анализировать, сопоставлять, сравнивать, выделять главное;
* обеспечить рациональное сочетание

**Оборудование:** инструкции, справочник, Образцы сварных соединений и швов в металлоконструкциях

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить теоретические сведения:сварные соединения, сварные швы

Группа делиться на три команды.  
В каждой команде выбирается эксперт, который будет оценивать ответы участников команды.

3.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения:**

1. Сварные соединения

***Сварным соединением***называется неразъемное соединение, выполненное сваркой. Сварное соединение включает в себя сварной шов, зону термического влияния (ЗТВ) и примыкающие к ней участки основного металла.

Сварные соединения бывают следующих видов:

* стыковые;
* угловые;
* торцовые;
* нахлесточные;
* тавровые.

1. стыковое соединение – соединение двух плоских или трубных элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями;
2. угловое соединение – соединение двух элементов, расположенных под углом друг к другу в месте примыкании их краев;
3. нахлесточное соединение – соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга;
4. тавровое соединение – соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом к основной поверхности другого элемента;
5. торцевое соединение – соединение, в котором основные поверхности элементов примыкают друг к другу без перекрытия торцов.

2. Сварные швы

Геометрическое очертание и размеры швов указаны в ГОСТе на каждый вид соединения и сварки.

Классификация сварных швов по внешнему виду, по протяженности, по выполнению, по числу проходов и слоев.

Сварной шов – участок сварного соединения, образующийся в результате кристаллизации расплавленного металла.

Стыковой шов – сварной шов стыкового соединения.

Характеризуется шириной шва, высотой усиления, глубиной провара.

3. Угловой шов – сварной шов углового, нахлесточного и таврового соединения.

Характеризуется катетами и высотой шва.

4. Односторонний шов – сварной шов, выполняемый с одной стороны.

5. Двусторонний шов – сварной шов, выполняемый с двух сторон.

6. Непрерывный шов – сварной шов без промежутков по длине.

7. Прерывистый шов – сварной шов с промежутками по длине (цепные и шахматные).

8. Цепной прерывистый шов — двусторонний прерывистый шов, у которого сваренные и не сваренные участки расположены по обеим сторонам стенки один против другого.

9. Шахматный прерывистый – двусторонний прерывистый шов, у которого не сваренные участки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков швов с другой стороны.

**Задания:**

1. Изучите образец
2. Определите виды сварных соединений и швов
3. Заполните таблицу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Сварное  соединение | Сварные швы по типу соединения | Сварные швы по внешнему виду | Сварные швы по протяженности | Сварные швы по длине соединения | Сварные швы по характеру выполнения |
| 1 | **стыковое** | **стыковое** | **нормальный** | **Односторонний сплошной** | **длинный** | **односторонний** |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы:**

1. Какое сварное соединение называется стыковым?
2. Чем отличается стыковое соединение от нахлесточного?
3. Какое сварное соединение называется тавровым?
4. Чем отличается угловое соединение от торцового?
5. Что называется сварным швом?
6. Какие разновидности сварных швов существуют?
7. К каким соединениям применим угловой шов?

**Вывод:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №3**

**Тема занятия**:  **Маркировка сталей, чугуна и цветных металлов**

**Цель занятия**: Приобрести практические навыки при расшифровке маркировок сталей, чугуна и цветных металлов

**Оборудование:** Методические указания по выполнению **практического занятия**

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Изучить расшифровку маркировки сталей, чугуна и цветных металлов.

3.Расшифровать марки конструкционных материалов ***(Таблица. 1).*** (по карточкам)

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**Маркировка сталей**

Углеродистые конструкционные стали по качеству (в зависимости от содержания вредных примесей) подразделяют на две группы: стали обыкновенного качества и качественные стали.

* **Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества**

Маркировка углеродистых сталей обыкновенного качества начинается с букв «Ст», после которых стоит цифра от 0 до 6.

**Например*:*** **Ст2кп, БСт3кп, ВСт3пс, ВСт4**.

* **Ст**– индекс данной группы стали.
* Цифры **от 0 до 6** - это условный номер марки стали.

Условный номер не связан с химическим составом стали. С увеличением номера возрастает прочность и снижается пластичность стали.

**В зависимости от способа раскисления стали могут быть:**

* спокойными (сп),
* полуспокоиными (пс)
* кипящими (кп).

Допускается в спокойных сталях буквы (сп) не писать.

Перед обозначением «Ст» могут стоять буква **А, Б и В**. Для сталей группы А при поставке гарантируется соответствие механических свойств ГОСТу, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется соответствие химическому составу, приведенному в ГОСТе, механические свойства в этом случае не регламентируются. Для сталей группы В при поставке гарантируются точное соответствие и механических свойств, и химического состава.

**Примеры маркировки**:

* **ВСт4** – сталь углеродистая обыкновенного качества, спокойная, с гарантированным соответствием ГОСТу химического состава и механических свойств;
* **Ст5кп**- сталь углеродистая обыкновенного качества, кипящая, с гарантированным соответствием ГОСТу механических свойств.
* **Качественные углеродистые конструкционные стали**

В маркировке углеродистых сталей повышенного качества указывается слово «сталь»

и двухзначное число, указывающее среднее содержание углерода в сотых долях процента. Кроме этого указывается степень раскисления, если сталь отличается от спокойной. Стали с содержанием углерода ***до 0,25%*** могут поставляться спокойными **(сп),** полуспокойными **(пс)** и кипящими (**кп).** Стали с содержанием углерода больше ***0,25%*** поставляются только спокойными.

Качественные стали поставляют только группы**В** – с гарантированными механическими свойствами и химическим составом, поэтому в обозначении не указывается.

Буква **Г**в маркировке обозначает, что сталь имеет повышенное содержание марганца

***(до 1,2%).***

Буква **Л** в конце марки обозначает, что сталь предназначена для получения отливок.

**Примеры маркировки:**

1. **Сталь 15кп** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием 0,15% углерода, 99,85% железа, кипящая;
2. **Сталь З0Л** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,30%, 99,7% железа, спокойная, применяется для деталей получаемых методом литья;
3. **Сталь З0Г** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,30%, спокойная, содержащая повышенное количество марганца;
4. **Сталь 45** - углеродистая конструкционная качественная сталь с содержанием углерода 0,45%, остальное – железо; спокойная.

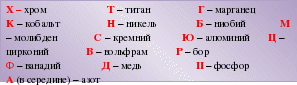
**Маркировка легированных конструкционных сталей**

Конструкционные легированные стали применяются для ответственных деталей ма-

шин и металлических конструкций.

Принята буквенно-цифровая система маркировки легированных сталей.

**Основные легирующие элементы обозначают буквами:**



* Маркировка начинается с двухзначного числа, показывающего содержание углерода в сотых долях процента. Если в начале цифр нет, то содержание углерода **около 1%.**
* Далее перечисляются легирующие элементы.
* Число, следующее за условным обозначением элемента, показывает его содержание в процентах. Если число не стоит, то содержание этого легирующего элемента не превышает **1,0 %.**
* Буква **«А»** в конце маркировки указывает, что сталь относится к категории высококачественных (***ЗОХГСА),***
* Если буква **«А»** находится в середине маркировки - то сталь легирована азотом (***16Г2АФ***),
* Если в начале маркировки буква **«А»** указывает на то, что сталь автоматная с повышенной обрабатываемости резанием (***А35Г2***). Эти стали имеют повышенное содержание серы.
* Индекс **«АС»** в начале маркировки указывает, что автоматная сталь дополнительно содержит свинец.
* Особо качественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву, обеспечивающему очистку от сульфидов, оксидов и других примесей, обозначают добавлением в конце маркировки через тире буквы **«Ш».**

**Примеры маркировки:**

1. **45ХН2МФ** - конструкционная сталь, содержащая: 0,42-0,50%С; 0,5-0,8% Mn; 0,8-1,0 % Cr; 1,3-1,8 % Ni; 0,2-0,3 % Mo; и 0,10-0,18 % V, остальное - железо.
2. **Г13** - конструкционная сталь, содержащая: 1% С, 13% Мп, остальное - железо.
3. **15Х25Н19ВС2**- конструкционная сталь, содержащая: 0,15%С, 25%Cr, 19%Ni,
4. до 1,5%W, до 2 %Si, остальное - железо.
5. **20ХГНТР-Ш** высококачественная сталь после ЭШП, содержащая 0,2%С, по 1% хрома, марганца, никеля, титана, бора, остальное - железо.

**Маркировка шарикоподшипниковых сталей**

* Стали, предназначенные для изготовления подшипников качения, обозначаются буквами **«ШХ»** и цифрой. Буквы означают:
* **«Ш»**- шарикоподшипниковая,
* **«Х»** – хромистая.
* **Цифра** после буквы «Х» указывает содержание хрома в десятых долях процента.
* ***Содержание углерода*** в подшипниковых сталях составляет **около 1%.** С увеличением содержания хрома и легирующих элементов увеличивается глубина прокаливаемости, то есть увеличивается возможность изготовления деталей большего размера с обеспечением заданных свойств.

**Примеры маркировки:**

**ШХ6**- шарикоподшипниковая сталь, содержащая 1% углерода и 0,6% хрома;

**ШХ15СГ** - шарикоподшипниковая сталь; содержащая 1% углерода, 1,5% хрома, кремния и марганца до 1%, остальное - железо.

**Маркировка порошковых сталей**

Маркировка сталей, полученных методом порошковой металлургии, начинается с букв

**СП** – сталь порошковая.

* Первая цифра после букв «**СП»**, как и в случае конструкционных с талей, показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента.
* Последующие буквы обозначают легирующие элементы, а цифры после них - их среднее содержание в процентах (отсутствие цифры означает, что содержание соответствующего элемента ≤**1 %).**
* В конце марки через тире указывается плотность материала в г/см3.

**Пример маркировки:**

1. **СП40ХНЗМ-3** - сталь порошковая, содержащая: 0,35-0,45%С; 0,8-1,1%Сг; 2,5-3,5%Ni; 0,3-0,6%Mo, остальное - железо; плотность около 3 г/см3.

**Маркировка чугунов**

Чугун маркируется буквами, показывающими основной характер или назначение чугуна, и цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления при растяжении ***sвв МПа/10.*** Для антифрикционного чугун в начале маркировки указывается буква **«А»**(АСЧ, АВЧ, АКЧ).

**Маркировка серых чугунов**

Серый чугун маркируется буквами **«СЧ»** и цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления при растяжении ***sв в МПа/10.*** Наибольшее распространение получили чугуны марок: **СЧ12; СЧ15; СЧ18; СЧ21; СЧ24; СЧ28; СЧ32; СЧ38.**

Прочность серых чугунов всех марок при сжатии значительно превышает прочность при растяжении. Например, для чугуна марки **СЧ 24**, имеющего предел прочности ***при растяжении*** ***240 МПа***, предел прочности ***при сжатии*** составляет ***850 МПа.***

**Пример маркировки:**

1. **СЧ10** - серый чугун с пластинчатым графитом, временное сопротивление при испытаниях на растяжение s*в*=100 МПа;

**Маркировка высокопрочных чугунов**

Высокопрочные чугуны маркируют ***буквами*** **«ВЧ» *и цифрами***, которые характеризует

временное сопротивление чугуна при растяжении ***sв в МПа/10***.

**Пример маркировки:**

1. **ВЧ70** - высокопрочный чугун с шаровидным графитом с пределом прочности на растяжение s*в*=700 МПа;
2. **ВЧ35** - высокопрочный чугун, временное сопротивление растяжению

s*в*=350 МПа;

**Маркировка ковких чугунов**

Ковкие чугуны маркируют***буквами*** **«КЧ»** ***и цифрами***, обозначающими временные со-

противления при растяжении ***sв в МПа/10*** и относительное удлинение ***d в %.***

**Пример маркировки:**

1. **КЧ33-8** - ковкий чугун с хлопьевидным графитом, временное сопротивление растяжению s*в*=330 МПа, относительное удлинение d=8%.

**Маркировка антифрикционных чугунов**

Для работы в узлах трения со смазкой применяют отливки из антифрикционного чугу-

на **АЧС-1, АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-2** и др., что расшифровывается следующим образом:

* **АЧ** - антифрикционный чугун:
* **С**- серый,
* **В**- высокопрочный,
* **К** - ковкий.
* ***Цифры*** обозначают порядковый номер сплава согласно ***ГОСТу 1585-79.***

**Маркировка легированных чугунов**

*Легированные чугуны маркируют аналогично сталям буквами и цифрами.* Маркировка начинается с ***буквы*** **Ч** – чугун. ***Остальные буквы*** указывают содержание легирующих элементов в процентах. При содержании легирующего элемента ***менее 1,0%*** ***цифры*** за соответствующей буквой не ставятся. Условное обозначение химических элементов такое же, как и при обозначении сталей*.*

**Пример маркировки:**

1. **ЧН19ХЗ**— чугун, содержащий 19% Ni и 3% Cr, остальное - железо.

Если в легированном чугуне регламентируется шаровидная форма графита, в конце марки ***добавляется*** ***буква*** **«Ш»** (**ЧН19ХЗШ**).

**Маркировка меди и ее сплавов**

***Технически чистая медь маркируется:*** **М00** (***99,99 % Cu***), **М0** (***99,95 % Cu***), **М2, М3**и **М4** (**99 % Cu**).

**Маркировка латуни**

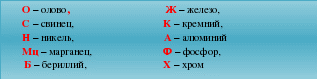
***Латунями*** *называются двойные или многокомпонентные сплавы на основе меди, где основным легирующим элементом является цинк*.

**Обозначают:**

* начальной буквой сплава **Л**- латунь,
* после чего следуют первые буквы основных элементов, образующих сплав и цифры, которые показывают содержание элементов в целых процентах.

*В латунях не указывается содержание цинка (цинк-остальное).*

**Основные легирующие элементы в латунях:**



**Латуни делятся на:**

* Деформируемые,
* Литейные.

Описание: hello_html_m4d466bb7.png***В маркировке*** **деформируемой**латуни сначала перечисляются все буквы, а потом все цифры через дефис. В маркировке деформируемой латуни не указывается содержание цинка (цинк-остальное).

Описание: hello_html_m4d466bb7.png***В маркировке*** **литейной**латуни после буквенного обозначения легирующего элемента ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Остальное – медь.

**Примеры маркировки:**

1. **Л62** - латунь деформируемая, содержащая меди 62%, остальное - цинк;
2. **ЛЖМц59-1-1** - деформируемая латунь, содержащая 59% Cu, 1% Fe , 1% Mn, остальное цинк.
3. **ЛАЖ60-1-1** деформируемая латунь содержит 60 % Cu, 1 % Al, 1 % Fe и 38 % Zn.
4. **ЛЦ23А6Ж3Мц2** литейная латунь содержит 23 % Zn, 6 % Al, 3 % Fe, 2 % Mn, остальное - медь.

**Маркировка бронзы**

**Бронзы** - *сплавы меди с другими элементами (алюминием, свинцом, бериллием, кремнием и т.д.).*

Элементы обозначаются такими же буквами, как в латунях. Бронзы маркируют ***буквами*Бр**, ***цифры*** за буквами указывают содержание легирующих элементов*. В бронзах не указывается содержание меди (медь - остальное).*

**Бронзы подразделяются на:**

* Деформируемые,
* Литейные.

Описание: hello_html_m4d466bb7.png***При маркировке*** **деформируемых бронз** на первом месте ставятся буквы **Бр,** затем перечисляются буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры через дефис, показывающие содержание этих элементов в сплаве.

Описание: hello_html_m4d466bb7.png***Маркировка*** **литейных бронз** также начинается с букв **Бр**, но цифры, указывающие содержание легирующих элементов в сплаве, ставятся непосредственно после соответствующей буквы.

**Примеры маркировки:**

1. **БрОФ10-1** – оловянистая деформируемая бронза содержит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.
2. **БрКМц3-1** – кремнистая деформируемая бронза, содержащая 3% кремния и 1% марганца, остальное – медь.
3. **БрО4Ц4С17** - литейная оловянистая бронза содержит 4 % олова, 4 % цинка, 17 % свинца, остальное – медь.
4. **БрС30** *-*свинцовая литейная бронза содержит 30% свинца, остальное - медь.
5. **Некоторые бронзы имеют специальные названия:**
6. **БрН20** - мельхиор (20% Ni , 80% Cu),
7. **БрН40**- константан (40% Ni , 60% Cu).

**Маркировка сплавов алюминия**

Алюминий высокой чистоты маркируется **А99 (99,99 % Al), А8, А7, А6, А5, А0**(содержание алюминия ***от 99,85 % до 99,0 %).***

**Сплавы на основе алюминия бывают:**

* Деформируемыми,
* Литейными.

Основной легирующий элемент литейных сплавов - кремний ***(Si)*** и называются они ***силуминами.***

**Деформируемые сплавы бывают:**

* Ковкими - обозначаются (**АК**) ,
* Обработанные прокаткой или волочением дуралюмины (**Д**).

*В маркировке сплава после букв следует условный номер сплава.*

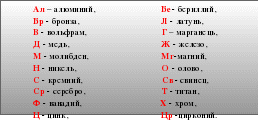
**Примеры маркировки:**

1. **АЛ-2** - литейный алюминиевый сплав силумин;
2. **Д16** - деформируемый алюминиевый сплав дуралюмин;
3. **АК5** - деформируемый алюминиевый сплав для ковки (алюминий ковочный).

***Сплавы алюминия с повышенным содержанием марганца или магния*** обозначают, соответственно, **АМц, АМг**; после обозначения элемента указывается содержание легирующего элемента (***АМг3*** – алюминий с содержанием марганца ***3%).***

**Маркировка порошковых конструкционных материалов на основе цветных металлов**

**Марки порошковых конструкционных материалов на основе цветных металлов обозначают:**



**Первый буквенный индекс обозначает тип материалов:**

* **Второй индекс** **«П»** *указывает, что материал получен методом порошковой металлургии.*
* **Следующие после него** **буквы и цифры** обозначают легирующие элементы в целых процентах.
* ***Цифра в конце марки* после тире,** как и для черных металлов, обозначает группу пористости материала г/см 3.

**Примеры маркировки:**

1. **АлПМг6Г4-4** - конструкционный материал из порошка алюминия с содержанием магния 6%, марганца 4%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см3);
2. **БрПО-4** - конструкционный материал из порошка бронзы, содержащий олова 4%, меди 96%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см3);
3. **ЛП80-4** - конструкционный материал из порошка латуни, содержащий меди 80%, цинка 20%, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см3);
4. **ТПАл6М2-4** - конструкционный материал из порошка титана, содержащий алюминия 6%, молибдена 2%, остальное - титан, имеющий четвертую группу пористости (плотность 4 г/см3);
5. **ЖГр0,4Д4НЗ-7,3** - конструкционный порошковый материал на основе порошка железа (Ж), содержащий 0,4% графита, 4% меди, 3% никеля и имеющий плотность 7,3 г/см3

**Таблица. 1.**

**Условное обозначение сварочных материалов 1.**

ШХ15, 08Х16Н13М2, Л70, ЛАЖ60-1-1, ЛЖС58-1-1, ЛС74-3, ЛЦ40Мц3А, ЛЦ35НЖА,

МНЦС16-29-1,8, БрОЦ4-4, БрО19, БрО10Ц2, БрАЖМц10-3-1,5, СЧ30, СЧ38, ВЧ70,

КЧ65-3, ЧХ32, ЧНХТ, ЧС5, КЧ45-6 БрО3Ц12С5.

Сталь 20, 18ХГ-Ш, А12, 16Х18Н12С4Л, 09Г2, 17ГС18Х2Н4МА, 30Х, 9Х16, ШХ15,

12Х18Н9, 40Х10С2М, 50ХН, 35ГЛ, 20Х13Л, Л75, ЛА85-0.5, ЛЦ30А3, ЛЦ35Н2Ж,

ЛЦ36Мц20О2С2, ЛЦ16К4, ЛЦ40Мц3Ж, БрО3Ц7С5Н, БрОФ6,5-0,4, СЧ24, ВЧ100,

АЧС-4, ЧС17, ЧН15Д7Х2, КЧ60-3, ЧХ3. БрО4Ц4С17.

Сталь 60, 20ХГНТР-Ш, 20Г1ФЛ, ШХ20СГ, А20, 08Х19Н10Т, 03Н18К9М5Т38ХА,

20ХН, 34ХНМ, 70С2ХА, 10ХН13М3Т, 9Х, 35Л, 20ГСЛ, 20ХМФЛ, Л60, ЛОМн72-2-2,

ЛЦ40АЖ, ЛС59-1. БрОФ7-0.2. БрО8Н4Ц2. БрО5Ц5С2, МНЦ15-20, СЧ18; СЧ12; ВЧ50, АСЧ-4, КЧ30-6. ЧЮ22-Ш, ЧХ2.

Сталь 45, 12Х2Н4А, 15Л, А40Г, ШХ15, 30Х3МФ, 09Х16Н4Б, 18Г2АФ, 30Х3МФ,

38ХН3МА, 110Г13Л, 08Х15Н4ДМЛ, 20Л, 4Х5МФС, Л96, ЛН65-5, ЛА77-2, ЛО60-1,

ЛЦ14К3С3, БрО3Ц12С5, БрАЖ9-4, МН19, МНЖМц30-1-1, СЧ20, СЧ32; ВЧ45,

АСЧ-3, ЧС5-Ш, КЧ37-12, КЧ50-4.

Сталь 15, 06Х16Н15М3Б-Ш, 15Х, 12ХН3А, 30ХН2МА, 08Х14НДЛ, 20Х25Н20С2, ШХ4-Ш, 20ГСЛ, 65С2ВА, 3Х3М3Ф, 30ХМА, ШХ20СГ, ШХ15, 15Л, ЛЖМц59-1-1, ЛО90-1, ЛО63-3, ЛЦ23А6Ж3Мц2, БрА7, БрО8С12, СЧ28, СЧ10, ВЧ40, ЧХ12, ВЧ30,

КЧ30-6, ЧХ3, ЧН15Д7Х2, ЧС5.

Ст6пс, 12Х3НА, 30ХН24ФА, 30ХН2МФА, 15ХФ, 20Х2Н4А, ШХ15СГ, 45Х, 25Г,

15ХРА, МНЦ12-24, БрНХК2,5-0,7-0,6, МНЖКТ5-1-0,2-0,2, БрХ, МН25, КЧ33-8,

ЧХ12М, ЧХ18НМ, КЧ55-4, АЧВ-1, АЧК-2, СЧ18, ВЧ100, ЧН2Х, 20Х20Н14С2, Л96,

БрО5Ц5С2, ЛАЖ60-1-1, ШХ4-Ш, ЛО60-1.

**Задания:**

1.Классифицируйте и расшифруйте следующие марки сталей:

Ст3сп

08кп

35ГС

ШХ15

У8

12Х

95Х18

Х20Н80

2.С помощью справочника сталей и сплавов, по учебнику выберете материал для балочной конструкции, деталей автомобиля (Например, коленчатый вал, штанги, пружины, подшипники, пружины).

3.Дайте характеристику применения, химических, физических, технологических свойств  материала.

Таблица 1 - Таблица вариантов заданий

задачи

Расшифруйте марки

углеродистых сталей

чугунов

легированных сталей

1

15кп; ВСт3; У11

ВЧ35; КЧ35-10

20ХГР; АС12ХН

2

БСт3; 40; У8Г

КЧ30-6; СЧ35

12Х18Н9; А12

3

Ст4; 08; У8ГА

СЧ20; ВЧ45

18Х2Н4МА; Р12

4

60Г; ВСт4; У8А

ВЧ100; КЧ37-12

50С2А; Р9К5

5

Ст5; 20кп; У8

ВЧ45; КЧ42-12

60С2ХФА; ШХ15СГ

6

БСт0кп; 30; У7ГА

КЧ55-4; ВЧ50

10ХСНД; 7ХВ

7

ВСт5; 45; У13

СЧ25; ВЧ50

44ХТЮ; Р6М3;

8

ВСт3сп; 60Г; У10А

КЧ70; СЧ15

10Г2С1Д; ШХ9

9

БСт4пс; 65; У10

ВЧ50; КЧ70-2

20ХГМ; АС14

10

Ст3; 65Г; У10ГА

СЧ35; ВЧ42

12Х13; ШХ9

11

Ст1; 45; У12А

ВЧ42; СЧ18

60С2ХФА, 30ХН2МА

12

БСт4; 20пс; У8

СЧ35; ВЧ50

18ХГТ; Р6М5К5;

13

Ст3; 15пс; У11А

СЧ40; ВЧ50

70С2ХА; ХВ4

14

Ст2; 08кп; У8А

ВЧ42; СЧ30

12Х17; Р14Ф14;

15

БСт4; 08пс; У9А

СЧ18; КЧ30-6

65С2ВА; Х12ВМ

16

ВСт0; 08; У9А

КЧ37-12; СЧ20

25ХГМ; Р18К5Ф2

17

Ст5; 45; У9Г

СЧ18; ВЧ100

40ХН2МА; 20ХГР

18

Ст3; 08пс; У12А

ВЧ50; СЧ25

14Г2ХНР; 12Х13

19

БСт3; 08; У12А

ВЧ50; СЧ18

30ХН2МА, А35Е

20

ВСт5; 10кп; У8Г

КЧ42-12; ВЧ50

14Г2АФ; 30ХГСН2А

*5.**Пользуясь конспектом лекций, учебниками, справочниками, ответьте на поставленный вопрос согласно варианту в таблице 2 (по № в журнале группы)*

Таблица 2 - Таблица вариантов заданий вопроса

*Содержание вопроса*

*1*

Опишите влияние примесей фосфора, серы, кремния, марганца на свойства углеродистых сталей

2

Опишите и покажите графически зависимость свойств углеродистых сталей от процента содержания углерода

3

Приведите марки углеродистых сталей, применяемых для изготовления кузова, крыльев и дверей автомобилей

4

Опишите сверхтвердые инструментальные материалы и минералокерамические материалы

5

Опишите влияние примесей фосфора, серы, кремния, марганца на свойства чугунов

6

Опишите свойства быстрорежущих сплавов; маркировка, применение в автомобильном транспорте

7

Опишите легирующие элементы и их обозначение в марках сталей, влияние легирующих элементов на свойства сталей

8

Опишите инструментальные стали и маркировку (углеродистые и быстрорежущие)

9

Опишите рессорно-пружинистые стали, требования к ним, марки

10

Опишите износоустойчивые стали, области применения в автомобильном транспорте

11

Опишите сверхтвердые инструментальные материалы и минералокерамические материалы

12

Приведите марки углеродистых сталей, применяемых для изготовления коленчатых валов, полуосей легковых автомобилей, шпилек головки блока цилиндров

13

Опишите инструментальные стали и маркировку (углеродистые и быстрорежущие)

14

Опишите рессорно-пружинистые стали, требования к ним, марки

15

Приведите марки углеродистых сталей, применяемых для изготовления бамперов автомобилей, валов коробки передач, карданных валов

16

Опишите свойства быстрорежущих сплавов; маркировка, применение в автомобильном транспорте

17

Опишите влияние примесей фосфора, серы, кремния, марганца на свойства чугунов

18

Опишите легирующие элементы и их обозначение в марках сталей, влияние легирующих элементов на свойства сталей

19

Приведите марки углеродистых сталей, применяемых для изготовления коленчатых валов, полуосей легковых автомобилей, шпилек головки блока цилиндров

20

Опишите легирующие элементы и их обозначение в марках сталей, влияние легирующих элементов на свойства сталей

**Контрольные вопросы**:

1.Как классифицируются углеродистые стали?

2.Как классифицируются легированные стали?

3.Обозначение легирующих элементов

**Вывод:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №4**

**Тема занятия: Применение цветных металлов**

**Цели занятия: изучить применение цветных металлов**

**Оборудование:** инструкции, справочник, учебник

**Порядок выполнения работы**

1. Повторите материал:

- физические, механические и технологические свойства цветных металлов и их сплавов;

2. Определите химический состав латуней, бронз по их маркам

3.Закрепить знания по условному обозначению марок сплавов на основе цветных металлов согласно ГОСТ;  
 4. Закрепить знания по определению основных свойств сплавов на основе цветных металлов в соответствии с маркировкой и химическим составом

5.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

В современном машиностроении, энергетике, радиоэлектронике и других отраслях народного хозяйства широкое применение находят цветные металлы и сплавы на их основе.

Цветные металлы и их сплавы обладают различными физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, благодаря которым они нашли широкое применение: высокой устойчивостью против коррозии, электро- и теплопроводностью, способностью подвергаться различным видам обработки.

**Медь.** По ГОСТ 859-2001 первичная техническая медь выпускается в виде катодов, слитков, полуфабрикатов, прутков, которые перерабатываются в круглые, квадратные, шестигранные горячекатаные и тянутые ленты, труб, проволоки электротехнической, фольги медной и рулонной и электролитической и медных порошков. Медь в этой продукции в зависимости от массовой доли примесей выпускается следующих марок: М00А, М00БК, М0А, М0, МБ, М1, М2, М2Р, М3, М3Р, М4. В маркировке первичной технической меди приняты следующие обозначения: М – медь; цифры от 00 до 4 – массовая доля естественных примесей от 0,01 до 1,00 %; Б – бескислородная, Р – раскисленная, А – анодная, К – катодная.

**Латуни.** Сплавы меди с цинком называются латунями.

По сравнению с медью латунь обладает более высокой прочностью, твердостью, упругостью, коррозионной стойкостью, меньшей пластичностью и высокими технологическими свойствами (литейными свойствами, деформируемостью и обрабатываемостью резанием). По ГОСТ 15527-70 латунь выпускается в виде проволоки, лент, полос, полос, труб, тянутых и прессованных изделий в отожженном и нагартованном состоянии.

*Простые латуни состоят из меди и цинка*.

Марки простых латуней: Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л63, Л60. Латуни маркируются буквой Л – латунь, после которой стоят цифры, указывающие содержание в ней меди в процентах. Например, Л63 означает, что латунь состоит из 63% меди и 37% цинка.

Сложные латуни состоят из меди, цинка, алюминия, железа, марганца, никеля, олова, свинца и других химических элементов. По ГОСТ 15527-70 выпускаются следующие марки сложных латуней: ЛА77-2, ЛАЖ60-1-1, ЛАМш59-3-2, ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5, ЛЖМц59-1-1, ЛЖС58-1-1, ЛН65-5, ЛЖц58-2, ЛМцА57-1-1, ЛО90-1, ЛО70-1, ЛО62-1, ЛО60-1, ЛС63-3, ЛС74-3, ЛС74-3, ЛС64-3, ЛС60-1, ЛС59-1, ЛС59-3, ЛС74-3, ЛМш68-0,05.

Сложные латуни маркируются буквой Л – латунь, после которой следуют буквы, обозначающие легирующие элементы: А – алюминий, Ж – железо, Мц – марганец, К – кремний, С – свинец, О – олово, Мш – мышьяк, Н – никель. Первые цифры, стоящие за буквами, обозначают массовую долю меди в процентах, последующие цифры – массовую долю компонентов в процентах в той последовательности, в какой они приведены в буквенной части условного обозначения. Количество цинка определяется по разности. Например, латунь марки ЛС60-1 имеет следующее содержание компонентов: 60% меди, 1% свинца, 39% цинка.

Приведенные марки сложных латуней обрабатываются давлением. Кроме того, выпускается большая группа литейных латуней в виде чушек (ГОСТ 1020-77) следующих марок: ЛС, ЛСД, ЛС1, ЛОС, ЛК, ЛК1, ЛК2, ЛКС, ЛМцС, ЛМцЖ, ЛЖ, ЛАЖМц.

**Бронзы.** Бронзами называются сплавы меди с оловом и другими химическими элементами. По способу переработки различают литейные и деформируемые бронзы, по химическому составу – оловянистые и безоловянистые.

Оловянистые бронзы (ГОСТ 613-79) выпускаются в виде чушек следующих марок: БрО3Ц12С5, БрО3ЦТС5Н1, БрО4Ц4С17, БрО5Ц5С5, БрО5С25, БрО6Ц6С3, БрО8Ц4, БрО10Ф01, БрО10Ц2, БрО10С10, БрО4Ц7С5.

Безоловянистые бронзы (ГОСТ493-79) выпускаются в виде чушек для последующего литья следующих марок: БрА9Мц2Л, БрА10Мц2Л, БрА9ЖЗЛ, БрА10Ж3Мц2, БрА10Ж4Н4Л, БрА11Ж6Н6, БрА9Ж4Н4Мц1, БрС30, БрА71Мц15Ж3Н2Ц2, БрСу3НЦ3С20Ф.

Маркируют бронзы буквами Бр – бронза, за которыми следуют буквы, обозначающие легирующие элементы, введенные в бронзу: А – алюминий, Ж – железо, Н – никель, С – свинец, Су – сурьма, Ц – цинк, Ф – фосфор, и далее цифры, показывающие содержание этих элементов в процентах. Количество меди определяется по разности.

**Алюминий.** По ГОСТ 11069-2001 в зависимости от химической чистоты выпускается первичный алюминий трех групп: особой чистоты (А999), высокой чистоты (А995, А99, А97, А95), технической чистоты (А85, А8, А7, А7Е, А6, А5, А5Е, АО). В маркировке первичного алюминия цифры соответствуют массовой доле чистого алюминия. Например, марка алюминия А999 означает, что массовая доля чистого алюминия составляет 99,999%, примесей не более 0,001%.

По ГОСТ 2685-75 литейные алюминиевые сплавы выпускаются следующих групп и марок:

- сплавы на основе системы алюминий – кремний - АЛ2, АЛ4, АЛ4-1, АЛ-9, АЛ9-1, АЛ-34, АК9, АК7;

- сплавы на основе системы алюминий – кремний – медь – АЛ3, АЛ5, АЛ5-1, АЛ6, АЛ32 и др.;

- сплавы на основе системы алюминий – медь – АЛ7, АЛ19, АЛ33;

- сплавы на основе системы алюминий – магний – АЛ8, АЛ13, АЛ22, АЛ23, АЛ23-1, АЛ27, АЛ27-1, АЛ28;

- сплавы на основе системы алюминий и прочие компоненты – АЛ1, АЛ11, АЛ21, АЛ24, АЛ25, АЛ30 и др.

Литейные алюминиевые сплавы идут на изготовление фасонных отливок, работающих при различных нагрузках: корпусов приборов, кронштейнов, блоков цилиндров, головок цилиндров, поршней и т.д.

Разновидностью деформируемых алюминиевых сплавов являются силумины, которые иногда также применяются в качестве литейных сплавов. Сплавы в чушках используются для подшихтовки при выплавке деформируемых сплавов, сплавы в слитках – для обработки давлением и в виде готовых изделий, полученных обработкой давлением в горячем и холодном состоянии: прутки, фасонные профили, трубы, листы, ленты, полосы, поковки, штамповки и проволока.

Деформируемые алюминиевые сплавы, неупрочняемые термической обработкой (ММ, М, ДМН, АМ4С, АМг1, АМг2, АМг3, АМг4, АМг4,5, АМгВС, АМг5, АМг6), - это группы сплавов системы алюминий – марганец и сплавы системы алюминий – магний, так называемые сплавы АМг.

Дюралюминий (Д1, Д16, В65, Д18, В95 и др.) – это наиболее распространенный представитель деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термической обработкой.

Алюминиевые сплавы для поковок и штамповок (АК4, АК4-1, АК5, АК6, АК8) обладают высокой прочностью, твердостью, а также пластичностью в горячем состоянии.

**Магний**. В зависимости от массовой доли примесей по ГОСТ 804-95 выпускается первичный магний следующих марок: Мг96 (99,96% магния), Мг95 (99,95% магния), Мг90 (99,90% магния). В состав примесей входят такие химические элементы, как железо, алюминий, марганец, кремний, никель, медь.

По ГОСТ 2856-79 выпускаются следующие магниевые сплавы для производства фасонных отливок в виде чушек: МЛ3, МЛ4, МЛ4пч, МЛ5, МЛ5пч, МЛ6, МЛ8, МЛ9, МЛ10, МЛ11, МЛ12, МЛ15, МЛ19 (пч – повышенной чистоты).

Из этих сплавов получают фасонные отливки сложной формы.

Литейные магниевые сплавы применяют для изготовления деталей в самолетостроении и приборостроении (арматура, штурвалы, корпуса приборов и др.).

К деформируемым магниевым сплавам относятся сплавы на основе алюминия, цинка, марганца, циркония с различной степенью легирования.

По ГОСТ 14957-76 выпускаются следующие марки магниевых деформируемых сплавов: МА1, МА2, МА5, МА8, МА11, МА13, МА14, ВМД1.

Магниевые деформируемые сплавы идут на изготовление различных деталей в авиационной, автомобильной промышленности и станкостроении: масло- и бензобаки, арматура топливных, гидравлических и масляных систем, обшивка самолетов, детали грузоподъемных машин, автомобилей и др.

**Титан.** В зависимости от массовой доли примесей выпускают технический титан следующих марок: ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ1 (ГОСТ 19807-74).

Титановые литейные сплавы выпускают следующих марок: ВТ1, ВТ5Л, ВТ3-1Л, ВТ1Л, ВТ21Л. Титановые литейные идут на изготовление фасонных отливок различной формы и труб.

**Задания:**

1. Определите химический состав:

простых латуней по маркам: Л63, Л85, Л90, Л96;

сложных латуней: ЛАЖ60-1-1Л, ЛА77-2, ЛО70-1, ЛМцЖ52-4-1, ЛА67-2,5.

2. Определите химический состав бронз по их маркам:

БрОЦСН3-7-5-1, БрАЖ9-4, БрАЖН10-4-4Л, БрАЖМц10-3-1, БрОС8-12, БрБН1-7, БрКМц3-1.

3. Выбрать применение цветных металлов и сплавов

4. Преимущества цветных металлов.

5. Задания 3,4 оформить в виде таблице.

**Контрольные вопросы:**

1.Как классифицируются латуни?  
2.Как классифицируются бронзовые сплавы?

3.Как классифицируются алюминиевые сплавы?

4**.** Как классифицируются магниевые сплавы?

5 Как классифицируются титановые сплавы?

**Вывод:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие №5**

**Тема занятия: Определение свариваемости сталей**

**Цель занятия:** Научиться определять свариваемость для различных групп сталей в зависимости от его толщины и типа сварного соединения.  
**Оборудование:** компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература.  
**Порядок выполнения практического занятия :**

1. Изучить методику расчета эквивалента углерода для различных марок сталей при определении свариваемости.
2. Выписать химический состав данной стали.
3. Рассчитать Сэкв для каждой марки стали и дать заключение о свариваемости.
4. Составить отчет.
5. Сформулируйте выводы

**Теоретические сведения:**  
  
Свариваемость сталей оценивается по четырехклассной системе:  
ХС – хорошая свариваемость;  
УС – удовлетворительная свариваемость;  
ОС – ограниченная свариваемость;  
ПС – плохая свариваемость.  
  
Существует целый ряд методик оценки свариваемости. Одна из них: оценка свариваемости по эквиваленту углерода.  
  
Определение свариваемости стали с учетом ее химического состава определяется по формуле:  
  
Описание: http://rykovodstvo.ru/pars_docs/refs/4/3447/3447_html_61875aca.gif, (1)  
  
где C, Mn, Ni, Cr, Mo, V - %-ое содержание компонентов в стали.  
  
С учетом толщины металла поправка к эквиваленту углерода рассчитывается по формуле:  
N = 0,005· S· Сэ, (2)  
  
где N – поправка к эквиваленту углерода;  
  
S – толщина свариваемого металла;  
  
Сэ – эквивалент углерода;  
  
0,005 – коэффициент толщины.  
  
Полный эквивалент углерода рассчитывается по формуле:  
  
Сэкв = Сэ(1 + 0,005·S), (3)  
  
Стали, у которых Сэ = 0,2...0,45%, хорошо свариваются, не требуют предварительного подогрева и последующей термообработки.  
Предварительный подогрев в случае необходимости может определяться по формуле:  
  
Описание: http://rykovodstvo.ru/pars_docs/refs/4/3447/3447_html_md48354e.gif, (4)  
**Задание:** 1.Расчет эквивалента углерода для заданных сталей.

Таблица 1 – Химический состав сталей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | ГОСТ | Содержание элементов, % | | | | | | |
| C | Si | Mn | Cr | Ni | Cu | Другие элементы |
| Cт3пс | 380-94 | 0,14-0,22 | 0,05-0,17 | 0,40-0,85 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |  |
| 09Г2 | 19281-89 | <0.12 | 0,17-0,38 | 1,40-1,80 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |  |
| 14Г2 | 19281-89 | 0,12-0,18 | 0,17-0,37 | 1,20-1,60 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |  |
| 17ГС | 19281-89 | 0,14-0,20 | 0,40-0,60 | 1,0-1,40 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |  |
| 09Г2С | 19281-89 | <0,12 | 0,50-0,80 | 1,30-1,70 | <0.3 | <0.3 | <0.3 |  |
| 10ХСНД | 19281-89 | <0,12 | 0,80-1,10 | 0,50-0,80 | 0,6-0,9 | 0,5-0,8 | 0,4-0,6 |  |
| 10ХНДП | 19281-89 | <0,12 | 0,17-0,37 | 0,30-0,60 | 0,5-0,8 | 0,3-0,6 | 0,3-0,5 | Фосфор  0,070-0,012 |

**Контрольные вопросы:**

1.Как оценивается свариваемость по эквиваленту углерода?

2.Оцените свариваемость заданных сталей.

3.Чему равно предельное содержание эквивалента углерода для хорошо свариваемых сталей?

**Вывод**:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие №6**

**Тема занятия**: **Расшифровка условных обозначений сварочной проволоки**

**Цель занятия: Приобрести практические навыки при расшифровке условные обозначения сварочной проволоки для сварки различных сталей**

**Оборудование:** компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Изучить условное обозначение сварочной проволоки для сварки и наплавки углеродистых, низколегированных и легированных сталей.

3.Расшифровать условное обозначение сварочной проволоки (по карточкам).

4.Ответить на контрольные вопросы.

5.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

***Сварочными***называют материалы, обеспечивающие возможность протекания сварочных процессов и получения качественных сварных соединений.

**К ним относят:**

* присадочные металлы,
* покрытые электроды,
* флюсы,
* защитные газы.

Большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

***Присадочные материалы (металлы).***В большинстве случаев состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции. Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений.

**Присадочные металлы используют в виде:**

* металлической проволоки сплошного сечения,
* металлической проволоки с порошковым сердечником,
* прутков,
* пластин,
* лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям.

**Проволока стальная сварочная и наплавочная.**

Для дуговой сварки и наплавки применяют специальные сварочные и наплавочные проволоки. Холоднокатаную стальную ***сварочную проволоку***сплошного сечения выпускают по ***ГОСТ 2246-70\*,*** где она классифицируется по группам и маркам стали. ГОСТ предусматривает**77** марок разного химического состава.

**Сварочную проволоку разделяют на 3 группы:**

1. **6**марок из низкоуглеродистой стали с содержанием легирующих элементов ***до 2,5%***– ***Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2А;***
2. **30**марок из легированной стали с содержанием легирующих элементов ***от 2,5 до 10%*** - ***Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-18ХГС*** и др.;
3. **41**марку из высоколегированной стали с содержанием легирующих элементов ***более 10%*** - ***Св-12Х11НМФ, Св-10Х17НТ, Св-06Х18Н9Т.***

***Обозначение марок проволок состоит из сочетания букв и цифр и расшифровывается следующим образом:***

**Св**– сварочная; цифра после Св – содержание углерода в сотых долях процента ( например **08**означает 0,08% углерода);

**А**– повышенная чистота металла по содержанию серы и фосфора;

**АА**– более пониженное содержание серы и фосфора по сравнению с проволокой Св-08А; последующие буквы – условное обозначение легирующих элементов; цифры после буквенных обозначений - среднее содержание легирующих элементов в процентах (при содержании легирующего элемента менее 1% цифра не ставится).

Химические элементы в сталях условно обозначают следующим образом:

**Пример**обозначения проволоки диаметром 4 мм из легированной стали, содержащей 0,06-0,10 % С; 0,45-00,70 % Si; 1,15-1,45 % Мп; 0,85-1,15 % Сг; не более 0,3 % Ni; 0,40-0,60 % Мо; не более 0,025 % Р, обозначается :

**Проволока 4Св-08ХГСМА ГОСТ 2246-70.**

**Проволоку различают по назначению:**

Описание: hello_html_m4d466bb7.png Для сварки (наплавки) и для изготовления электродов (условное

обозначение **– Э**).

Описание: hello_html_m4d466bb7.png Низкоуглеродистую и легированную проволоку выпускают неомеднѐнной и омеднѐнной (условное обозначение – **О**) для предохранения еѐ поверхности от коррозии. Омеднѐнную поставляют по особому требованию заказчика.

Кроме того, **по особому требованию заказчика** изготавливают проволоку из стали, **выплавленной**:

Описание: hello_html_m4d466bb7.png электрошлаковым (**Ш**),

Описание: hello_html_m4d466bb7.png вакуумно-дуговым (**ВД**) или

Описание: hello_html_m4d466bb7.png вакуумно-индукционным (**ВИ**) методами (переплавом).

При этом оговариваются дополнительные требования к металлу проволоки с точки зрения допустимого содержания в нем вредных примесей и газов.

**Пример:**

1. **Проволока 3Св - 08А - О ГОСТ 2246-70 -**сварочная проволока диаметром 3 мм, марки Св-08А с омеднѐнной поверхностью.
2. **Проволока 2,5 Св-08ХГСМФА-ВИ-Э ГОСТ2246-70 –**сварочная проволока диаметром 2,5 м, марки Св-08ХГСМФА из стали, выполненной в вакуумно-индукционной печи, предназначенная для изготовления электродов.

Стальная ***наплавочная проволока***по ***ГОСТ 10543-98*** изготавливается диаметром от 0,3 до 8,0 мм, по химическому составу разделяется на три группы:

1. **9**марок из углеродистой стали – Нп-25, Нп-30 и т.д.;
2. **11** марок из легированной стали – Нп-10Г, Нп-50Г, Нп-30ХГС и др.;
3. **11** марок из высоколегированной стали – Нп-20Х14, Нп-30Х10Г10Т и др.

Проволока используется для наплавки под флюсом, в защитных газах, при электрошлаковой наплавке и для изготовления покрытых электродов. Марку проволоки выбирают в зависимости от назначения и требуемой твѐрдости металла наплавленного слоя. Используемая для наплавки обрезная холоднокатанная лента имеет толщину от 0,4 до 1,0 мм при ширине от 20 до 100 мм. Ленту поставляют в рулонах

**Контрольные вопросы:**

1. Какие материалы называют сварочными?
2. Как выбирают присадочные материалы?
3. Какие виды присадочных материалов вы знаете?
4. Перечислите требования, предъявляемые к сварочной проволоке.
5. В каком виде поставляется сварочная проволока?
6. Что содержит сертификат, сопровождающий партию сварочной проволоки?
7. Как очищают присадочный материал?
8. Назовите ГОСТ, по которому выпускают сварочную проволоку?
9. Как классифицируется сварочная проволока по химическому составу?
10. Для чего предназначена сварочная проволока марки Св-18ХГС, Св-08А.
11. Как обозначают проволоку для сварки (наплавки) и для изготовления электродов?
12. Какую проволоку выпускают по требованию заказчика?
13. Какой диаметр имеет стальная наплавочная проволока?
14. Как классифицируют наплавочную проволоку по химическому составу?
15. Для чего используют стальную наплавочную проволоку?
16. Как выбирают стальную наплавочную проволоку?
17. Назовите параметры наплавочной ленты.
18. Как поставляют ленту?

**Вывод:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие № 7**

**Тема занятия: Изучение "Функции покрытий электродов"**

**Цель занятия: Приобрести практические навыки при изучении материала "Функции покрытий электродов"**

**Оборудование:** компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Изучить и законспектировать "Функции покрытий электродов"

3.Ответить на контрольные вопросы.

4.Сформулируйте выводы

**Теоретические сведения**

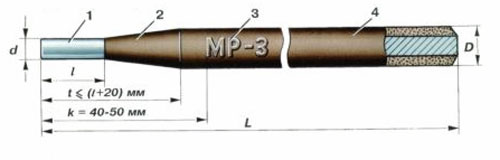
**Классификация покрытий электродов**

В качестве сварочных материалов для электродуговой сварки применяются штучные электроды, сварочная и порошковая проволока.

Электроды для дуговой сварки бывают двух основных типов: ***плавящиеся и неплавящиеся.***

Для ручной дуговой сварки сталей широко применяются ***плавящиеся металлические электроды*** в виде стержней длиной **до 450 мм** из сварочной проволоки с нанесенным на них слоем покрытия **4**.

Один из концов электрода **1** на длине **20…30** мм освобожден от покрытия для зажатия его в электрододержателе с целью обеспечения электрического контакта.

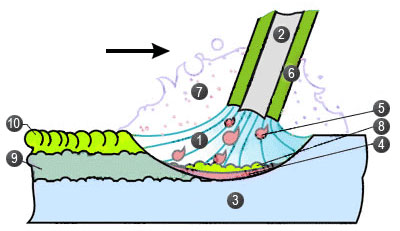


**Рис. *Плавящийся электрод:*** ***1****- стержень,****2****- участок перехода,****3****- марка электрода,****4****- покрытие*.

Стержни электродов для сварки стали изготавливаются из низкоуглеродистой, легированной или высоколегированной сварочной проволоки. Стандартом предусматривается **77 марок** стальной проволоки, идущей на изготовление штучных электродов диаметром **от 1,6 до 6 мм.**

Покрытие сварочных электродов представляет собой смесь порошкообразных материалов, нанесенных на металлический стержень. Оно выполняет множество функций, которые направлены на достижение двух основных целей, преследуемых в процессе сварки - обеспечение стабильности горения дуги и придание металлу сварного шва необходимых свойств.

Покрытие сварочных электродов оказывает множественное действие: образует атмосферу защищающую металл от кислорода и азота, находящихся в воздухе, стабилизирует горение дуги, удаляет вредные примеси из расплавленного металла, легирует его с целью улучшения свойств.

 **Рис. *Покрытие электрода в действии:*** ***1****- дуга,****2****- электрод,****3****- свариваемый металл, 4 - сварочная ванна,****5****- капли расплавленного электрода, 6 - покрытие,****7****- газовое облако,****8****- шлаковая ванна,****9****- сварочный шов,****10****- шлаковая корка.*



Для сварки цветных металлов и их сплавов наряду с неплавящимися применяют плавящиеся электроды из соответствующих металлов и сплавов - алюминия, меди, никеля, бронзы, латуни и т.п.

**Рис. *Сварочные электроды***

**Все покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:**

* обеспечивать стабильное горение дуги;
* физические свойства шлаков, образующихся при плавлении электродов, должны обеспечивать нормальное формирование шва и удобное манипулирование электродом;
* не должны проходить реакции между шлаками, газами и металлом, способные вызвать образование пор в сварных швах;
* материалы покрытия должны хорошо измельчаться и не вступать в реакцию с жидким стеклом или между собой при изготовлении покрытия;
* должны обеспечивать получение металла шва требуемых химического состава и свойств;
* обеспечивать равномерное расплавление электродного стержня и покрытия;
* обеспечивать высокую производительность при небольших потерях электродного материала на угар и разбрызгивание;
* состав покрытий должен обеспечивать приемлемые санитарно-гигиенические условия труда при изготовлении электродов и в процессе их сгорания;
* шлаки, образующиеся при плавлении покрытия должны быть иметь плотность меньшую, чем плотность металла сварочной ванны, что обеспечит его всплывание из сварочной ванны;
* шлак должен покрывать сварной шов по всей поверхности ровным слоем;
* шлак должен легко отделяться от сварного шва.

**Функции покрытий электродов:**

**Кислое покрытие***-*обозначается буквой **А** и свидетельствует, что в состав этих покрытий имеется значительное количество материалов рудного происхождения

***Марки электродов***: **АНО-2, СМ-5, ЦМ-7,** содержащие кислые компоненты: ***оксиды железа, марганцевую руду, кремнезем, титановый концентрат***, обеспечивающие *шлаковую защиту* и большое количество ***ферромарганца,*** необходимого для *раскисления* металла шва и увеличения производительности за счет ***железа***, переходящего из покрытия в металл шва.

Сварку электродами с этим видом покрытия можно производить на ***переменном и постоянном токах любой полярности во всех пространственных положениях.*** В процессе сварки этими электродами сварочная ванна бурно кипит вследствие активного раскисления металла сварочной ванны углеродом, поэтому при сварке длиной дугой и на форсированных режимах по окалине или ржавчине получаются плотные швы без пор.

**Преимущества:**

* хорошая стабильность горения дуги при сварке переменным током,
* можно производить сварку по ржавым и окисленным поверхностям,
* легкое зажигание дуги,
* высокую производительность процесса сварки.

**Недостатками** кислых покрытий электродов являются:

* склонность металла шва к образованию кристаллизационных трещин;
* повышенное разбрызгивание металла;
* значительное выделение в процессе сварки вредных марганцевых соединений;
* большая склонность металла к механическому старению;
* склонность шва к образованию пор (из-за большого содержания марганца) .

Электроды с кислым покрытием ***применяют*** для сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей в строительстве и машиностроении в заводских и монтажных условиях.

**Основное покрытие*-***обозначается буквой **Б**. Это покрытие содержит: ***карбонат кальция СаСО33, карбонат магния, плавиковый шпат СаF2, мрамор, мел*** – обеспечивающие*шлаковую* защиту; ***ферросплавы*** и некоторое количество ***кремнезема***.

***Марки электродов***: **УОНИ-13/45, УОНИ-13/55,** **ОЗС-2.**

Электроды с покрытием этого вида применяются для сварки швов во всех пространственных положениях с получением сварных соединений повышенной прочности и пластичности.

Для сварки используют в основном ***постоянный ток обратной полярности***. Чтобы использовать электроды этого вида для сварки на переменном токе, в покрытие вводят материалы, содержащие легко ионизирующие элементы: ***калиевое жидкое стекло, поташ, кальцинированную соду и др***.

**Преимущества:**

* Металл шва, наплавленный электродами с основным покрытием, обладает минимальным содержанием кислорода и азота, мало насыщается водородом,
* Минимально загрязнен неметаллическими включениями и вредными примесями серы и фосфора,
* Обладает хорошей стойкостью против образования кристаллизационных трещин и старения, высокими показателями ударной вязкости как при положительных, так и при отрицательных температурах.

Поэтому эти электроды***предназначаются*** для сварки конструкций, трубопроводов, сосудов из углеродистых и конструкционных сталей, жестких конструкций из литых углеродистых и низколегированных высокопрочных и высоколегированных сталей и сплавов в заводских и монтажных условиях.

**Недостатками**основного покрытия является:

* низкая стабильность горения дуги: образование большого числа отрицательных ионов фтора при плавлении покрытия приводит к уменьшению проводимости дугового разряда и снижению устойчивого горения дуги, поэтому сварка возможна только на постоянном токе обратной полярности,
* повышенная склонность к образованию пор в швах при сварке удлиненной дугой, при больших зазорах, при наличии окалины и коррозии на поверхности свариваемого металла, при увлажнении покрытия

**Целлюлозное покрытие*-***обозначается буквой **Ц**. Оно содержит преимущественно (до 40 %) материалы органического происхождения (***крахмал, , оксицеллюлозу, древесную муку***), которые, разлагаясь под действием теплоты дуги, обеспечивают интенсивную *газовую защиту* расплавленного металла. *Шлакообразующим* в данном покрытии служит ***титановый концентрат***, ***рутил TiO2****раскислителем* ***– ферромарганец***.

***Марки электродов***:**ВЦС-1, ВЦС-2, ВЦС-4, ОЗЦ-1-1**

При сварке на торце электрода появляется конусная втулка из нерасплавящегося покрытия, что способствует образованию направленного потока газов, который обеспечивает оттеснение жидкого металла из-под дуги и обеспечивает более глубокое проплавление основного металла, хорошая стабильность горения дуги при использовании переменного и постоянного тока.

Они образуют небольшое количество шлака, что позволяет применять их для сварки швов ***во всех пространственных положения переменном и постоянном токах любой полярности***.

По механическим свойствам соответствуют электродам типа Э-42.

**Недостатками**электродов с целлюлозным покрытием являются:

* повышенная склонность металла шва к холодным трещинам (наводороживание металла) и к горячим трещинам при повышенном содержании углерода и серы,
* значительное разбрызгивание металла,
* большая чувствительность покрытия к перегреву при просушке и прокалке электродов (выгорание органических составляющих)

***Применяют*** для сварки трубопроводов и конструкций из низкоуглеродистых сталей, в том числе корневых швов неповоротных магистральных трубопроводов методом опирания сверху вниз с высокой скоростью, достигающей 25 м/ч из низколегированных сталей в монтажных условиях. Применяются для сварки деталей малой толщины.

**Рутиловое покрытие*-***обозначается буквой **Р**.

***Марки электродов***:**АНО-3, АНО-4, АНО-6, МР-3, МР-4, ОЗЦ-3,** **ОЗЦ-4,** **ОЗЦ-6,**

Это покрытие содержит минералы: ***рутил ТiО2, рутиловый концентрат, мусковит, магнезит***, обеспечивающие *устойчивость горения дуги*, **шлаковую защиту**, а за счет диссоциации некоторых элементов частичную газовую защиту. *Раскисление и легировани*е достигается наличием ***ферромарганца***, а *газовая защита* – ***целлюлозой.***

Сварку электродами с этим видом покрытия можно производить на ***переменном и постоянном токах любой полярности во всех пространственных положениях.***

**Преимущества:**

* не склонны к образованию пор в металле шва при коррозии и окалине на свариваемых кромках, при удлинении дуги.
* наименее вредны для сварщиков,
* обладают хорошими сварочно-технологическими свойствами:
* хорошая стабильность горения дуги при сварке на переменном и постоянном токе,
* низкая разбрызгиваемость металла,
* легкая отделяемость шлаковой корки,
* хорошее формирование швов во всех пространственных положениях, легкое зажигание дуги.

**Недостатками**электродов с рутиловым покрытием являются:

* склонность к появлению пор при сварке на повышенных режимах тока, при сварке угловых швов тавровых соединений с зазорами.
* металла швов характеризуется низкой длительной пластичностью.

***Применяются*** для сварки конструкций из низкоуглеродистой и низколегированной сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа в строительстве и машиностроении.

**Прочие покрытия*-***обозначаются буквой **П**.

**Смешенные покрытия***.*К ним относят электроды с кисло-целлюлозным (**АЦ**), рутилово-основным (**РБ**), кисло-рутиловым (**АР**), рутилово-целлюлозным **(РЦ**) и другими видами покрытий.

К электродам ***с кисло-целлюлозным покрытием*** причисляют электроды марки

**ОМА-2**, предназначенные для сварки тонколистовых конструкций (толщиной 1…3 мм) из углеродистых низколегированных сталей постоянным и переменным током.

К электродам с ***кисло-рутиловым (ильменитовым) покрытием*** относят электроды марок **ОММ-5, АНО-6, АНО–6М, АНО-17** и др. Они содержат в покрытие ильменит (FeO·TiO2) и предназначены для сварки конструкций из углеродистых сталей во всех пространственных положениях постоянным и переменным током.

Электроды с ***рутилово-основным***покрытием предназначены для сварки оборудования из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 490 МПа, когда предъявляются повышенные требования к пластичности и ударной вязкости металла сварных швов. К ним относятся электроды марок **МР-3, АНО-30, ОЗС-28**и др.

Кроме указанных видов покрытий имеются ***специальные электродные покрытия:*** ***гидрофобные,*** для сварки и наплавки цветных металлов, а также их сплавов и др.

***Гидрофобные***покрытия предназначены для выполнения сварочных работ в особо влажных условиях: при повышенной влажности воздуха, под водой и т. д. В них добавляют до 10 % специальных гидрофобных полимеров, которые в процессе полимеризации заполняют поры между частицами покрытия и перекрывают пути проникновения влаги в его внутренние слои. Для сварки лежачим или наклонным электродом используют специальные электроды марок **НЭ-1, НЭ-5, ОЗС-17Н** и др. В этом случае часто применяют удлиненные конструкции электродов **до 2 м,** ***диаметром*** до **8 мм** с покрытием большой толщины. Конкретный состав покрытия и стержня определяет марка данного электрода. Ее обозначение часто содержит начальные буквы организации, в которой был разработан электрод, и порядковый номер разработки.

**Контрольные вопросы:**

1.Дайте определение плавящегося электрода.

2.Назовите основные части плавящегося электрода.

3.На какую часть поверхности стержня наносят покрытие?

4.Для чего наносят покрытие на стержень электрода?

5.Назовите составляющие электродного покрытия.

6.Какие химические элементы обеспечивают стабильное горение дуги?

7.В каких материалах присутствуют К, Na, Са?

8.Для чего предназначены шлакообразующие компоненты?

9.Как шлакообразующие компоненты защищают электродный металл и поверхность металла шва?

10.Какие материалы относятся к шлакообразующим?

11.Назовите температуру плавления шлака.

12.Каким образом газообразующие компоненты обеспечивают защиту сварочной ванны?

13.Почему химические элементы, входящие в состав покрытия удаляют кислород из сварочной ванны?

14.Какие вещества вводят в покрытия для раскисления сварочной ванны?

15.Для чего в состав покрытия вводят легирующие элементы?

16.Зачем в состав покрытия добавляют жидкое число?

17.Как называются компоненты, улучшающие формирование покрытия на электродном стержне?

18.Назовите материалы, входящие в покрытие одновременно выполняющие несколько функций.

19.Какие функции при сварке выполняют ферросплавы, входящие в состав покрытия?

20.Какие требования предъявляют к электродным покрытиям?

21.Какие компоненты кислого покрытия обеспечивают раскисление металла шва и газовую защиту?

22.Назовите основное достоинство кислых покрытий.

23.Назовите недостатки кислых покрытий.

24.Чем обеспечивается газовая защита при сварке основным покрытием?

25.Дайте характеристику наплавленного металла при использовании основного покрытия.

26.Для каких конструкций предназначены электроды с основным покрытием?

27.Какие материалы входят в состав целлюлозного покрытия?

28.Какую защиту обеспечивают материалы органического происхождения?

29.Для чего в целлюлозное покрытие введен титановый концентрат (рутил)?

30.Назовите основные компоненты рутилового покрытия.

31.Какую защиту обеспечивает магнезит?

32.Какие материалы обеспечивают раскисление и легирование металла шва при использовании рутилового покрытия?

33.Как обозначаются прочиепокрытия?

34.Какие смешенные покрытия вы знаете?

35.Для чего предназначены гидрофобные покрытия?

36.Как "ведут" себя гидрофобные полимеры во время сварки при повышенной влажности воздуха?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №8**

**Тема занятия**: **Построение структурной схемы условного обозначения металлического электрода. Расшифровка условных обозначений электродов**

**Цель занятия:**Приобрести практические навыки при расшифровке условные обозначения сварочных электродов

**Оборудование:** Методические рекомендации по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Начертить структурную схему условного обозначения металлического электрода
3. Изучить условное обозначение сварочных электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей.
4. Изучить условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов.
5. Изучить международные и национальные системы обозначения электродов.
6. Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале).
7. По описанию составить структурную схему условного обозначения электрода: ***Тип электрода Э46А, марка УОНИ-13/45, предел прочности наплавленного металла менее 600МПа, ГОСТ 9467-75, электроды имеют диаметр 3 мм, предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей, покрытие - среднее; содержание серы в наплавленном металле допускается до 0,04 %, фосфора – до 0,045 %, электроды имеют минимальное временное сопротивление разрыву 430 МПа, вид покрытия – основное, сварка возможна во всех пространственных положениях, производится на постоянном токе обратной полярности. Номер стандарта, определяющего общие требования к электродам – 9466-75.***
8. Ответить на контрольные вопросы.
9. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**Условное обозначение электродов для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей**

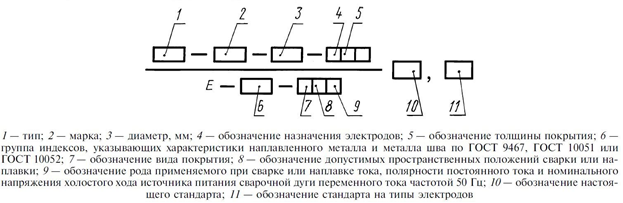


Рис. 1 *Структурная схема условного обозначения металлического электрода*

**Обозначение электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа и электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа.**

**А)** **Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75**

**Е432(5)-Б10**

**Б)** **Э85-УОНИ-13/85-2,0-ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75**

**Е-13Г2СМ-0-Б20**

**А)**- **обозначение электрода для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа;**

**Б)- обозначение электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600МПа**

**В наименовании типа электрода содержится буква Э, после которой приведено временное сопротивление разрыва, кгс/мм2 (например, Э38, Э42, Э50). У некоторых типов электродов после цифр поставлена буква А, что указывает на более высокие характеристики пластичности наплавленного металла. У электродов этих типов регламентированы механические характеристики (*временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, коэффициент наплавки и угол изгиба*), а также содержание *серы и фосфора*** в наплавленном металле.

Согласно требованиям **ГОСТ 9466-75** в условном обозначении электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа в знаменателе ***(рис.1и рис. 2, А)*** группа индексов, относящаяся к показателям наплавленного металла, должна быть записана следующим образом: первые два индекса указывают минимальное значение временного сопротивления разрыву (**σв, кг/мм2**), а третий индекс характеризует одновременно минимальные значения относительного удлинения (**δs, %)** и температуры (***Тх,*ºС**), при которой определяется ударная вязкость.

В условном обозначении электродов (***рис. 2, Б***) для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа группа индексов, обозначающих характеристики наплавленного металла и металла шва, указывают среднее содержание основных химических элементов в наплавленном металле и минимальную температуру, при которой ударная вязкость не менее 35 Дж/см2.

Эта запись (**13Г2СМ-0**) включает: **а)** ***первый индекс*** – двузначное число, соответствующее среднему ***содержанию углерода в сотых долях процента***;

**б)** ***последующие индексы***, каждый из которых состоит из буквенного обозначения соответствующего химического элемента и расположенного за ним числа,показывающего среднее ***содержание элемента в наплавленном металле*** (с погрешностью до 1 %); **в)** ***последний индекс,*** характеризующий ***минимальную температуру***, при которой ударная вязкость составляет не менее 35 Дж/см2

**Условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов**

***Обозначение электродов для сварки теплоустойчивых сталей.***

**ГОСТ 9467-75** предусматривает**9 типов** электродов для сварки теплоустойчивых сталей. В основу классификации электродов положены химический состав наплавленного металла и его механические свойства – временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и ударная вязкость. Обозначение типов электродов состоит из индекса**Э** (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв. ***Две первые цифры*** соответствуют среднему ***содержанию углерода в наплавленном металле в сотых долях процента***. Среднее содержание основных ***химических элементов*** указано в процентах после буквенных обозначений химических элементов. У электродов для сварки теплоустойчивых сталей вводится ***дополнительный индекс***, указывающий максимальную температуру *Т*х, 0С, при которой нормированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва

Например, электроды типа ***Э-09Х1МФ*** для сварки теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9466-75 имеют маркировку:

**Э-09Х1МФ - ЦЛ-20 - 4,0 - ТД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75**

**Е-27 - Б10**

Марка покрытия (**ЦЛ-20**), диаметр электрода **(4 мм**), вид свариваемых сталей (**Т**- теплоустойчивые), обозначение толщины покрытия (**Д** – толстое), группа электродов по качеству **(3**). В знаменателе: первый индекс (2), аналогичный третьему индексу (0, см. выше, пример Б), для легированных конструкционных сталей с σв > 600 МПа и характеризует минимальную температуру *Т*х = 00, следующий индекс, равный **7** - температура эксплуатации 570…5850 С вид электродного покрытия (**Б**– основное). Сварка выполняется во всех пространственных положениях (**1**) на постоянном токе обратной полярности (**0**).

***Обозначение электродов для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.***

**ГОСТ 10052-75** устанавливает **49** **типов**электродов для сварки хромистых и хромоникелевых сталей, коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких легированных сталей мартенсито-ферритного, ферритного, аустенито-ферритного и аустенитного классов. В основу классификации электродов положены химический состав и механические свойства наплавленного металла. Для некоторых типов электродов нормируется также содержание в структуре металла шва ферритной фазы, его стойкость к межкристаллитной коррозии и максимальная температура, при ко торой регламентированы показатели длительной прочности металла шва.

**Э-10Х25Н13ГБ - ЦЛ-9 - 5,0 - ВД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75**

**Е-2075 - Б30**

Обозначение таких электродов отличается только группой индексов (**2075**), характеризующих наплавленный металл и металл шва: **2** - стойкость против межкристаллитной коррозии при **0** – требования в отношении максимальной рабочей температуры наплавленного металла и металла шва **7** – максимальная рабочая температура сварных соединений, при которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, составляет 910…1000ºС **5**– содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2…10 % Если структура металла не двухфазная (А + Ф), то числовой индекс, характеризующий наплавленный металл, будет содержать только три цифры.

***Обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.***

**ГОСТ 10051-75** регламентирует **44 типа** электродов для наплавочных работ.

**Э-10Г3 - ОЗН-300У - 4,0 - НД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75**

**Е-300/2-1 - Б40**

Принцип обозначения химического состава прежний. В группе индексов характеризующих наплавленный металл (**300/2-1**) ***первый индекс*** (**300**) указывает среднюю твердость наплавленного металла по Виккерсу; ***первая цифра*** после косой черты (**2**) характеризует твердость НRС. ***Вторая цифра*** (**1**) показывает условия получения регламентируемой твердости: 1 – непосредственно после наплавки; 2 – после термообработки.

***Международные и национальные системы обозначения электродов.***

В разных странах используют различные системы обозначения электродов. Классификация электродов может быть по ***международному*ISO**; ***европейскому*** **EN**; ***американскому*** **AWS** и ***немецкому*** **DIN** стандартам.

***Пример:***классификация электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей в соответствии с ISO 2560

**Е 432 RR 160 4 6**

**Е 432**предел прочности **430…510** МПа, минимальное относительное удлинение **20 %,** минимальная температура для обеспечения ударной вязкости **28 Дж/см2**, 0С - **20**; **RR**– рутиловое покрытие большой толщины; **160**– производительность (переход металла в шов) – **155-165 %;** **4**– нижнее положение (стыковые и угловые швы); **6**– обратная полярность, напряжение холостого хода источника питания 70 В.

**Расшифровать** **условное обозначение электродов (варианты –):**

**Задание:***Прочитайте и опишите условное обозначение*

*электродов:*

Э46 – АНО – 4 – 3,0 –УД

1) ----------------------------------- ГОСТ 9467-75;

Е 432 – Р – 2 1

Э50А – ЦУ – 7 – 5,0 – УС

2) ----------------------------------- ГОСТ 9467-75;

Е 431(5) Б – 2 0

Э38 - УОНИ 13/46 – 4,0 – УМ

1. --------------------------------------- ГОСТ 9467-75;

Е432 – А – 1 0

4. Э50А - УОНИ-13/55 - 3,0 – УД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

Е 51 7 – Б20

5.Начертить схему обозначения электрода

**Контрольные вопросы:**

1. Для сварки на переменном токе используются электроды:

2.Какие марки электродов не требуют тщательной подготовки кромок под сварку?

3.Электроды какой марки менее чувствительны к увлажнению покрытия электрода?

4.Какие электроды рассчитаны на сварку предельно короткой дугой?

5.Какой документ определяет структурную схему условного обозначения электродов?

6.Сколько пунктов в структурной схеме?

7. Как обозначаются электроды для сварки в любом пространственном положении?

8.Какой буквой обозначается тип электрода?

9.Какими буквами в структурной схеме обозначены электроды исходя из их назначения?

10.Для чего предназначены электроды, обозначенные буквой "У"?

11.Какой буквой обозначены электроды для наплавки?

12.Определите толщину покрытия, если d = 3,0, D = 5?

13.Как определить величину покрытия?

14.Чему равно отношение D/d у толстопокрытых электродов?

15.Как обозначается покрытие, у которого D/d > 1,8?

16.Назовите покрытие, у которого D/d < 1,2.

17.Какие химические элементы регламентирует группа качества в покрытии?

18.Назовите группу качества у самых качественных электродов.

19.Что характеризует группа цифр, обозначенная цифрой **7**в структурной схеме?

20.Назовите типы покрытий? Как они обозначаются?

21.Если в состав покрытия входит более 20 % железа, как оно обозначается?

**Карточка для проверки знаний по теме: «*Расшифровка обозначений электродов*».**

1.Назначение электродов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Расшифруйте вид покрытия:

А \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Б \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ц \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Р \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Назначение электродов:

У\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Л \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Н \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Т \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Что такое толщина покрытия электродов? \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Расшифруйте тип электрода Э48А \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Перечислите назначение покрытия плавящегося электрода\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7. В зависимости от чего выбирают диаметр электрода \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

8. Какой буквой обозначаются электроды с толстым покрытием? \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9.Расшифруйте, для какого пространственного положения предназначен электрод с цифровым обозначением:

1 - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2 - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3 - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4 - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

10. К каким типам электродов предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости?

а)  Э50А.

б)  Э46.

в)  Э42.

Ответы к заданию по теме: «*Расшифровка обозначений электродов*».

1.Назначение электродов:

*подведение тока к сварочной дуге.*

2.Расшифруйте вид покрытия:

А - *кислое;*

Б - *основное;*

Ц - *целлюлозное;*

Р - *рутиловое.*

3.Назначение электродов:

У – *для сварки углеродистых и низколегированных сталей;*

Л – д*ля сварки легированных конструкционных сталей;*

Н – *для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами;*

Т – *для сварки легированных теплоустойчивых сталей;*

В – *для сварки высоколегированных сталей.*

4.Что такое толщина покрытия электродов?

*Отношение диаметра покрытия к диаметру стержня электрода.*

5.Расшифруйте тип электрода Э48А:

*Электрод (предел прочности 480 Мпа) с повышенными пластическими свойствами.*

6. Перечислите назначение покрытия плавящегося электрода:

*Защита сварочной ванны от кислорода и азота воздуха;*

*теплоизоляция расплавленного металла шва;*

*стабилизация горения сварочной дуги;*

*легирование сварного шва.*

7. В зависимости от чего выбирают диаметр электрода:

*От толщины свариваемого металла.*

8. Какой буквой обозначаются электроды с толстым покрытием?

*Д*

9.Расшифруйте, для какого пространственного положения предназначен электрод с цифровым обозначением:

1 - *для всех положений;*

2 – *для всех положений, кроме вертикального «сверху вниз»;*

3 - *для нижнего, горизонтального и вертикального «снизу вверх»;*

4 – *для нижнего и нижнего в «лодочку».*

10. Расшифруйте маркировку электрода:

Э50А – УОНИИ - 15/55 – 5,0 – УД

Е-431 - Р - 21

*Э50А – электрод (предел прочности 500 Мпа) с повышенными пластическими свойствами;*

*УОНИИ – 15/55 – марка электрода;*

*5,0 – диаметр электрода 5 мм.*

*У – для сварки углеродистых низколегированных сталей;*

*Д – покрытие толстое;*

*Е-431 – характеристика наплавленного металла шва;*

*Р – покрытие рутиловое:*

*2 – для всех положений, кроме вертикального «сверху вниз»;*

*1 – сварка на переменном токе.*

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

10-9 правильных ответов – 5 (отлично)

8-7 правильных ответов – 4 (хорошо)

6-5 правильных ответов -3 (удовлетворительно)

Менее 5-и правильных ответов - 2 (неудовлетворительно)

**Вывод:**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие №9**

**Тема занятия:** **Выбор режима ручной сварки покрытыми электродами**

**Цель занятия:**Научиться выбирать режим сварки покрытыми электродами

**Оборудование:**

-пост для сварки на переменном и постоянном токе.

- пластины из низкоуглеродистой стали;

- электроды марок АНО-4 или УОНИ 13/45; dэ=4 мм.

-таблицы, плакаты

Справочная литература:

**Порядок выполнения практического занятия:**

1. Выбрать диаметр электрода

2. Определить величину сварочного тока по формуле.

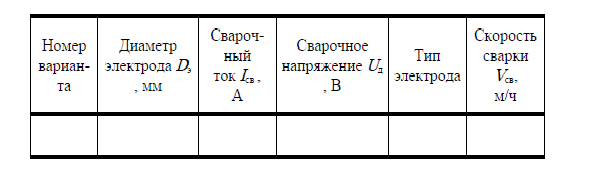
3. Определить напряжение на дуге по формуле

4. Выбрать тип и марку электрода.

5. Полученные данные занести в табл.1

6. Сформулируйте вывод

Таблица1



**Теоретические сведения:**

Режимом сварки называют совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, форм и качества. При РДС такими характеристиками являются: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, род тока, полярность и др. Примерное соотношение между диаметром электрода и толщиной листов свариваемого изделия приведено ниже:

https://iknigi.net/books_files/online_html/20072/i_103.png

При сварке многопроходных швов стремятся сварку всех проходов выполнять на одних и тех же режимах. Исключением является первый проход. При ручной сварке многопроходных швов первый проход выполняется, как правило, электродами диаметром 3—4 мм, так как применение электродов большего диаметра затрудняет провар корня шва.

Для приближенных расчетов силы сварочного тока на практике пользуются формулой:

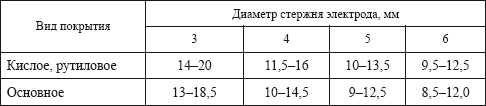
Iсв = kd,

где *d*– диаметр стержня электрода, мм;

*k*– коэффициент, принимаемый в зависимости от диаметра электрода:

https://iknigi.net/books_files/online_html/20072/i_104.png

**Допустимая плотность тока (А/мм2) в электроде при ручной дуговой сварке**



Напряжение дуги при РДС изменяется в пределах 20—36 В и при проектировании технологических процессов ручной сварки не регламентируется.

Скорость сварки выбирают с учетом необходимости получения слоя наплавленного металла, с определенной площадью поперечного сечения. Скорость сварки подбирают опытным путем при сварке пробных образцов.

Род и полярность сварочного тока зависят в основном от толщины металла и марки электрода. Малоуглеродистые и низколегированные стали средней и большой толщины чаще сваривают на переменном токе.

Ориентировочные режимы сварки конструкционных сталей приведены в табл. 2

**Таблица 2**

**Ориентировочные режимы сварки конструкционных сталей**



**Контрольные вопросы:**

1. Что понимаем под режимом ручной дуговой сварки?
2. Какие показатели ручной дуговой сварки относятся к основным?
3. Какие показатели ручной дуговой сварки относятся к дополнительным?
4. Как выбирается диаметр электрода?
5. Каким диаметром электрода выполняется первый ( коренной) шов?
6. Каким диаметром электрода выполняются нижние, вертикальные, горизонтальные, потолочные швы?
7. По какой формуле выбирается сила сварочного тока?
8. Что влияет на величину коэффициента К?
9. Что происходит с выбором тока для вертикального, горизонтального и потолочного швов?
10. Что происходит с шириной шва при уменьшении диаметра электрода?

11. Для чего применяются различные формы разделки кромок?

12. Каково влияние различных характеристик на режимы сварки?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 10**

**Тема занятия: Ознакомление с особенностями сварки низкоуглеродистых сталей**

**Цель занятия:** Изучить особенности **низкоуглеродистых** сварки сталей.

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомиться с особенностями низкоуглеродистых сталей

2.Изучить способы сварки низкоуглеродистых сталей, присадочный материал

3.Технология сварки низкоуглеродистых сталей

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Низкоуглеродистые стали относятся к группе хорошо свариваемых сталей. Сварка сталей этой группы осуществляется в широких пределах тепловой мощности без подогрева перед сваркой. Углеродистые конструкционные стали применяют в основном после отжига или нормализации. Прокаливаемость сталей при содержании углерода менее 0,3 % небольшая. Тем не менее, при малом содержании углерода, но при сварке толстостенных деталей и высокой скорости охлаждения, возможно образование закалочных структур. В таких условиях обязательно необходима термообработка перед и после сварки. В качестве *присадочного материала*согласно ГОСТ 2246—70 можно применять все шесть марок низкоуглеродистой сварочной проволоки (Св-08; Св-08А; Св-08АА; Св-08ГА; Св-10ГА; Св-10Г2), но при условии, что данная партия металла имеет спокойную или полуспокойную плавку. Если же металл, который необходимо cварить, имеет кипящую плавку (степень раскисления «кп»), то не обходима сварочная проволока с повышенным содержанием кремния и марганца — Св-08Г2С. Вообще в сварных конструкциях используют стали всех степеней раскисления. Однако в ответственных конструкциях применяют стали спокойных плавок. Это обусловлено тем, что кипящие стали характеризуются большой неоднородностью по распределению примесей, в частности серы и фосфора, в связи с этим повышается вероятность образования горячих трещин из-за наличия серы. Кипящие стали более склонны к старению и переходу в хрупкое состояние при работе в области низких температур. При повышенном содержании фосфора в металле возможны холодные трещины. Сварку низкоуглеродистых сталей можно осуществлять *левым*или *правым способом,*и исходя из выбранного способа определить диаметр сварочной проволоки. Необходимо помнить, что при правом способе сварки коэффициент мощности пламени всегда на 20...30% больше, чем при левом. Сварку низкоуглеродистых сталей осуществляют *нормальным (восстановительным) пламенем.* *Мощность пламени*— главный показатель режима газовой сварки. Но в первую очередь нужно определить удельный коэффициент мощности пламени (расхода горючего газа) по табл. 9.1. Так как данный металл — низкоуглеродистая сталь, то расход газа составит 80... 150 л/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. Тогда формула мощности пламени примет вид *М =*(80... 150)S, где *S*— толщина элемента (детали). Предположим, что соединение стыковое, толщина металла равна 3 мм, следовательно, мощность пламени в этом случае будет *М =*100 • 3 = 300 л/ч. Это число показывает необходимую мощность пламени (расход ацетилена) для сварки стыкового соединения из низкоуглеродистой стали при условно выбранной толщине металла 3 мм. По табл. 9.2 определяют номер наконечника. Таким наконечником оказывается наконечник номер 3 с пропускной способностью 250...350 л/ч. По данным техническим условиям этот наконечник является оптимальным. К *дополнительным технологическим мероприятиям*(для снятия внутренних напряжений) можно отнести термическую обработку (см. гл. 10). Мероприятия по уменьшению напряжений и деформаций производятся не только при газовой сварке, но и при других видах сварочных работ. Например, проковка шва после сварки успешно применяется только при многослойной сварке. Дело в том, что при ударе молотком по шву могут образоваться мелкие трещины, которые переварятся последующими (швами) слоями. Этот способ реализуется при дуговых способах сварки. Кроме того, при ковке нельзя проковывать первый и последний шов.

ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Среднеуглеродистые стали содержат 0,25...0,6% углерода. Если рассматривать среднеуглеродистые стали с точки зрения классификации свариваемости, то часть сталей с содержанием углеро- да 0,25... 0,35 % попадает в группу удовлетворительно свариваемых сталей. Технология сварки удовлетворительно свариваемых и низкоутлеродистых сталей практически одинакова. Условия свариваемости ограниченно свариваемых сталей (содержание углерода 0,35...0,45%) и плохо свариваемых (содержание углерода свыше 0,45%), значительно отличаются от двух предыдущих групп. Технологические особенности сварки ограниченно и плохо свариваемых сталей следующие. При сварке возможно образование в сварном шве и зоне термического влияния закалочных структур и трещин. Для того чтобы избежать такого результата, необходимо медленное остывание сварного соединения или шва. Деталь можно положить в остывающую печь, можно засыпать сухим песком либо перед или после сварки нагреть строго по технологическим режимам. *Присадочным материалом*может служить та же проволока, что и для сварки низкоуглеродистых сталей (Св-08ГА; Св-10ГА; Св-10Г2, Св-08Г2С). Повышение механических свойств сварного шва может быть достигнуто применением таких сварочных проволок, как Св-ОбНЗ и Св-18ХГС. Сварку осуществляют *левым способом.* Пламя строго *нейтральное,*при окислительном пламени будет выгорать углерод, что приведет к пористости сварного шва. *Мощность пламени*(удельный расход ацетилена) несколько меньше, чем при сварке низкоуглеродистых сталей — 75... 100 л/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. *Дополнительные технологические мероприятия*следующие: при толщине металла свыше 3 мм необходим предварительный подогрев деталей до 250...350 °С. Местный подогрев околошовной зоны осуществляют горелками до температуры 650...700 °С. Структуру сварного шва и околошовной зоны после сварки улучшают отпуском при температуре 600...650 °С.

ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Высокоуглеродистые (инструментальные) стали содержат 0,6...2% углерода. По свариваемости эти стали относят к трудно свариваемым, следовательно, сварные конструкции из этих ста- лей не изготавливают. Назначение инструментальной углеродистой стали различных марок — изготовление зубил и слесарных молотков, центров токарных станков, штампов, пуансонов и матриц, резцов, фрез, метчиков, буров по твердым породам, пил по металлу и т.д. Из этих сталей также изготавливают врубовый, бурильный инструмент и другие детали машин, которые требуют большого объема наплавочных работ, поэтому сварочные работы с этими сталями будут носить восстановительный или ремонтный характер. Удовлетворительные результаты можно получить при сварке деталей из этих сталей толщиной до 6 мм. Перед сваркой необходим предварительный подогрев до температуры 250...350°С для предупреждения появления закалочных структур и трещин. При сварке металла толщиной менее 3 мм подогрев не производится. Для сварки высокоуглеродистых сталей используется *присадочная проволока*с низким содержанием углерода тех же марок, что и для сварки низкоуглеродистых сталей. Предпочтительнее применять проволоку марок Св-О6 НЗ или Св-18ХГС. Сварку следует проводить *левым способом,*так как это снизит перегрев металла. Пламя может быть *нормальным*или *слегка науглероживающим,*поскольку даже при небольшом избытке кислорода в пламени происходит выгорание углерода и шов может быть пористым. *Мощность пламени*(расход горючего газа) составляет 75 л/ч на 1 мм толщины металла. *Дополнительные технологические мероприятия*следующие: при сварке этих сталей рекомендуется применять флюс — прокаленную буру для раскисления сварочной ванны. После сварки для снятия внутренних напряжений и улучшения структуры и механических свойств сварного соединения применяют термическую обработку, установленную для конкретной марки стали. Более подробную информацию можно найти в учебниках и справочниках по технологии металлов

**Контрольные вопросы:**

**1.**  Особенности сварки низкоуглеродистых сталей

2. Способы сварки низкоуглеродистых сталей,

3.Технология сварки низкоуглеродистых сталей

4. Сформулируйте вывод

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 11**

**Тема занятия: Ознакомление с особенностями сварки низколегированных сталей**

**Цель занятия:** Изучить особенности сварки низколегированных сталей.

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомиться с особенностями низколегированных сталей

2.Изучить способы сварки низколегированных сталей, присадочный материал

3.Технология сварки низколегированных сталей

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Эта группа сталей при сварке имеет незначительное отличие от низкоуглеродистых сталей. Оно заключается в правильном выборе электродов, флюсов и присадочного электродного материала, с учетом прочностных характеристик стали, и в уменьшении погонной тепловой энергии при сварке. Они себя ведут себя при сварке так же, как и низкоуглеродистая сталь, но имеются отличия при действии термических циклов. 1. Больше склонность к росту зерна в околошовной зоне, особенно при перегреве. 2. Более склонны к подкалке при повышенных скоростях остывания. 3. Стойкость металла шва против образования горячих трещин ниже из-за наличия легирующих элементов. 4. Чувствительность к концентраторам напряжений и даже к тепловым "ожогам". Успешно выполняется сварка под флюсом, в защитных газах и электрошлаковая. Низколегированные жаропрочные стали сваривают в основном электродами или сплошной (специальной) сварочной проволокой в защитных газах - чаще в смесях аргона - 90% и углекислого газа - 10%. Из жаростойких сталей, как правило, изготовляют конструкции сложной конфигурации в теплоэнергетике, хим-нефтегазовой отрасли и т.д., где очень редко используется автоматическая и электрошлаковая сварка. Применяемые типы электродов, промышленные марки и их назначение приведены в учебнике отдельным приложением, используя которое можно сделать правильный выбор. Электродные стержни изготавливаются из сварочной проволоки Св12М (и ей подобных) с содержанием молибден до 0,7%. При сварке жаропрочных сталей подогрев считается обязательным при толщине более 10 мм. При сварке жестких конструкций, например труб, подогрев до 200ºС считается совершенно необходимым. При сварке хромомолибденовых сталей технологический процесс еще сложнее, так как после сварки необходима термообработка в виде нормализации и высокого отпуска. После термообработки жаропрочная сталь может находиться на уровне равнопрочности. Погонная энергия ограничена. Начало и конец шва должны быть на технологических планках, а не на изделии. Для низколегированных и среднелегированных сталей технологические рекомендации одинаковы. Хромистые и хромоникелевые стали очень чувствительны к нагреву. В интервале температур 400-900ºС в этих сталях происходит образование карбидов хрома - химического соединения хрома с углеродом. Поэтому содержание хрома уменьшается, сталь теряет антикоррозийные свойства. Хром способен легко окисляться, образовывая тугоплавкий шлак и затрудняя сварку. Хромистые и хромоникелевые стали имеют низкую теплопроводность и этим объясняется их большая склонность к короблению. Особенно важно в процессе сварки равномерно и симметрично распределять по всему изделию малыми дозами тепловложение от сварочной дуги, тогда не будет перегревов и деформаций. Порядок, последовательность и направление небольших по протяженности швов должны быть четко указаны в технологическом процессе. Сварку хромистых безникелевых нержавеющих сталей ведут на мягких тепловых режимах, с малой скоростью охлаждения сварного соединения. Для сварки применяют электроды с фтористо-калиевыми покрытиями. Сварку ведут на постоянном токе при обратной полярности. При сварке хромистых сталей большой толщины (15-10 мм) применяют предварительный и сопутствующий подогрев до 300-350 ºС, а после сварки - термическую обработку, отпуск при температуре 700-720ºС . Сварка хромоникелевых сталей ведется так, чтобы не было перегрева основного металла и большого объема сварочной ванны. Сварочный ток по возможности пониженный. Дуга короткая, сварка без поперечных колебательных движений, многослойными швами. Необходимо жестко закреплять детали, чтобы предотвратить коробление свариваемого изделия. Оптимальная скорость охлаждения хромоникелевых и, в особенности, хромистых сталей для создания благоприятной структуры шва и околошовной зоны должна быть 3,0 - 5,0ºС в секунду. При этом пригодны любые технологические способы, способные тормозить скорость охлаждения.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие стали называются низколегированными?

2. Каким видом сварки можно выполнять сварку низколегированных сталей?

3. Какими электродами свариваются низколегированные стали?

4. Сформулируйте вывод

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 12**

**Тема занятия: Ознакомление с особенностями сварки высоколегированных сталей**

**Цель занятия:** Ознакомиться с видами сварки для высоколегированных сталей

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомиться с особенностями высоколегированных сталей

2.Изучить способы сварки высоколегированных сталей, присадочный материал

3.Технология сварки высоколегированных сталей

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Высоколегированными называют стали, содержащие легирующих элементов в сумме более 10 % или одного элемента не менее 5 %. Их применяют в судостроении, нефтехимической промышленности, производстве летательных аппаратов, энергетических установок, бытовой техники. Эти стали имеют более низкую, чем у углеродистых сталей, теплопроводность, больший коэффициент теплового расширения и высокое сопротивление. По особенностям структуры все многообразие марок высоколегированных сталей разделяют на: мартенситные, мартенситно-ферритные, ферритные, аустенитные жаропрочные, аустенитные коррозионно-стойкие, аустенитноферритные коррозионно-стойкие, аустенитно-мартенситные и мартенситностареющие стали. Мартенситные стали, например 15X11МФ, 15Х12ВНМФ, 10Х12НЗД, 18Х11МНФБ, 10Х12НД, предназначены для работы при температуре до 650 °С. Из них делают, например, лопатки и диски паровых турбин и газотурбинных установок. Эти стали содержат 0,1...0,2 % углерода, 0,3...0,6 % кремния, около 1 % марганца. В них много хрома: до 10... 13 %. Их дополнительно легируют молибденом, вольфрамом, ниобием, ванадием и никелем (до 3,2 %), повышающими сопротивление сталей ползучести под напряжением при высокой температуре. Мартенситно-ферритные стали (08X13, 12X13,20X13, 14Х17Н2 и т.п.) имеют повышенное (до 12... 18 %) содержание хрома. Это придает им стойкость против коррозии. Эти стали используют для изготовления конструкций, работающих в агрессивных средах, например в производстве нефтехимических продуктов, а также в воде при высоких температуре и давлении. Высокохромистые ферритные стали (08Х17Т, 15Х25Т и др.) по сопротивляемости коррозии не уступают дорогостоящим хромоникелевым аустенитным сталям и превосходят их по стойкости против коррозионного растрескивания. Чаще всего их применяют для изготовления оборудования, работающего без ударных и знакопеременных нагрузок, не подлежащего контролю Госгортехнадзора. Аустенитные жаропрочные стали по типу легирования и по характеру упрочнения делят на две группы. Первая - это roмогенные стали, не упрочняемые термообработкой: Х14Н16Б, Х18Н12Т, Х23Н18, Х16Н9М2 и др. Они способны длительно работать под напряжением при температуре до 500 °С. Ко второй группе относят гетерогенные стали, упрочняемые закалкой и старением: Х12Н20ТЗР, 40Х18Н25С2, 1Х15Н35ВТР. Такие стали способны длительно работать под напряжением при температуре до 700 °С. Из них изготавливают изделия, испытывающие при работе совместное действие напряжений, высокой температуры и агрессивных сред: лопатки газовых турбин, камеры сгорания и горячие тракты газотурбинных двигателей, трубопроводы с перегретым паром и т.п. К аустенитно-ферритным коррозионно-стойким относятся стали, в которых содержание хрома в 1,5...4 раза превышает содержание никеля. Это, например, стали 08Х22Н6Т, 12Х22Н6Т, 03Х23Н6, 20Х23Н13. Эти стали имеют высокие пределы прочности и текучести, хорошую коррозионную стойкость и хорошо свариваются. При изготовлении из них, например, сварной химической аппаратуры можно уменьшить расход металла за счет уменьшения толщины листа. Мартенситно-стареющими называют стали, увеличивающие прочность в результате структурных превращений (старения), происходящих во время выдержки этих сталей при температуре 300...400 °С. . Из-за относительно высокой стоимости мартенситно-стареющие стали применяют в конструкциях, требующих повышения удельной прочности металла при низкой чувствительности к надрезам и трещи но подобным дефектам. Это, например, корпуса двигателей, сосуды высокого давления, изделия криогенного назначения. Перспективно использование этих сталей для износостойкой наплавки. Сваривание этих видов сталей затруднено по ряду причин. В процессе сварки происходит частичное выгорание легирующих элементов и углерода. Вследствие малой теплопроводности возможен перегрев свариваемого металла. Для устранения влияния перечисленных выше причин рекомендуется: - тщательно подготовить изделие под сварку - вести варку при больших скоростях с малой погонной энергией, что бы не допускать перегрева металла - применять термическую обработку для предупреждения образования закалочных структур и снижения внутренних напряжений - применять легирование металла шва через электродную проволоку и покрытие с целью восполнения выгорающих в процессе сварки примесей.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите марки высоколегированных сталей?

2. Назовите преимущества и недостатки высоколегированных сталей при сварке?

3. Какие технологические операции нужно выполнять при сварке высоколегированных сталей?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 13**

**Тема занятия: Составление технологического процесса сварки среднелегированных и высоколегированных сталей**

**Цель занятия:** Составить технологический процесс сварки среднелегированных и высоколегированных сталей

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить понятие технологический процесс

2.Рассмотреть порядок технологических операций при сварке изделий из стали

3. Составить технологический процесс сварки изделий из стали

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Технологический процесс - представляет собой порядок выполнения сборочно-сварочных работ при изготовлении металлоконструкций, начиная от чертежа до готовой продукции. Такой порядок можно представить следующим образом.

- Анализ рабочего чертежа на сварное соединение.

- Оценка свариваемости с учётом возможных деформаций и термической обработки.

- Выбор способа сварки.

- Выбор вида сварного соединения, составление рабочего чертежа с указанием всех размеров.

- Выбор способа обработки свариваемых кромок.

- Сборка свариваемых кромок, контроль сборки.

- Установление схемы сварки в зависимости от длины свариваемых швов и толщины металла.

- Выбор режима сварки и сварочного оборудования, настройка оборудования.

- Сварка конструкций. Контроль в процессе сварки.

- Контроль размеров свариваемого шва и наличия видимых дефектов. Устранение дефектов металла.

- Контроль сварного шва. Сдача ОТК. Сварка конструкций из легированной стали должна вестись, как правило, по тщательно разработанному технологическому процессу.

- Сварщик должен точно знать порядок выполнения операций сварки, режимы работы.

- Процесс сварки надо вести по возможности беспрерывно.

- Сварка сталей, склонных к образованию трещин, должна производиться обязательно в закрытых помещениях с температурой воздуха не ниже -50.

- Нельзя сваривать сталь, покрытую инеем, снегом или влагой.

- Очень важно при сварке легированных сталей строго выдери живать силу тока. - Величина силы сварочного тока выбирается в определённых пределах, и в зависимости от диаметра и марки электродов, предназначенных для сварки заданной стали. Чем больше легирующих примесей в стали углерода, тем сильнее сказываются эти свойства.

Для устранения влияния их на качество сварного соединения рекомендуются следующие технологические меры:

-скрупулезно готовить изделие под сварку;

- сварку проводить при больших скоростях с маленькой погонной энергией, чтобы не было перегрева металла;

- для предотвращения снижения внутренних напряжений и образования закалочных структур использовать термическую обработку;

-употреблять легирование металла шва через электродную проволоку и покрытие, чтобы восполнить выгорающие в процессе сварки примеси.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое технологический процесс?

2. Перечислите технологические операции при сварке изделий из стали?

3. На какие дефекты проверяется шов визуально?

**Вывод: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №14**

**Тема занятия**: **Изучение особенностей сварки чугуна и цветных металлов**

**Цель занятия**: Приобрести знания и умения при изучении особенностей при сварке чугуна и цветных металлов

**Оборудование:** компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Произвести конспектирование материала « Особенности при сварке чугуна и цветных металла

3.Ответить на контрольные вопросы.

4.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**Особенности  при сварке чугунов объясняются следующими их свойствами:**

***1.Отсутствие площадки текучести чугуна*** ***и низкая пластичность*** приводят к появлению трещин при напряжениях, достигающих временного сопротивления. Эти напряжения могут быть внутренними, возникающими при неравномерном нагреве и охлаждении во время отливки или сварки деталей, и внешними - от перегрузок при эксплуатации изделия. Трещины могут возникать как в целом металле, так и в металле шва в процессе сварки и при охлаждении сварного изделия.

***2.Склонность чугуна при высоких скоростях охлаждения закаливаться*** с образованием закалочных структур (мартенсита, бейнита, троосхита). В закаленных участках чугун становится твердым (800 НВ) и не поддается механической обработке. Закалочные структуры вредны еще и потому, что их образование сопровождается появлением закалочных напряжений и образованием трещин. Удельная плотность закалочной микроструктуры в виде мартенсита значительно ниже удельной плотности железа (см. гл. VI), разница в удельных плотностях приводит, к напряжениям и межзеренным трещинам.

***3.Способность чугуна к отбеливанию*** при быстром охлаждении места сварки обычно приводит к образованию тонкой отбеленной прослойки на границе сварного шва и металла изделия. Эта отбеленная прослойка имеет низкую пластичность по сравнению с другими участками сварного соединения, и под влиянием растягивающей силы, образующейся при охлаждении сварного соединения, она вместе с наплавленным металлом откалывается от основного металла или вызывает трещину по границе отбеленной прослойки с основным металлом.

***4.Чугуны быстро переходят от жидкого состояния к твердому***. Это свойство чугуна затрудняет сварку его в наклонном и вертикальном положениях и не позволяет вести сварку в потолочном положении.

***5.Склонность к образованию пористости,*** что объясняется низкой температурой плавления (***Тпл чугуна 1142°С*** при содержании углерода ***4,3%;*** ***промышленные чугуны*** обычно имеют ***Тпл=1200-1250°С***) и быстрым переходом из жидкого в твердое состояние. Поэтому газы (в основном CO и CO2, образующиеся при окислительной атмосфере) не успевают выделиться из металла.

***6.Разнородность чугунных изделий по химическому составу***, термической обработке и структуре, что требует разнообразной технологии и приемов сварки. Мелкозернистые серые чугуны свариваются лучше, чем крупнозернистые. Плохо свариваются так называемые черные чугуны, которые в изломе имеют крупнозернистое строение темного цвета. Такие чугуны называют графитными, так как в них весь углерод находится в виде свободного графита. При сварке чугуна с такой структурой не получается необходимое качество сварного соединения.

***7.Чугунные детали, работающие длительное время при высоких ТоС*** почти не поддаются сварке. Это происходит в результате того, что под действием высоких ТоС углерод и кремний окисляются и чугун становится очень хрупким.

***8.Чугунные детали, работающие длительное время в соприкосновении с маслом и керосином***плохо поддаются сварке. Это происходит в результате того, что поверхность чугуна как бы "пропитывается" маслом и керосином, которые сгорая при сварке, образуют газы, способствующие появлению сплошной пористости в сварном шве.

**Особенности при сварке цветных металлов**

1.Высокая химическая активность при взаимодействии с газами воздуха. Это приводит к окислению металлов, насыщению их азотом и водородом. В результате наблюдается резкое ухудшение свойств сварных соединений, появление пор и трещин. Это предопределяет необходимость применять более качественные виды защиты (инертными газами, специальными флюсами и покрытиями) по сравнению со сваркой черных металлов, проводить более качественную подготовку под сварку.

2.Высокая чувствительность к сварочному нагреву, которая проявляется в образовании крупнокристаллической структуры металла шва, росте зерна в зоне термического влияния, а для термически упрочняемых сплавов – в неблагоприятных структурных изменениях с образованием охрупчивающих выделений и последующем старении металла. Возможно выпадение эвтектических составляющих, вызывающих местные оплавления границ зерен, что приводит к существенному изменению свойств по сравнению с исходным материалом. Поэтому для цветных металлов необходимо более тщательно выбирать условия сварки и соблюдать стабильность рекомендуемых режимов.

3.Для некоторых цветных металлов и их сплавов характерна высокая склонность к горячим трещинам в связи с большой линейной усадкой кристаллизующегося металла, образованием грубокристаллической структуры и наличием примесей (алюминиевые, магниевые, никелевые сплавы).

4.При взаимодействии металлов с водородом могут образовываться хрупкие гидриды (титан и его сплавы), выделяющиеся в металл, с увеличением объема, что приводит к развитию внутренних напряжений и способствует образованию холодных трещин. Последние могут развиваться даже при вылеживании конструкций после сварки. Одним из характерных дефектов является также пористость, связанная преимущественно с насыщением сварного соединения газами, в первую очередь водородом. Вследствие различной растворимости газов в твердом и жидком состояниях, перемещения их из основного металла в зону сварки, протекания химических реакций с выделением газообразных продуктов создаются благоприятные условия для зарождения и развития пористости. Отмеченные особенности требуют высокой культуры производства при сварке цветных металлов и сплавов.

**Контрольные вопросы:**

1.Каковы основные трудности и технология сварки чугуна? Почему чугуны свариваются хуже сталей?

2.Когда применяют горячую и холодную сварки чугунов?

3.Назовите примерные составы флюсов, которыми пользуются при сварке чугунов.

4.Назовите марки электродов для холодной сварки чугунов.

5.Какие флюсы применяют для пайки чугунов?

**Вывод: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 15**

**Тема занятия: Ознакомление с особенностями сварки меди и ее сплавов**

**Цель занятия:** **Изучить особенности сварки меди и ее сплавов**

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы.

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить область применения меди и ее сплавов Рассмотреть особенности сварки меди 2.Ознакомиться со способами сварки меди

3.Ответить на контрольные вопросы.

4.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения:**

Медь обладающая высокой теплопроводностью, электропроводностью и химической стойкостью, применяется при изготовлении кристаллизаторов для непрерывных процессов разливки металла, электрошлакового переплава и электроалюминиево-марганцоличного рода электрических устройств, узлов химических аппаратов, доменных фурм и других изделий. При ручных способах медь сваривают угольными или металлическими электродами с применением флюсов и покрытий, а также применяют сварку в среде защитных газов. Сварка угольным электродом. При сварке меди угольным электродом в качестве присадочного металла следует применять прутки с содержанием до 0,2% фосфора, до 1%' серебра, остальное медь. В случае применения в качестве присадки проволоки из обычной электролитической меди необходимо применять флюс следующего состава (в % по весу): Обезвоженная бура. Борная кислота. Фосфорнокислый натрий Наличие во флюсе фосфорнокислого натрия обеспечивает более полно удалении кислот из расплавленного металла. При сварке меди для обеспечения хорошего проплавления основного металла и следующего с присадочным применяют предварительный подогрев. Когда сваривают простые узлы небольших размеров (приварка наконечников, сварка шин), подогрев может быть выполнен непосредственно угольной дугой Изделия громоздкие следует предварительно подогревать до температуры 500° С в электрических печах с защитной атмосферой. В качестве защитного газа может быть использован азот. Необходимость нагрева в защитной атмосфере вызывается тем, что медь интенсивно окисляется при нагреве выше 400° С. Образующаяся при этом закись меди (СигО) растворяется в металле и медь становится хрупкой. 50 35 15 Сварка угольным электродом меди толщиной до 4 мм производится без скоса кромок «левым» методом. При этом методе сварки электрод размещается между наплавленным и присадочным металлом. Медь толщиной более 4 мм сваривают «правым» методом, со скосом кромок. Угол разделки в этом случае берет 70-90°. При «правом» методе сварки присадочный металл размещают между наплавленным металлом и электродом. Сборка узлов и изделий из меди должна обеспечить в местах наложения швов минимальные зазоры, не превышающие 0,5 мм. Сварка производится в нижнем положении с соблюдением следующей последовательности: после предварительного подогрева поверхности в месте сварки осыпает флюсом на участок, прогревается электрической дугой до оплавления, затем производится подача металла.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите причины затруднения сварки изделий из меди?

2. Какую сварку можно применять для меди?

3. Какие присадочные материалы используются при сварке сплавов меди?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 16**

**Тема занятия: Разработка технологии сварки меди**

**Цель занятия: Составить технологическую карту сварки изделий из меди**

**Оборудование**: Методические указания по выполнению практической работы.

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Пользуясь теоретическими сведениями, перечислите последовательность технологических операции сварки изделий из меди

2.Ответить на контрольные вопросы.

3.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения:**

Сварка производится в нижнем положении с соблюдением следующей последовательности: **Сварка металлическим электродом.** При сварке меди металлическим электродом подготовка, подогрев изделия и последующая обработка сварного соединения производятся так же, как и при сварке угольным электродом. Для сварки меди могут быть рекомендованы электроды марки ЗТ Балтийского завода [И], представляющие собой стержень из бронзы КМц-3-1 (3% кремния, 1%марганца, остальное медь) с покрытием следующего состава (в % по весу):

Металл, наплавленный электродами ЗТ, имеет несколько большую прочность, чем медь и хорошую пластичность. При необходимости получения наплавленного металла, близкого по составу с основным, для сварки меди могут быть рекомендованы электроды завода «Комсомолец». При изготовлении этих электродов применяется проволока марок М1Ч-МЗ и покрытие состава (в % по весу): Плавиковый шпат Полевой шпат Ферромарганец Ферросилиций (75-процентный) Толщина покрытия 0,4. Сварка меди электродами ЗТ и «Комсомолец» производится на постоянном токе обратной полярности, короткой дугой при перемещении электрода лишь поступательно (без колебаний).

Сила тока должна быть достаточной для обеспечения сваривания. Цель питание постов следует осуществлять от генераторов ПС-500 или многопостовых генераторов. При этом для повышения качества рекомендуется применять в качестве флюса борный шлак.

Борный шлак получают путем сплавления без доступа воздуха 5% магния и 95% прокаленной буры.

**Задание:** 1.Составить технологическую карту на сварку изделий из меди

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите причины затрудняющие сварку изделий из меди?

2. В каких положениях выполняются швы?

3. Перечислите каким оборудованием варится медь?

4. Назовите технологические операции сварки меди?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №17**

**Тема занятия: Изучение способов сварки алюминия и его сплавов**

**Цель занятия: Ознакомиться со способами сварки алюминия**

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомиться с областью применения алюминия .

2.Достоинства и недостатки сварки изделий из алюминия.

3.Изучить виды сварки для алюминия, присадочные материалы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения:**

Алюминий применяется для изготовления деталей как в чистом виде (чистотой 99,5-98%),

так и в виде сплавов с марганцем, магнием, медью и кремнием. Поверхность алюминия

его сплавов покрыта пленкой окиси алюминия, имеющей температуру плавления около 2050°. Особенно сильно алюминий окисляется при нагревании. Во избежание ожогов сварку листового алюминия производят, как правило, на подкладках. Сварку алюминия и его сплавов возможно производить угольным, металлическим электродом, а также в среде защитных газов. Сварка угольным электродом. При сварке угольным электродом в качестве присадочного металла применяют проволоку или литые прутки одинакового с основным металлом состава.

Дуговая сварка покрытым электродом используется лишь для двух видов цветных металлов: алюминия и его сплавов, меди и ее сплавов. Основные достоинства конструкций из алюминиевых сплавов: малая плотность, высокая удельная прочность, высокая коррозионная стойкость. Это обусловливает их повсеместное распространение. Для сварных конструкций используются деформируемые алюминиевые сплавы. Они при нагреве и деформации не склонны к растрескиванию. Одна из главных проблем при сварке алюминия и его сплавов - высокая химическая активность алюминия: он образует на поверхности окисную пленку А1203 с температурой плавления 2050 °С, которая не расплавляется в процессе сварки и покрывает металл прочной оболочкой, затрудняя образование сварочной ванны. Частицы пленки, попадающие в шов, снижают механические свойства сварных соединений, их работоспособность. Для осуществления сварки должны быть приняты меры по разрушению и удалению пленки и защите металла от повторного окисления.

**Контрольные вопросы:**

1.Назовите причины затрудняющие сварку алюминия?

2.Перечислите технологические операции при газовой сварке алюминия?

3.Виды сварки для алюминия?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №18**

**Тема занятия:** **Составление  технологической карты** **технологического процесса сварки**

**Цель занятия: Приобрести практические навыки при составлении  технологических карт технологического процесса сварки**

**Оборудование:** компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Составление  технологической карты технологического процесса сварки (*согласно вариантам заданий*)

3. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**Сварка** – сложный процесс, выполнение которого должно производится в строгой последовательностью определенных действий, которые связаны с подготовкой металла, выполнением сварного соединения и последующим контролем. Сварной шов, если не уделить ему должного внимания, является уязвимым местом в любой сварной конструкции.

Причиной этому может послужить недостатки в разработке технологии сварки или вообще ее отсутствие, недостаточный контроль, неудачный выбор сварочного оборудования и материалов. Как результат — большое количество брака и убытки понесенные организацией для его устранения. Предотвратить убытки можно корректно разработав инструкцию на выполнение сварочных работ и проконтролировав ее исполнение.

Так что же такое технологическая карта на сварку? Карта технологического процесса сварки или как ее еще называют технологическая карта сварки — это документ, который является результатом разработки технологии сварки конкретного соединения, в котором прописаны самые важные технологические параметры создания сварного соединения, по сути это инструкция по сварке соединений. Технологическая карта сварки была утверждена и введена в активное действие первого января 1984 года, более 30 лет назад. При разработке технологии сварки металлоконструкций  каждое сварное соединение должно быть изготовлено в соответствии с разработанной для нее технологической картой сварки.

**Технологическая карта по сварке должна содержать следующие данные:**

1. Сведения о основном металле.

2. Сведения о качестве и подготовке соединения под сварку: данные о разделке (величина зазора, величина притупления, угол наклона разделки и т.д.), о количестве и расположении прихваток, данные о предварительной очистке кромок, размеры шва.

3. Данные о фиксации свариваемого изделия и о возможном подогреве. А также последовательность выполнения проходов в сварном шве.

4. Сведения об используемом сварочном оборудовании и сварочных материалах. Подбор сварочных материалов и оборудования основывается на различных сведениях, полученных из литературы, в том числе профессиональной сварочной (журналы,  статьи),  на собственном опыте, а также на отзывах организаций.

5. Сведения о режиме сварки в зависимости от способа сварки могут включать: сварочный ток, напряжение дуги, скорость сварки, полярность при сварке, расход защитного газа, скорость подачи проволоки и др. Нарушение рекомендованных режимов сварки может привести к охрупчиванию металла шва и околошовной зоны.

6. Сведения о форме сварного соединения, способах и объемах контроля качества сварного соединения.

Разработка карты технологического процесса сварки начинается с анализа свариваемого материала и подбора способа сварки. После этого производится анализ условий, при которых будет работать сварная конструкция и определяется, какими нормативными документами нормируется изготовление и работа этой конструкции. Далее по данным нормативной литературы и по расчетным данным определяется режим сварки, рассчитывается необходимое количество проходов, геометрия сварного соединения и другие параметры.

Каждая технологическая карта по сварке получает свой идентификационный номер, который в дальнейшем используется для указания в технической документации и спецификациях проекта. Визирует карту технологического процесса сварки сам разработчик, он же ставит свою подпись внизу формуляра.

При строительстве объекта на производстве должен находиться комплект технологических карт всех используемых типов сварных соединений. Полный комплект карт технологического процесса сварки хранится в отделе главного сварщика. Сварщик при выходе на смену получает технологические карты для сварных соединений, которые он выполняет в процессе работы. Осмотр и контроль подготовленных кромок и готового сварного соединения выполняется службой технического контроля в соответствии с разделом контроля качества и испытаний сварных соединений. Таким образом, не происходит никакой путаницы между службами, так как всё необходимое указано в технологической карте сварного соединения.

На каждом предприятии, при организации сварочного производства обязательно составляются карты технологического процесса сварки, иначе сложно выдержать параметры, предъявляемые к качеству выполняемой работы.

**Для получения качественного результата проделанной работы при производстве сварочных работ, сварщик должен руководствоваться документом, в котором корректно описаны все этапы выполнения сварки на объекте строительства. Несоблюдение  рекомендаций приведенных в технологической карте  может привести к разрушению сварного соединения при эксплуатации, что может повлечь за собой необратимые последствия.**

В таблице представлен пример технологической карты

**«Согласовано»**

**КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ**

**№ 1/1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Объект:***ОХНВП (п.16)* | **Основной материал: *1***  *(М01 стали марок Ст2пс, Ст3сп, 10,15, 20, 09Г2, 09Г2С, 09Г2СФБ, 09ХГ2НАБЧ, 10Г2;10Г2С, 10Г2С1, 14Г2, 12ГС, 15ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 10Г2СФ, 14ХГС,15ХСНД*) |
| **Способ сварки:** *ручная дуговая сварка РД (111)* |
| **Наименование НТД:** *ГОСТ 32569-13* | **Толщина свариваемой кромки, мм: от** *3-5*  **наружный диаметр, мм**: *32-159* |
| **Тип шва:** *СШ* | **Способ сборки:** *на прихватках* |
| **Тип соединения по НД:** *ГОСТ 16037-80; С17* | **Сварочное оборудование:** *Сварочные выпрямители, преобразователи позволяющие вести качественную сварку на заданных ниже режимах* |
| **Положение шва:** *Н45; Н1; Н2; В1; Г; П2* |
| **Вид соединения:** *одностороннее (ос) без подкладки (бп)* | **Вспомогательное оборудование:** *Центраторы, ручная углошлифовальная машинка, металлическая щетка, молоток с заостренным концом (или слесарный молоток и зубило), напильник круглый, штангенциркуль (или набор шаблонов)* |
| **Сборочная единица:** *труба с трубой (Т+Т)* |
| **Сварочные материалы:** *Сварочные электроды – УОННИ 13/55 и аналоги* |

**Эскизы соединения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Конструктивные элементы и размеры подготовленных кромок, свариваемых соединений, мм | Конструктивные элементы сварного шва, мм | Порядок сварки |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | S=S1 | b | | с | | | Ном. | Пред.  откл. | Ном. | Пред.  о  кл. | | 3  4 | 1,0 | +0,5 | 0,5 | +0,5 | | 5 | 1,5 | 1,0 | +0,5  -0,5 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | S=S1 | е | | g | | | Номин. | Пред.  откл. | Номин. | Пред.  откл. | | 3 | 7 | +2 | 1,5 | +1.5  -1.0 | | 4 | 8 | | 5 | 9 | |  |

**Технологические параметры сварки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина  **стенки,**  **мм** | Число  **слоев** | При горизонтальной оси | | | | При вертикальной оси | | | |
| **Число**  **валиков** | Номер  **слоев** | **Диам.**  **эл-да** | Сварочный  **ток,**  **А** | **Число**  **валиков** | Номер  **слоев** | **Диам.**  **эл-да** | Сварочный  **ток,**  **А** |
| **3-5** | **1-2** | **1-2** | **1-2** | **2,5-3** | **60-90** | **3-4** | **1-4** | **2,5-3** | **60-90** |

**Длина и количество прихваток:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр труб, мм | Ду до 50 мм | Свыше 50 до 100 мм | Свыше 100 |
| Число прихваток по периметру | 2 | 2-3 | 3-4 |
| Длина одной прихватки | 20-30 | 30-40 | 50-60 |

**Дополнительные технологические требования к сборке и сварке:**

1. Перед сваркой прокалить электроды по режиму (температура и время прокалки), указанному в паспорте электродов.
2. Перед сборкой кромки трубных элементов зачистить механическим способом до металлического блеска на расстоянии 20 мм.
3. Отклонение от перпендикулярности подготовленных под сварку торцов к оси трубы, измеренное наложением угольника на базовую поверхность длинной не менее 100мм, не должно превышать следующих величин:

0,5мм - для DN ≤ 65;

1,0мм - для DN свыше 65 до 125мм;

1,5мм - для DN свыше 125 до 500 включительно;

2,0мм - для DN ˃ 500.

При сборке и прихватке должна быть обеспечена центровка сопрягаемых частей трубной конструкции. Прямолинейность и смещение кромок проверяется металлической линейкой длиной 400 мм, прикладываемой в 3-х местах по окружности стыка. Зазор между линейкой и поверхностью трубы на расстоянии 200 мм от стыка не должен превышать:

а) 1,5 мм – для трубопроводов Ру свыше 10 МПа и трубопроводов I категории;

1. б) 2,5 мм – для трубопроводов II-Y категорий

В собранных под сварку стыковых соединениях из труб одинаковой толщины, допускаемое смещение кромок должно быть не более следующих величин:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальная толщина соединяемых деталей, S | Максимальное допускаемое смещение кромок в стыковых соединениях |  |  |  |
| До 6 | 0,1 S + 3 |  |
| 0т 7 до 10 | 0,15 S |  |
| Свыше 10 до 20 | 0,05 S +1,0 |  |
| Свыше 20 | 0,1 S, но не более 3 |  |

1. При выполнении прихваток способ сварки и сварочные материалы должны соответствовать способу сварки и сварочным материалам при сварке корня шва.
2. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром и полностью переплавлять их при сварке корневого шва.
3. Прихватка производится тем же сварщиком, который будет выполнять сварку стыка.
4. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному шву.
5. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные внешним осмотром, должны быть удалены механическим способом.
6. Прихватки должны быть равномерно расположены по периметру стыка.
7. Высота прихватки должна быть равна высоте корневого шва.
8. При сборке стыка необходимо предусмотреть возможность свободной усадки металла шва в процессе сварки. Не допускается выполнять сборку стыка с натягом.
9. Сварка производится с обеспечением защиты от ветра, сквозняков и атмосферных осадков.
10. Дугу следует зажигать в разделке шва или на наплавленном металле. Кратер шва должен быть тщательно заплавлен частыми короткими замыканиями электрода. Выводить кратер на основной металл не разрешается. При замыкании кольцевых швов начало шва необходимо перекрывать на 15-20 мм с предварительной зачисткой металла шва от шлака.
11. При смене электрода или случайных обрывов дуги зажигать ее снова следует, отступив 15-20 мм от кратера, предварительно очистив это место от шлака и окалины.
12. Перед наложением каждого последующего слоя необходимо тщательно удалить шлак и проверить предыдущий слой на отсутствие трещин и пор. При обнаружении таковых дефектное место полностью удалить и повторно заварить.
13. Смещение точек начала сварки каждого из слоев – 20-25 мм.
14. По окончании сварки стыки труб очищают от шлака, брызг и окалины. Каждый сварщик должен выбить свое клеймо размером 8-10мм на глубину не более 0,5 мм на расстоянии 35-50 мм от шва.
15. Дефекты, обнаруженные при проведении контроля удалять с помощью шлифмашинок. После заварки дефектных участков выполнить повторный контроль исправленных участков.

При исправлении дефектов применять сварочные материалы, которые применялись для данного вида сварки. Диаметр электрода должен быть не более 3 мм. Разрешается исправление одного и того же участка не более двух раз.

**Требования к контролю качества**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Метод контроля | Объем контроля | Нормы оценки качества |
| 1 | Визуальный и измерительный | 100% | *РД 03-606-03*  *ГОСТ 32569-13* |
| 2 | Методы контроля по *ГОСТ 32569-13* | *Объём контроля по ГОСТ 32569-13* | *ГОСТ 32569-13* |

**Общие требования**

1.Пооперационный контроль постоянно проводят сварщик и руководитель сварочных работ.

2.Электроды применять только после контрольной проверки их качества согласно ГОСТ9466

3.При атмосферных осадках или ветре со скоростью свыше 10 м/с сварочные работы выполнять при наличии инвентарных укрытий.

4.При температуре наружного воздуха ниже -200 С сварочные работы не производить.

5.Перед сваркой электроды прокалить по режиму, указанному в таблице. Электроды хранить в термопеналлах.

Разработал: Специалист сварочного производства III уровня Филенков А.В.

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 19**

**Тема занятия:** **Изучение технологических особенностей горячей сварки чугуна**.

**Цель занятия:** Ознакомиться с технологическими особенностями

горячей сварки чугуна

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомиться со способом горячей сварки чугуна

2.Достоинства и недостатки горячей сварки

3.Подготовка металла и разделка кромок под сварку

4.Изучить флюсы и присадочные материалы

5.Сормулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Горячая сварка чугуна - сложный, но весьма эффективный способ, обеспечивающий получение высококачественных соединений, по прочности равных основному металлу.

Работы по сварке делятся на следующие операции:

1) механическая обработка места сварки;

2) формовка места сварки;

3) нагрев дет ли;

4) сварка;

5) охлаждение детали после сварки.

Механическая обработка состоит в разделке порока - раковины или трещины. Характер разделки определяется видом порока и детали. При этом необходимо учитывать, что горячая сварка возможна только в нижнем положении. В большинстве случаев применяют V-образную разделку с параллельными кромками в верхней части и плавными закруглениями углов. Разделки преимущественно делаются односторонние. Формовка производится для предупреждения вытекания жидкого металла из разделки. При этом разделка обкладывается графитовыми пластинами, закрепляемыми формовочной массой. При формовке большие разделки делятся на участки с площадью до 50 см2 для возможности заварки отдельными участками. Нагрев места сварки производится до 600-700°С в специальных временных горнах или в специальных нагревательных печах. Важно обеспечить равномерный нагрев места сварки.

Сварку можно производить и по способу Славянова, и по способу Бенардоса. В обоих случаях заварку порока производят Горячая сварка чугуна отдельными участками с таким расчетом, чтобы на всей площади завариваемого участка металл был в жидком состоянии. В качестве электродных стержней и присадочных прутков применяются чугунные прутки марки А и Б по ГОСТ 2671-44 диаметром 5-12 мм.

При сварке по способу Славянова рекомендуется применять толстые покрытия. Такое покрытие, разработанное сварочным комбинатом. При сварке непокрытыми электродами или при сварке по способу Бенардоса рекомендуется применять флюсы. В качестве флюса может применяться и чистая бура. Покрытия и флюсы способствуют получению плотных швов без пор и шлаковых включений. После сварки деталь закрывается асбестом. Охлаждаться детали должны медленно, в течение нескольких часов.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите причины затруднения сварки чугуна?

2. Расскажите способы подготовки металла под сварку?

3. Перечислите технологические операции при горячей сварке чугуна?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 20**

**Тема занятия: Изучение технологических особенностей холодной сварки чугуна.**

**Цель занятия:** Ознакомиться с технологическими особенностями

холодной сварки чугуна

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить термин холодная сварка

2.Ознакомиться со способом горячей сварки чугуна

3.Достоинства и недостатки холодной сварки

4.Изучить флюсы и присадочные материалы

5.Сормулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Под термином холодной сварки чугуна понимают различные способы и

приемы сварки, когда предварительный общий или местный подогрев изделия

не производится. Дуговая сварка обычными чугунными электродами или

стальными электродами со специальными обмазками, дающими в металле шва

синтетический чугун, полностью исключается, так как большие скорости

охлаждения металла шва и переходных зон неизбежно ведут к получению

белого чугуна с твердыми закаленными структурами.

Такой металл склонен к образованию микро- и макротрещин и не

обеспечивает каких-либо возможностей создания эксплуатационной

прочности.

К холодной сварке чугуна относится электродуговая сварка сприменением различных специальных металлических электродов.

Способы дуговой сварки можно разбить на три группы:

1) сварка стальными электродами;

2) сварка электродами из цветных металлов;

3) сварка электродами из аустенитного чугуна.

Сварка стальными электродами является одним из самых старых способов

холодной сварки чугуна. Наплавка валика на чугунную деталь любым

малоуглеродистым электродом дает в первом слое половинчатые сплавы

чугуна и высокоуглеродистой стали с содержанием углерода 1,4—1,8%. Такие

сплавы легко образуют твердые закаленные зоны и обладают большой

хрупкостью.

Во втором слое наплавки содержание углерода уменьшается до 0,5—0,6% и

только в третьем приближается к содержанию его в электроде — 0,1%.

Технологические приемы сварки чугуна стальными электродами должны

обеспечивать создание таких условий, при которых будет уменьшена

твердость, хрупкость и трещинообразование в переходных зонах и первых

слоях наплавленного металла.

Такими приемами являются:

- выполнение сварки первых слоев на режимах с малой погонной энергией шва (сила тока 90—150 а);

- применение электродов малых диаметров, обычно более 3,—4 мм; обеспечение минимально возможной глубины проплавления основного металла (не более 1,5—2,0 мм).

Холодная сварка. Холодная сварка не потребует предварительного нагрева

деталей. Применима она в тех случаях, когда детали имеют возможность

свободно расширяться без возникновения внутренних напряжений при

нагревании (и охлаждении). Подготовку кромок можно выполнить как

механическим, так и термическим способом (расплавить кромки вдоль шва).

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите недостатки холодной сварки чугуна?

2. Перечислите присадочные материалы используемые при сварке?

3. Что понимают под термином холодная сварка?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №21**

**Тема занятия**: **Общая характеристика процесса наплавки**.

**Цель занятия**: Приобрести практические навыки при изучении общей характеристики процесса наплавки, свойств наплавленного слоя и применение наплавки.

**Оборудование:** Методические указания по выполнению **практического занятия**

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Ответить на вопросы тематического диктанта по теме «Общая характеристика процесса наплавки»

3.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Одной из важных отраслей современной сварочной техники является наплавка.

**Наплавкой называется** ***процесс нанесения слоя расплавленного металла на поверхность металлического изделия.***

**Наплавкой на изделии образуют поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами:**

* износостойкость,
* кислотоупорность,
* жаростойкость,
* антифрикционность и др.

**Износостойкость** – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

**Коррозионная стойкость**– способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

**Жаростойкость** – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

**Жаропрочность** – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

**Хладостойкость** – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

**Антифрикционность**– способность материала прирабатываться к другому материалу. (способность материала обеспечивать низкий коэффициент трения скольжения и тем самым низкие потери на трение и малую скорость изнашивания сопряженной детали).

*Наплавку используют как в ремонтном деле, так и при изготовлении новых деталей.*

Наплавленный металл связан с основным металлом весьма прочно и образует одно целое с изделием. Толщина слоя **от 0,5 до 10 мм** и более. Это один из наиболее распространенных способов повышения износостойкости и восстановления деталей и конструкций.

Наплавка позволяет создавать биметаллические изделия, у которых высокая прочность и низкая стоимость сочетаются с большой долговечностью в условиях эксплуатации.

Многократное повторное восстановление изношенных деталей во много раз уменьшает расход металла для изготовления запасных частей оборудования.

Из-за износа деталей ежегодные убытки в промышленности всех стран мира составляют многие миллиарды долларов, поскольку при остановках оборудования (связанных с его ремонтом) выпуск продукции на предприятии снижается.

**В процессе эксплуатации изделия подвергаются следующим видам износа:**

1. **Износ «металл по металлу»**– при трении качения и скольжения деталей относительно друг друга с недостаточным количеством смазки или совсем без нее.
2. **Ударный износ**– происходит при ударных и сжимающих нагрузках, которые приводят к смятию, сжатию и растрескиванию рабочей поверхности.
3. **Совместный ударно-абразивный износ** – происходит при воздействии ударных нагрузок и режущего действия скользящих по инструменту твердых частиц, что приводит к выкрашиванию, растрескиванию и стачиванию рабочих поверхностей.
4. **Интенсивный абразивный износ**– происходит в результате воздействия сыпучих материалов, приводящего к стачиванию и эрозии рабочей поверхности. Его разновидностью является износ типа «металл по земле», встречающийся у оборудования, используемого при землеройных работах. Также разновидностью его можно считать эрозионный износ при воздействии на рабочую поверхность запыленного газового потока.
5. **Коррозионный износ**– происходит в результате коррозионного воздействия окружающей среды, а также вследствие окисления при повышенных температурах.
6. **Кавитационный износ**– имеет место в гидравлических системах.

На практике обычно реальный износ является результатом комбинированного воздействия нескольких указанных выше видов износа, причем почти всегда один из них превалирует.

Путем наплавки на рабочей поверхности изделия получаем сплав, обладающий комплексом свойств - износостойкостью, кислотоупорностью, жаростойкостью и т.д. *Масса наплавленного металла не превышает нескольких процентов от массы изделия.* При ремонте восстанавливаются первоначальные размеры и свойства поверхности деталей.

Увеличение стойкости важно, если от нее зависит работа того или иного агрегата, а его замена связана с простоем.

Для противостояния износу рабочие поверхности необходимо упрочнять. Один из наиболее эффективных способов упрочнения – электродуговая наплавка. Это недорогой метод продления срока службы металлических изделий нанесением на их поверхность защитного слоя. Он применяется не только для ремонта изношенных элементов конструкции, но и для придания особых свойств поверхностям новых изделий перед вводом их в эксплуатацию.

**Помимо увеличения срока эксплуатации изделий, метод наплавки имеет и другие достоинства:**

* Сокращается количество запасных частей эксплуатируемого оборудования.
* Увеличивается эффективность эксплуатации оборудования в связи с сокращением времени его простоя.
* Основная часть (основа) детали может быть выполнена из дешевой низколегированной стали.
* Снижаются расходы на обслуживание оборудования.

**Применяется:**

* дуговая,
* плазменно-дуговая,
* вибродуговая,
* импульсно-дуговая,
* электрошлаковая,
* индукционная,
* газовая наплавка.

Наибольший объем наплавочных работ выполняется электрической сварочной дугой.

*При наплавке в отличие от сварки в процессе участвует небольшое количество основного металла в связи с небольшой глубиной проплавления; поэтому внутренние напряжения и деформации изделия, склонность к образованию трещин незначительны*.

*Заданные свойства наплавленного слоя получают введением в его состав легирующих элементов.* Способы легирования различны: за счет взаимодействия металла и шлака, поглощения элементов из окружающей газовой среды, введения в сварочную ванну металлических добавок. Чаще всего применяют последний способ, как наиболее надежный и обеспечивающий нужный состав наплавленного слоя.

Особенно важно при наплавке получить однородность химического состава наплавленного металла, а следовательно, его свойств на всей поверхности наплавляемой детали.

**Дуговая наплавка** в отличие от сварки развивалась гораздо медленнее. Ручная износостойкая наплавка открытой дугой известна **с 20-х** годов прошлого столетия, но ее промышленное применение ограничивалось коренными ее недостатками: низкой производительностью, высококвалифицированной рабочей силой, тяжелыми условиями труда, непостоянным качеством наплавленного металла, обилием различных дефектов.

*Для наплавки наибольшее применение получила дуговая сварка плавящимся электродом.*

Требования к качеству наплавленного металла строже чем к сварным швам. *Наплавленный металл по свойствам должен существенно отличаться от основного металла. Часто в нем недопустимы поры, трещины и иные пороки, поэтому требования к нему строже, чем к сварным швам.*

***Процессы наплавки применяются*** при ремонте и восстановлении первоначальных размеров и свойств изделий, изготовлении новых изделий с целью обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей. При восстановлении наплавку обычно выполняют тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако это не всегда целесообразно. Иногда необходимо получить металл, отличающийся от металла детали, так как условия эксплуатации поверхностных слоев могут значительно отличаться от условий эксплуатации всего изделия. Изготовление изделия целиком из металла, который обеспечивает эксплуатационную надежность работы его поверхностей не экономно. Целесообразно изготавливать изделие из более дешевого, но достаточно работоспособного металла и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь по толщине необходимый слой другого материала (применять биметалл). Это может быть достигнуто: поверхностным упрочнением (поверхностная закалка, электроискровая и другие виды обработки); нанесением тонких поверхностных слоев значительной толщины на поверхность (на низкоуглеродистую сталь нанесением бронзы, коррозионностойкой стали и др.)

**Для успешного развития наплавки промышленностью выпускается:**

* углеродистая, легированная стальная проволока **56**марок,
* специальная наплавочная проволока **28** марок,
* различные флюсы,
* специальные наплавочные электроды.

Развитие наплавки направлено в первую очередь на полную механизацию трудоемких наплавочных работ за счет автоматической и полуавтоматической наплавки. Разрабатываются новые технологии.

**Восстановление изношенных поверхностей и**

**наплавка слоев с особыми свойствами**

**Восстановление изношенных элементов оборудования, а также изготовление новых деталей с прочным поверхностным слоем часто разделят на три основных этапа:**

1. ***Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя*** – для снижения содержания углерода и легирующих элементов в поверхностных слоях основного металла (применяется не всегда).
2. ***Восстановление первоначальных размеров изношенного изделия*** (***достройка)*** – с использованием пластичных трещиностойких материалов, позволяющих наплавлять неограниченное число слоев. Если изделие эксплуатируется не в экстремальных условиях, этот этап наплавки становится завершающим. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров, меньших первоначальным на толщину конечного слоя.
3. ***Наплавка слоев с особыми свойствами*** – для придания специальных свойств рабочим поверхностям изделия с целью увеличения срока его службы. Применяется как для реставрации изношенных, так и для изготовления новых деталей. Обычно осуществляется в один – два, реже в три и более слоя.

**Износостойкая наплавка обычно осуществляется на изделия из:**

* Углеродистых и низколегированных сталей
* Марганцовистых аустенитных сталей.

**Рекомендации по наплавке на такие стали прямо противоположны:**

* *При наплавке на углеродистые и низколегированные стали*, как правило, нужен предварительный нагрев изделия и медленное охлаждение. Иногда после наплавки применяется термообработка. Параметры этих процессов зависят от содержания углерода и легирующих элементов в металле основы и наплавляемого материала, габаритов изделия.
* *Наплавка на марганцовистые аустенитные стали*, наоборот, должна производиться без предварительного подогрева и последующей термообработки. Нагрев изделия при наплавке должен быть минимальным; если его температура превысит **260 °С**, изделие может стать хрупким.

*Углеродистые и низколегированные стали магнитны, а марганцовистые аустенитные немагнитны, поэтому их можно легко отличить с помощью магнита*

**Контрольные вопросы:**

1. Износостойкостью называется ……………………
2. Коррозионной стойкостью называется ……………
3. Жаропрочностью называется ………………………
4. Жаростойкостью называется ……………………….
5. Антифрикционностью называется …………………
6. Хладостойкостью называется ………………………
7. Толщина наплавленного слоя должна быть ………..
8. Ударный износ – происходит при ……………………
9. Износ «металл по металлу» – происходит при ……..
10. Интенсивный абразивный износ – происходит в результате ………
11. Коррозионный износ – происходит в результате ……….
12. Совместный ударно-абразивный износ – происходит при …………
13. Кавитационный износ – имеет место ………………….
14. Основная часть (основа) детали может быть выполнена из ……….
15. Применяются следующие виды наплавки:
16. Процессы наплавки применяются при …………………….
17. Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя выполняется для ...
18. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров, ……………………………
19. Наплавка слоев с особыми свойствами выполняется для ………………...
20. При наплавке на углеродистые и низколегированные стали, как правило, нужен …

**Критерии оценивания:**

**«5» *− 20− 17 балла;***

**«4» *− 16− 13 балла;***

**«3» *− 11− 8 балла;***

**«2» *− 7− 4 балла;***

**«1» *− 3− 0 балла;***

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №22 и №23**

**Тема занятия**: **Выбор сварочных материалов для наплавки. Расшифровка сварочных материалов для наплавки.**

**Цель занятия**: Приобрести практические навыки при изучении и расшифровке сварочных материалов для наплавки

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Изучить и законспектировать электроды для наплавки и законспектировать материал.

3.Изучить сварочную проволоку для наплавки и законспектировать материал.

4.Расшифровать условные обозначения наплавочных материалов (***таблица 1***)

5. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

**Электроды для наплавки**.

Электроды наплавочные применяются при одной из разновидностей электродуговой наплавки - износостойкой наплавке штучными покрытыми электродами.

**Электродуговая наплавка** - это один из наиболее распространенных и эффективных способов противостояния износу с помощью упрочнения поверхности. Это недорогой, экономически выгодный метод продлить срок эксплуатации металлических деталей путем нанесения на них защитного слоя.

Несомненным достоинством ручной электродуговой наплавки штучными электродами является возможность наплавить практически любой состав. Помимо этого, наплавка производится при помощи относительно несложного и недорогого сварочного оборудования.

**Электродуговая наплавка имеет и ряд других достоинств:**

* Сокращение количества запасных и расходных частей рабочего оборудования;
* Увеличение эксплуатационной эффективности оборудования из-за сокращения сроков простоя;
* Возможность выполнения основы требуемой детали из недорогой низколегированной стали;
* Снижение расходов на обслуживание рабочего оборудования.

Наиболее распространенными являются наплавочные электроды **Т-590** и электроды

**Т-620.**

**Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки. Типы электродов. Технические условия по ГОСТ**

**Типы** металлических покрытых электродов для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами устанавливаются ***ГОСТ 10051-75.***

***ГОСТ 10051-75*** не распространяется на электроды для наплавки поверхностных слоев из цветных металлов и их сплавов.

***Технические условия на электроды для наплавки*** - по ***ГОСТ 9466-75.***

**Типы электродов для наплавки, твердость наплавленного металла** - по ***ГОСТ 10051-75***

**ГОСТ 10051-75** устанавливает **44 типа** покрытых металлических электродов для ручной дуговой наплавки (***таблица 1***).

Твердость наплавленного металла после наплавки, в зависимости от типа электродов, устанавливается без термической обработки и после термической обработки.

**Таблица 1.**

**Типы электродов для наплавки по ГОСТ 10051-75**

**Тип электрода для наплавки**

**Твердость, HRC**

**Марки электродов**

**Область применения**

**Без ТО после наплавки**

**После ТО**

Э-10Г2

22,0-30,0

-

ОЗН-250У

Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, железнодорожных крестовин, рельсов и др.)

Э-11Г3

29,5-37,0

-

ОЗН-300У

Э-12Г4

36,5-42,0

-

ОЗН-350У

Э-15Г5

41,5-45,5

-

ОЗН-400У

Э-30Г2ХМ

32,5-42,5

-

НР-70

Э-16Г2ХМ

36,5-41,0

-

ОЗШ-1

Наплавка штампов для горячей штамповки

Э-35Г6

51,0-58,5

-

ЦН-4

Э-30В8Х3

-

41,5-51,5

ЦШ-1

Э-35Х12В3СФ

-

51,0-59,0

Ш-16

Э-90Х4М4ВФ

-

59,0-64,0

ОЗИ-3

Э-37Х9С2

53,0-59,0

-

ОЗШ-3

Наплавка штампов для холодной штамповки

Э-70Х3СМТ

-

53,0-61,0

ЭН-60М

Э-24Х12

41,5-49,5

-

ЦН-5

Э-20Х13

-

34,5-49,5

48Ж-1

Э-35Х12Г2С2

-

55,0-63,0

НЖ-3

Э-100Х12М

-

54,0-61,0

ЭН-Х12М

Э-120Х12Г2СФ

-

55,0-63,0

Ш-1

Э-10М9Н8К8Х2СФ

-

56,0-61,0

ОЗШ-4

Э-65Х11Н3

27,0-35,0

-

ОМГ-Н

Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л

Э-65Х25Г13Н3

25,0-37,0

-

ЦНИИН-4

Э-80В18Х4Ф

-

58,0-63,0

ЦИ-1М

Наплавка металлорежущего инструмента, а так же штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, прошивка, вытяжка)

Э-90В10Х5Ф2

-

58,0-63,0

ЦИ-2У

Э-105В6Х5М3Ф3

-

61,0-65,0

И-1

Э-10К15В7М5Х3СФ

-

53,0-59,0

ОЗИ-4

Э-10К18В11М10Х3СФ

-

63,0-67,0

ОЗИ-5

Э-95Х7Г5С

27,0-34,0

-

12АН/ЛИВТ

Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием

Э-30Х5В2Г2СМ

51,0-61,0

-

ТК3-Н

Э-80Х4С

57,0-63,0

-

13КН/ЛИВТ

Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания

Э-320Х23С2ГРТ

56,0-63,0

-

Т-620

Э-320Х25С2ГР

58,0-64,0

-

Т-590

Э-350Х26Г2Р2СТ

59,0-64,0

-

Х-5

Э-300Х28Н4С4

49,0-55,5

-

ЦС-1

Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками

Э-225Х10Г10С

41,5-51,5

-

ЦН-11

Э-110Х14В13Ф2

51,0-56,5

-

ВСН-6

Э-175Б8Х6СТ

53,0-58,5

-

ЦН-16

Э-08Х17Н8С6Г

-

29,5-39,0

ЦН-6М,

ЦН-6Л

Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры для котлов, нефтеаппаратуры и трубопроводов

Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ

-

30,5-36,0

ВПИ-1

Э-09Х31Н8АМ2

-

41,5-49,5

УОНИ-13/Н1-БК

Э-13Х16Н8М5С5Г4Б

-

39,5-51,5

ЦН-12М, ЦН-12Л

Э-15Х15Н10С5М3Г

36,5-46,5

-

ЦН-18

Э-15Х28Н10С3ГТ

-

36,5-42,0

ЦН-19

Э-15Х28Н10С3М2ГТ

-

41,5-46,5

ЦН-20

Э-200Х29Н6Г2

41,5-51,5

-

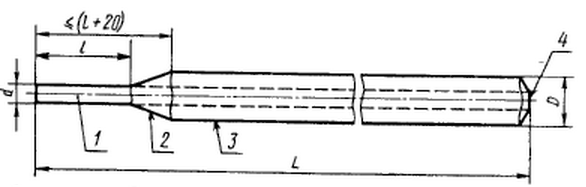
ЦН-3

Э-190К62Х29В5С2

41,5-51,5

-

ЦН-2



**Рис..1.** ***Эскиз электрода:*** **1**- стержень;**2** - участок перехода; **3** - покрытие; **4** - контактный торец без покрытия

**Примечания:**

* В скобках - размеры применять ГОСТом не рекомендуется;
* Допускаются электроды номинальными диаметрами 3,15; 3,25; 6,3 и 12,5 мм;
* По соглашению - длина может быть иная, покрытие с конца электрода на длине l допускается не зачищать (торцы должны быть зачищены как контактные).

**Классификация электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-95)**

Условное обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - **Н** (индекс в условном обозначении)

**По толщине покрытия электроды для наплавки подразделяются:**

* с тонким покрытием -**М** (**D/d ≤ 1,20**)
* со средним покрытием - **С** (**1,20 < D/d ≤ 1,45**)
* с толстым покрытием -**Д** (**1,45 < D/d ≤ 1,80)**
* с особо толстым покрытием - **Г** **( D/d > 1,80**),

где: **D** - диаметр покрытия, **d**- диаметр электрода, определяемый диаметром стержня.

**По виду электродного покрытия наплавочные электроды подразделяются:**

* с кислым покрытием - **А**;
* с основным покрытием - **Б**;
* с целлюлозным покрытием -**Ц**;
* с рутиловым покрытием -**Р**;
* с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение;
* с прочими видами покрытий - **П**.

При наличии в составе покрытия ***железного порошка*** в количестве более **20 %** к обозначению вида покрытия электродов добавляется буква **Ж.**

**По допустимым пространственным положениям наплавки электроды подразделяются:**

* для всех положений - **1**;
* для всех положений, кроме вертикального сверху вниз - **2**;
* для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - **3**;
* для нижнего и нижнего в лодочку -**4**

**По роду и полярности применяемого при наплавке тока**, по номинальному напряжению холостого хода используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой ***50 Гц***электроды для наплавки подразделяются:

* Цифрой **0**- электроды для наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

**Индексы характеристик наплавленного металла (два индекса):**

* первый - средняя твердость наплавленного металла:
* второй:
* **1**- твердость наплавленного металла обеспечивается без термической обработки после наплавки,
* **2** - после термической обработки

**Пример условного обозначения электродов для наплавки (на этикетках, в маркировке коробок, пачек и ящиков):**

Электроды ***типа*** **Э-11Г3** по ***ГОСТ 10051-75***, ***марки*ОЗН-300У**, ***диаметром*** **4,0 мм**, ***для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами* Н**, ***с толстым покрытием* Д**, ***обеспечивающие среднюю твердость*** **300HB (HRCэ 33; ~300HV)** - **300/33**, ***без термической обработки после наплавки*** - **1**, ***с основным покрытием*** **Б**, ***для наплавки в нижнем положении*** **4** ***на постоянном токе обратной полярности*** **(0):**

**Э-11Г3-ОЗН**-**300У-4,0-НД ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75**

**Е-300/33-1-Б40**

**В документации:** **Электроды ОЗН-300У-4,0 ГОСТ 9466-75.**

**Контроль качества**

**Для проверки сварочно-технологических свойств** наплавочных электродов выполняется наплавка на один образец (пластина из Ст3 или стали, для наплавки которой предназначены электроды). Размер пластины - **120 х 80 х 20 мм** (отклонение длины и ширины +/- 5 мм, толщины +/- 2 мм).

*Наплавка на образец выполняется в четыре слоя в нижнем положении*. ***Длина наплавки*** *не менее***80 мм**, ***ширина***- *не менее* **8-мм***диаметров контролируемых электродов.*

Для электродов, обеспечивающих среднюю твердость наплавленного **HR Cэ > 42** допускается наплавка в образцов в три или два слоя.

На наплавочных образцах, проверка сплошности наплавленного металла проверяется после снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм.**

При средней твердости наплавленного металла **HRCэ > 42** допускается зашлифовка поверхности наплавки без снятия верхнего слоя на 1**,5 - 3,0 мм.**

**Для проверки химического состава наплавленного металла** выполняется **8-ми слойная**наплавка на образец (размеры выше), площадь наплавки - *не менее* **80 х 40 мм.**

Для электродов диаметром ***менее 5 мм*** толщина пластин ***не менее 4-х диаметров электрода.***

Для электродов со средней твердостью наплавленного металла **HRCэ > 42** допускается наплавка в пять слоев.

**Проверка твердости наплавленного металла** производится на поверхности 8-ми слойной или 5-ти слойной наплавки, выполненной для проверки химического состава наплавленного металла.

**Упаковка**

***Масса электродов в коробке или пачке не должна превышать:***

* **3 кг** - для электродов диаметром **до 2,5 мм;**
* **5 кг** - для электродов диаметром **3,0 - 4,0 мм;**
* **8 кг** - диаметром более **4,0 мм**.

**Наплавочная проволока**.

**По ГОСТ 10543 - 75 изготовляется стальная наплавочная проволока диаметром от 0,3 до 8 мм.**

**Стандартом предусмотрена:**

* углеродистая проволока **9 марок**(**Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-45, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-85**);
* легированная проволока, **11 марок** (**Нп-40Г, Нп-50Г, Нп-65Г, Нп-30ХГСА, Нп30Х5, Нп-40Х3Г2МФ, Нп-40Х2Г2М, Нп-5ХНМ, Нп-50ХФА, Нп-50Х6ФМС, Нп-105Х**),
* высоколегированная проволока **10 марок** (**Нп-20Х14, Нп-30Х13, Нп-30Х10Г10Т, Нп-40Х13, Нп-45Х4В3Ф, Нп-45Х2В8Т, Нп-60Х3В10Ф, Нп-ГВ, Нп-Х15Н60, Нп-Х20Н80Т**).

Проволока для наплавки подбирается в зависимости от назначения и требуемой твердости металла наплавки (***табл. 3***). ***Минимальную твердость металла*** можно получить при наплавке углеродистой проволокой марки ***Нп-25 (HRC 40);*** ***максимальная твердость металла*** достигается высоколегированной проволокой марки ***Нп-40Х13 (HRC 45 - 52).*** Обычно наплавка проволокой выполняется пол флюсом на автоматах, шланговых полуавтоматах и электродами с покрытиями - вручную.

*Техника наплавки предусматривает наложение ниточных валиков с перекрытием предыдущего валика на 1/3 его ширины или валиков с поперечными колебаниями электрода.*

Если необходимо восстановить размеры или форму детали, то используется обычная сварочная проволока, которая дает наплавленный металл низкой твердости.

**Для наплавки согласно Госту 2247-70 используют сварочную проволоку марок:**

1. **Св-08** (с твердостью наплавленного слоя ***НВ120-160***); **Св-10Г2**(***НВ180-210***);

**Св-08ГС** (***НП 180-200***); **Св-12ГС** (***HV 190-220***); **Св-08Г2С** (***HV 180-210***) - оси,

валы, ролики (где проходит трения металла с смазкой);

1. **Св-18ХГС** ***(HV240-300***) - трение металла с смазкой и без смазки (опорные ролики, натяжные колеса гусеничных машин, Цапфы);
2. **Св-20 Х13** (***HRC 42-48***); **Св-07Х27Т** (***HRC 30-38***) - кавитационно-коррозионный износ при температурах до 450 Ос (уплотнительные поверхности запорной и пропускной арматуры для пара и воды);
3. **Св-06Х19Н9Т** (***НВ160-190***); **Св-08Х19Н9Ф2С2** (***НВ200-230***) -кавитационно-коррозионный износ при температурах выше **450 оС.**

**Для получения наплавленного металла высокой твердости используют специальный стальной наплавляющий провод, который выпускают диаметром**: **0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 6,5; 8,0 мм**

**Таблица. 2.**

**Марки проволоки для наплавки**



**Согласно Госту 10543-82 используют стальную наплавляющую проволоку марок:**

1. **Нп-25, Гп-30, Нп-35** (***НП 160-220***); **Нп-40, Чп-45** (***НП 170-230***): **Нп-50** (***НП 180-240***); **Нп-65** (***НВ220-300***); **Нп-80** (***НП 260-340***); **Нп-40Г** (***НП 180-240***) - трение металла при наличии смазки (оси, валы, шпиндели);
2. **Нп-50Г** (***НП 200-270***); **Нп-65Г** (***НП 230-310***); **Нп-40Х13** (***HRC 45-50***) - трение металла без смазки со значительным контактным нагрузкой (оси опорных роликов, крановые колеса, натяжные колеса гусеничных машин);
3. **Нп-40Х2Г2М** (***HRC 45-56***); **Нп-50 ХФА** (***HRC 43-50***) - трение металлов с смазкой в сочетании с динамической нагрузкой (шлицевые и коленчатые валы, поворотные кулаки);
4. **Нп-30 ХГСА** (***НП 220-300***); **Нп-30X5** (***HRC37-42***); **Нп-50ХНМ** (***HRC 40-50***);
5. **Нп-50 Х6ФМС** (***HRC 42-48***); **Нп-50Х** (***HRC 32-38***); **Нп-45Х2В8Г** (***HRC 40-46***);
6. **Нп-60ХЗВЮФ** (***HRC42-50***); **Нп-45Х4ВЗГФ** (***HRC38-45***) - термическая усталость, тепловые измены (прокатные валки, кузнечной -прессовый инструмент);
7. **Нп-40ХЗГ2МФ** (***HRC 38-44***) - ударно-абразивный износ (ковши экскаваторов, ножи бульдозеров);
8. **Нп-Г1ЗА** (***НВ220-280***) - ударное износ деталей из стали **110Г13Л**;
9. **Нп-20Х14** (***HRC 32-38***) - кавитационно-коррозионный износ запорной арматуры для пара и воды;
10. **Нп-30ХІЗ** (***HRC 38-45***) – гидро -абразивный износ (плунжеры гидравлических прессов, шейки коленчатых валов, гребные валы судов);
11. **Нп-30Х10ПОТ** (***НП 200-220***) - кавитационная эрозия (лопасти турбин, гребные винты);
12. **Нп-Х15Н60** (***НП 180-220***) - термическая усталость при высокой температуре (печи, реторты);
13. **Нп-Х20Н80Т** (***НВ120-220***) - термическая усталость при высокой температуре в сочетании с коррозионной средой (клапаны двигателей внутреннего сгорания);
14. **Нп-03Х15Н35Г7М6Б** - коррозионный износ при повышенной температуре (корпуса сосудов в атомно-энергетическом машиностроении, арматура химической промышленности).

*Цифры и буквы после индекса Нп* (наплавляющий) указывают химический состав проволоки. Марки проволоки выбирают, учитывая необходимую твердость и нагрузки наплавляемых поверхностей.

*Проволока поставляется в мотках с внутренним диаметром****от 150 до 750 мм****и****массой от 1,5 до 30 кг.****Мотки связывают в бухты массой****не более 80 кг****.*

*Наплавляющий проволока упаковывают и хранят идентично сварочном.*

**Задание:**

**Таблица №1**

**Расшифровать** **условное обозначение наплавочных материалов**

**(варианты – по номеру в журнале):**

**Номер варианта**

**Условные обозначения наплавочных материалов**

1

Нп-30

ПЛ-Нп-10Г2СТ

Э-15Х28Н10С3М2ГТ

2

Нп-50

ПЛ-Нп-20Х2Г2СТ

Э-09Х31Н8АМ2

3

Нп-85

ПЛ-Нп-300Х25С3Н2Г2

Э-13Х16Н8М5С5Г4Б

4

Нп-40Г

ПЛ-Нп-400Х38Г3РСТЮ

Э-15Х15Н10С5М3Г

5

Нп-65Г

ПЛ-Нп-120Х22Р3Г2С

Э-15Х28Н10С3ГТ

6

Нп-30ХГСА

ПЛ-Нп-450Х20Б7М6В2

Э-15Х28Н10С3М2ГТ

7

Нп-30Х5

ПЛ-Нп-500Х40Н40С2Р

Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ

8

Нп-40Х3Г2МФ

ПЛ-Нп-550Х44Н34ГСР

Э-35Х12В3СФ

9

Нп-40Х2Г2М

ПЛ-Нп-12Х16Н8М6С5Г4Б

Э-90Х4М4ВФ

10

Нп-50ХНМ

ПЛ-Нп-12Х18Н9С5Г2Т

Э-35Х12Г2С2

11

Нп-50Х6ФМС

ЛС-18ХГСА

Э-15Х15Н10С5М3Г

12

Нп-50ХФА

ЛС-70Х3МН

Э-120Х12Г2СФ

13

Нп-20Х14

ЛС-25Х5ФМС

Э-10М9Н8К8Х2СФ

14

Нп-30Х13

ЛС-50Х4В3ФС

Э-65Х11Н3

15

Нп-40Х13

ЛС-15Х13

Э-65Х25Г13Н3

16

Нп-20Х17Н3М

ЛС-12Х14Н3

Э-80В18Х4Ф

17

Нп-30Х10Г10Т

ЛС-02Х20Н11Г

Э-90В10Х5Ф2

18

Нп-45Х4В3ГФ

ПП-Нп-200Х12М

Э-105В6Х5М3Ф3

19

Нп-50Х3В10Ф

ПП-Нп-200Х12ВФ

Э-10К15В7М5Х3СФ

10

Нп-Г13А

ПП-Нп-30Х4В2М2ФС

Э-10К18В11М10Х3СФ

21

Нп-03Х15Н35Г7М6

ПП-Нп-10Х17Н9С5ГТ

Э-13Х16Н8М5С5Г4Б

22

Нп-Х20Н80Т

ПП-Нп-250Х10Б8С2Т

Э-30Х5В2Г2СМ

23

Нп-03Х15Н35Г7М6Б

ПП-Нп-30Х2М2ФН

Э-190К62Х29В5С2

24

Нп-40ХЗГ2МФ

ПП-Нп-40Х4Г2СМНТФ

Э-320Х23С2ГРТ

25

Нп-60ХЗВЮФ

ПП-Нп-150Х15Р3Т2

Э-320Х25С2ГР

26

Нп-45Х4ВЗГФ

ПП-Нп-350Х10Б8Т2

Э-350Х26Г2Р2СТ

27

Нп-45Х2В8Г

ПП-Нп-35В9Х3СФ

Э-300Х28Н4С4

28

60ХЗВЮФ

ПП-Нп-12Х12Г12СФ

Э-225Х10Г10С

29

Нп-45Х2В8Г

ПП-Нп-25Х5ФМСТ

Э-110Х14В13Ф2

30

Нп-50 ХФА

ПП-Нп-35Х6М2

Э-175Б8Х6СТ

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №24**

**Тема занятия: Выбор технологии, материалов и режима сварки углеродистых сталей по карточкам**

**Цель заняти**я: Приобрести практические навыки при выборе технологии, материалов и режимов наплавки углеродистых сталей

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия :**

1.Ознакомление с теоретическими сведениями

2.Изучить технологию сварки и наплавки в нижнем положении шва.

3.Изучить технологию сварки и наплавки вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.

4.Рассчитать и выбрать параметры ручной электродуговой сварки (силу сварочного тока, диаметр, тип и марку электрода и др.) в зависимости от свариваемого материала и положения в пространстве.

5.Заполнить таблицу и дать подробное описание расчета режима *(варианты – по порядковому номеру в журнале)*

6. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

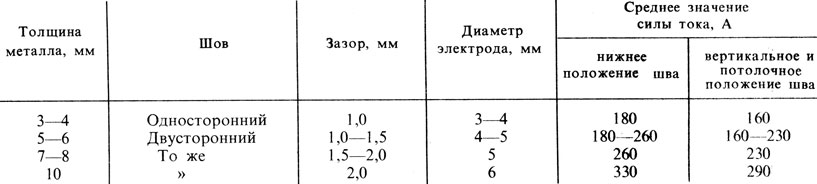
**Сварка и наплавка в нижнем положении шва**

**Сварка стыковых швов.**

*Односторонние стыковые швы без скоса кромок выполняют покрытыми электродами диаметром, равным толщине свариваемых листов, если она не превышает* **4 мм.** Сила тока подбирается в зависимости от диаметра электрода, вида и толщины покрытия (***табл. 1***). Листы без скоса кромок ***толщиной*** **от 4 до 10 мм** сваривают двусторонним швом. Положение и поперечные движения электрода при сварке приведены на ***рис. 1.***

**Таблица. 1.**

**Ориентировочные режимы сварки соединений встык без скоса кромок**



**Примечание.** Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

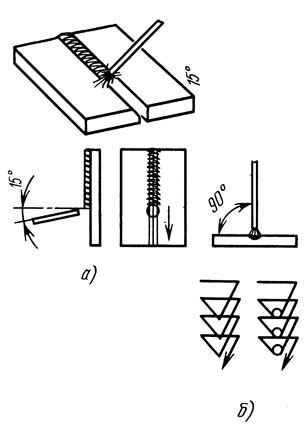
Стыковые соединения со скосом двух кромок (V-образные) в зависимости от толщины металла выполняют однослойными, многослойными или многопроходными швами .

Оптимальный угол раскрытия шва определяется следующими соображениями. Большой угол разделки (**80 - 90°)** обеспечивает большие удобства сварщику, уменьшает опасность непровара корня, но увеличивает объем наплавленного металла, следовательно, уменьшает производительность и увеличивает деформации изделия. Для нормального процесса ручной дуговой сварки принят угол разделки **60°.** Он может быть*увеличен* **на 65°** для *тонких листов* и ***уменьшен*** **до 55°** д***ля листов толщиной*более 15 мм.**

Зазор между стыкуемыми элементами и притупление кромок составляет **от 1,5 до 4,0 мм** в зависимости от толщины листов, режима сварки и характера свариваемой конструкции.

Наиболее трудным при сварке является получение полного (надежного) провара корня шва. Здесь чаще всего бывают различные дефекты, например непровар, газовые и шлаковые включения. Поэтому, если это возможно, следует подваривать корень шва с обратной стороны.

Металл толщиной **от 4 до 8 мм** проваривается однослойным (однопроходным) швом. ***Однослойные швы*** **с V-образным скосом кромок** выполняют поперечными колебательными движениями электрода в виде треугольников без задержки в корне шва (листы ***толщиной*** **4 мм**) и с задержкой в корне шва (***толщиной*** **8 мм**, ***рис. 1***).

**Р****ис. 1.** ***Положение (*а*) и движения электрода (*б*) при сварке стыковых швов со скосом кромок***

Листы***толщиной*** **12 мм** и более соединяются встык с двумя симметричными скосами двух кромок (с Х-образным скосом кромок) многослойным или многопроходным швом. ***Многослойный шов*** выполняется быстрее многопроходного. Выбор многослойного или многопроходного шва зависит от химического состава и толщины свариваемой стали.

***Многопроходной шов*** выполняется тонкими и узкими валиками, без поперечных колебательных движений электрода. Сварку рекомендуется выполнять электродами, предназначенными для опирания. В этом случае применяют электроды ***диаметром***

***от 1,6 до 3 мм (редко 4 мм).*** Весь многопроходной шов может выполняться электродами одного и того же диаметра.

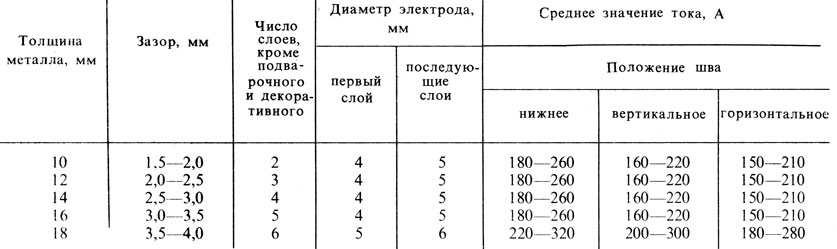
Каждый слой многослойного шва имеет увеличенное в несколько раз сечение по сравнению с сечением каждого валика при многопроходной сварке; поэтому многослойный шов обеспечивает повышенную производительность.

Иногда для обеспечения провара по всей толщине металла сварка ведется на медной подкладке ***толщиной*** **4 - 6 мм.**В этом случае ***сварочный ток*** можно повысить ***на 20 - 30%***, не опасаясь сквозного проплавления. Если конструкция и назначение сварного изделия допускают сквозное проплавление, сварка может вестись на остающейся стальной подкладке.

В особо ответственных конструкциях перед подваркой шва с обратной стороны его предварительно зачищают резаком для поверхностной резки или резцом для удаления возможных дефектов (непровара, трещин, газовых и шлаковых включений).

**Таблица. 2.**

**Ориентировочные режимы** **сварки V-образных стыковых многослойных швов**



**Примечание.** Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

***Стыковые Х-образные швы*** применяют для стали ***толщиной*** **от 12 до 40 мм**. Подготовка кромок, угол скоса, величина зазора и притупления, техника выполнения швов при этом такие же, как и при сварке листов с V-образной разделкой. Чтобы достаточно прогревался и отжигался металл каждого нижележащего слоя, ***толщина слоев*** должна быть ***не более 4 - 5 мм*** и ***не менее 2 мм***. Например, для выполнения Х-образных швов при сварке листов ***толщиной*** **12 мм** нужно положить ***4 - 6 слоев***, а для ***толщины*** **40 мм** - ***10 - 16 слоев*** (отжигающий и декоративный слои не учитываются).

Стыковые швы листов большой ***толщины*** (**более 20 мм**) целесообразно сваривать ***с криволинейным скосом двух кромок.*** Такая подготовка позволяет применять электроды повышенного диаметра, обеспечивает надежный провар и равномерную усадку металла шва.

***Швы с двусторонним симметричным скосом двух кромок (Х-образные*) имеют следующие преимущества перед швами с односторонним скосом двух кромок (V-образные):**

1. Уменьшение объема наплавленного металла в **1,6 - 1,7** раза и, следовательно, увеличение производительности сварки.
2. Уменьшение деформаций от сварки.
3. Возможный непровар в корне шва расположен в нейтральном сечении и поэтому менее опасен.

*Для уменьшения коробления* сварного изделия рекомендуется выполнять швы попеременно с одной и с другой стороны листа. При сварке в нижнем положении для этого требуется частая кантовка изделия. Поэтому целесообразно устанавливать изделие вертикально и сваривать его одновременно с двух сторон. Работу в этом случае выполняют два сварщика.

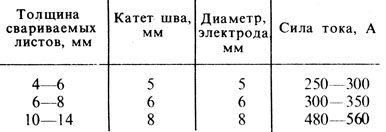
**Сварка угловых швов**

При выполнении угловых швов наклонным электродом (***рис. 2, а***) жидкий металл под действием силы тяжести стремится стекать на нижнюю плоскость. Поэтому выполнение этих швов лучше производить "в лодочку" (***рис. 2, б***), в частности электродами, которые позволяют вести сварку опиранием покрытия на свариваемые кромки изделия.

***Сварка "в лодочку" угловых швов*** для листов***толщиной*** **до 14 мм**возможна без скоса кромок (двусторонняя сварка) или с частичной разделкой кромок и увеличенным размером притупления. ***Зазор*** между свариваемыми элементами не должен превышать **10%** толщины листа.

**Таблица. 3.**

**Режимы сварки угловых швов 'в лодочку' с опиранием электрода**

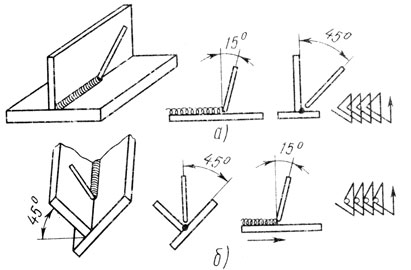


**Примечание.** Максимальные значения силы тока должны уточняться по данным паспорта электродов.

Однако не всегда можно установить сварное изделие для сварки "в лодочку"; тогда угловые швы выполняют наклонным электродом. В этом случае возможен непровар корня шва и кромки нижнего листа. Тщательный прогрев кромок свариваемых частей достигается правильным движением электрода, который следует держать под углом **45°** к поверхности листов и производить поперечные движения треугольником без задержек или с задержками в корне шва. В процессе сварки электрод следует наклонять то к одной, то к другой плоскости листов.

***Угловые швы в нижнем положении*** с ***катетами*до 10 мм** выполняют сваркой в один слой электродами ***диаметром до 5 мм,*** иногда без поперечных движений.

***Угловые швы без скоса кромок*** с ***катетами*** **более 10 мм** могут выполняться в один слой, но с поперечными движениями электрода треугольником, причем лучший провар корня шва обеспечивается задержкой электрода в корне шва (см. рис. 52).



**Рис. 2.** ***Положение и движения электрода при сварке угловых швов:*** **а** - наклонным электродом, **б**– "в лодочку"

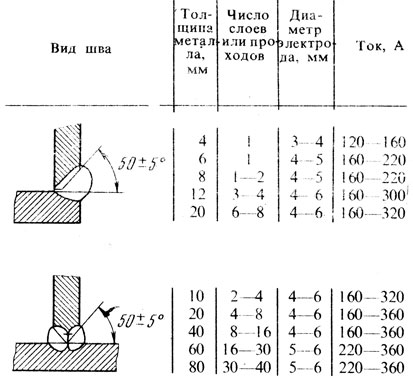
Угловые швы с односторонним или двусторонним скосом кромок применяют при изготовлении особо ответственных изделий.

**Сварка тавровых швов**

Скос кромок у стенки тавра делают под углом **50+5°.** При ***толщине стенки*** **до 4 мм** шов со скосом кромки *выполняют в один слой*; при ***большей толщине*** сварка ведется *в несколько слоев и проходов*. При выполнении многослойных тавровых швов наклонным электродом швы обычно получаются с неравными катетами на полке и стенке. Поэтому при проектировании сварных изделий допускаются угловые швы с неравными катетами.

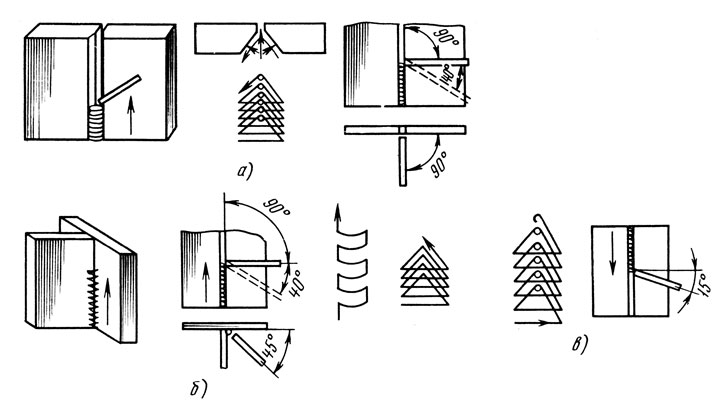
**Таблица. 4.**

**Примерные режимы ручной дуговой сварки угловых швов со скосом кромок**



**Выполнение вертикальных, горизонтальных и потолочных швов**

**Вертикальные швы** (стыковые и угловые) выполняют в направлении снизу вверх. Предварительно подготавливается сваркой металлическая горизонтальная площадка сечением, равным сечению наплавленного металла шва. Площадка создается поперечными движениями электрода треугольником (***рис. 3***). Провар в корне шва обеспечивается задержкой горения дуги в этом месте при движении электрода треугольником. Наибольший провар корня шва достигают, когда электрод перпендикулярен вертикальной оси. Стекание расплавленного металла предотвращают наклоном электрода вниз, как показано пунктиром на ***рис. 3, а, б.***

**Р****ис. 3.** ***Положение и*** ***движения электрода при сварке в вертикальном положении:***

**а** - стыковые швы со скосом кромок, **б** - угловые швы,

**в** - сварка в направлении сверху вниз

Сварка вертикальных швов электродами больших диаметров и при большой силе тока затруднительна из-за стекания металла и неудовлетворительного формирования шва. Поэтому применяют электроды ***диаметром*** **до 4 мм**, *редко***5 мм**, а сварочный ток понижают по сравнению со сваркой в нижнем положении.

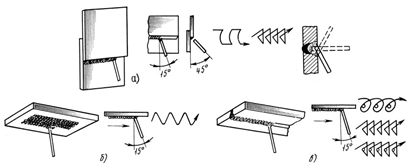
Вертикальная сварка в направлении сверху вниз (***рис. 3, в***) возможна электродами, дающими слой шлака. Металл в сварочной ванне затвердевает быстрее и стекания его практически не происходит. Для вертикальной сварки сверху вниз применяют электроды с целлюлозным, пластмассовым покрытием органического вида (**ОЗС-9, АНО-9, ВСЦ-2, ВСЦ-3 и др**.). Производительность сварки сверху вниз выше производительности сварки снизу вверх. Вертикальные швы также удобно выполнять электродами с опиранием покрытия на свариваемые кромки.

**Горизонтальные и потолочные швы**выполнять сложнее, чем вертикальные (***рис. 4***). При выполнении горизонтальных швов на верхнем листе часто образуются подрезы, а при сварке в потолочном положении затруднен полный провар корня шва. В обоих случаях сварка должна производиться короткой дугой с достаточно быстрыми колебательными движениями. Металл***толщиной*** **более 8 мм** сваривают многопроходными швами.

*Первый валик* в корне **горизонтального шва** наносится электродом***диаметром*** **4 мм,***а последующие* - ***диаметром*** **5 мм**.

*Первый валик* в корне **потолочного шва** выполняется электродом ***диаметром*3 мм**, а *последующие* - ***диаметром*** **не более 4 мм**.

*Валики горизонтального и потолочного швов удобно выполнять электродами с опиранием покрытия.* При выполнении потолочных швов газы, выделяющиеся при сварке покрытыми электродами, поднимаются вверх и могут оставаться в шве. Поэтому для сварки в потолочном положении следует пользоваться хорошо просушенными электродами, дающими небольшой шлак.

****

**Рис. 4**. ***Положение и движения электрода при сварке в горизонтальном и потолочном положениях:*** **а**- горизонтальный угловой шов, **б**- наплавка в потолочном положении, **в** - потолочный стыковой

**Сварка тонколистовой стали**

При сварке стали ***толщиной*3 мм**и меньше необходимо вводить в изделие строго одинаковое количество тепла на единицу длины шва (погонная энергия сварки qв), с тем чтобы по всей длине шва была одинаковая глубина провара металла.

Швы накладываются электродом ***диаметром*** ***1 - 3 мм*** без поперечных колебательных движений. Продольные движения электрода по оси шва должны производиться с одинаковой скоростью.

Для соединения тонких металлов заслуживает широкого внедрения микроплазменная сварка импульсной дугой в защитном инертном газе. Ею сваривают листы ***толщиной*** **0,1 - 2 мм.** Для микроплазменной сварки институт им. Е. О. Патона разработал специальный источник сварочного тока типа **А-1347.**

Тонкую сталь можно сваривать также угольным электродом на постоянном токе с прямой полярностью по отбортовке кромок на режиме: ***диаметр угольного электрода*** ***- 6 - 10 мм,*** ***сила тока*** - ***120 - 160 А***, ***скорость сварки*** - ***50 - 70 м/ч.***

***Задание: Подобрать режим ручной дуговой сварки***

***Вариант №1***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение горизонтальное Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_m4793e2b0.gifОписание: hello_html_m2f73cdeb.gifОписание: hello_html_m7431f282.gifОписание: hello_html_m71a7a05e.gif

**ГОСТ.5264-80-Т3 3**

Описание: hello_html_m2f212389.gifОписание: hello_html_203f4e40.gifОписание: hello_html_4e675258.gifОписание: hello_html_203f4e40.gif**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока**

**(пост. переем.)**

Описание: hello_html_m216bc04b.gif

***Вариант №2***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_6240516f.gifОписание: hello_html_2faffd89.gifОписание: hello_html_68146559.gifОписание: hello_html_1fc6bbae.gifОписание: hello_html_1e6b923a.gif

**ГОСТ.5264-80-Т1-Описание: hello_html_95f741c.gif2ω**

Описание: hello_html_f3d5dd8.gifОписание: hello_html_m41bcd107.gifОписание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_5bc4ed4a.gifОписание: hello_html_m4674b5c6.gifОписание: hello_html_9c42ef0.gif**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.)**

Описание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_f3d5dd8.gif

***Вариант №3***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение горизонтальное. Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_m4793e2b0.gifОписание: hello_html_m2f73cdeb.gifОписание: hello_html_m7431f282.gifОписание: hello_html_m71a7a05e.gif

**ГОСТ.5264-80Т3 3**

Описание: hello_html_m2f212389.gifОписание: hello_html_203f4e40.gifОписание: hello_html_4e675258.gifОписание: hello_html_203f4e40.gifОписание: hello_html_2121b81f.gif**Диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.)**

Описание: hello_html_m216bc04b.gifОписание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_m41bcd107.gif

***Вариант №4***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_352d0de4.gifОписание: hello_html_6240516f.gifОписание: hello_html_m57511b23.gifОписание: hello_html_m57511b23.gifОписание: hello_html_a8597db.gifОписание: hello_html_m71a7a05e.gif

**ГОСТ.5264-80 - Описание: hello_html_2e4cf52f.gif3-НЗ**

Описание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_m200bc1c2.gifОписание: hello_html_m24a88a54.gifОписание: hello_html_27029b02.gifОписание: hello_html_635d1846.gif**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.)**

***Вариант №5***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_m7236229b.gifОписание: hello_html_m7236229b.gifОписание: hello_html_18c4b8b7.gifОписание: hello_html_18c4b8b7.gifОписание: hello_html_751bf43a.gifОписание: hello_html_m525029e0.gif

**ГОСТ.5264-80 С21**

Описание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_f716972.gifОписание: hello_html_m41bcd107.gifОписание: hello_html_67ffdcc.gif**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.)**

***Вариант №6***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение нижнее.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_m4d922308.gifОписание: hello_html_m50c1971b.gifОписание: hello_html_m3e1998b.gifОписание: hello_html_m3e1998b.gifОписание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_27029b02.gifОписание: hello_html_m24a88a54.gifОписание: hello_html_m200bc1c2.gifОписание: hello_html_8806076.gifОписание: hello_html_m70e39df2.gifОписание: hello_html_m5749e683.gif

**ГОСТ.5264-80 С4**

**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.**

***Вариант №7***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения в тавр. Положение вертикальное.***

***Материал –Ст3пс.***

Sме = 5 мм

**Д**Описание: hello_html_3acfb4b2.gifОписание: hello_html_me8f7cb.gifОписание: hello_html_m3a752cfe.gifОписание: hello_html_m515db2c1.gifОписание: hello_html_m4bbd082b.gif

**ГОСТ.5264-80?У2**

**диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода Полярность**

**Длина дуги** **Род тока (пост. Переем.)** **Манипулятор**

***Вариант №8***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение потолочное.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_6e8fee87.gifОписание: hello_html_4c3394aa.gifОписание: hello_html_m5717bdd2.gifОписание: hello_html_m758085b6.gifОписание: hello_html_1e6b923a.gif

**ГОСТ.5264-80С2**

Описание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_m41bcd107.gifОписание: hello_html_6325b840.gif**Диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.**

***Вариант №9***

***Подобрать режим ручной дуговой сварки для соединения встык. Положение вертикальное.***

***Материал –Ст3пс.***

**Д**Описание: hello_html_6e8fee87.gifОписание: hello_html_4c3394aa.gifОписание: hello_html_m5717bdd2.gifОписание: hello_html_m758085b6.gifОписание: hello_html_1e6b923a.gif

**ГОСТ.5264-80С2**

Описание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_1f9db414.gifОписание: hello_html_m41bcd107.gifОписание: hello_html_673e26a6.gif**Диаметр электрода**

**Сила сварочного тока**

**Тип Марка электрода**

**Угол наклона электрода**

**Манипулятор**

**Полярность**

**Длина дуги**

**Род тока (пост. Переем.)**

**Контрольные вопросы:**

1 Технологи сварки и наплавки в нижнем положении шва.

2.Технология сварки и наплавки вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.

3.Выбор параметров ручной электродуговой в зависимости от свариваемого материала и положения в пространстве.

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №25**

**Тема занятия:** **Изучение особенностей наплавки твердых сплавов и определение твердости наплавленного металла**

**Цель занятия: Приобрести практические навыки определения твердости наплавленного металла**

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Подобрать необходимые материалы для выполнения наплавки на поверхности изделия согласно заданного варианта

2.Выбрать способ наплавки.

3.Описать подготовку поверхностей для наплавки заданного изделия.

4.Описать технологию выполнения наплавки согласно выбранного вами способа наплавки

5..Описать требования охраны труда и техники безопасности при выполнении наплавочных работ

**Теоретические сведения**

Твердые сплавы:Вокар - порошкообразный твердый сплав черного цвета, представляющий собой смесь углерода и вольфрама, прошедшую специальную обработку. Твердость наплавки 60 - 63 единицы по Роквеллу.Вокар - дорогой сплав, находит применение в основном для наплавки рабочей части бурового инструмента. Сталинит – порошкообразный твердый сплав, получаемый расплавлением раздробленного феррохрома, ферромарганца, чугуна и угля. Сталинит - сверхтвердый сплав, применяемый для режущих инструментов, горного бурения и пр. Справочная информацияТвердые сплавы:Победи́т — твёрдый сплав карбида вольфрама и кобальта в массовом соотношении 96:4.Победит – применяется для изготовления режущего инструмента для бурения горных пород, наплавки брони, изготовления деталей для которых требуется высокая твёрдость или жаропрочность.Боридная смесь - содержит 50 % боридов хрома и 50 % железного порошка.Карбидо-боридная порошковая смесь - содержит 5% карбида хрома, 5% борида хрома, 60% феррохрома, 30% железного порошка. Боридная и карбидно-боридную смесь - при наплавке дает твердый, но хрупкий наплавленный слой. Боридную и карбидно-боридную смесь - применяют для наплавки интенсивно изнашивающихся деталей машин. Справочная информацияТвердые сплавы:Сормайт — название высокохромистых и высокоуглеродистых твердых сплавов на основе железа, содержащих также никель и кремний. Сормайт характеризуется наибольшей твёрдостью.Сормайт применяется для наплавки на быстроизнашиваемые поверхности деталей и инструментов. Техника подготовки поверхностей под наплавкуПредварительно рабочая поверхность очищается от ржавчины, масла и грязи. Затем на поверхность детали насыпается тонкий слой (0,2 - 0,3 мм) прокаленной буры (флюса) и слой порошка сплава (шихты) высотой 2 - 7 мм и шириной 30 - 40 мм. Этот слой разравнивается и слегка уплотняется гладилкой.Необходимо учитывать:Высота наплавленного слоя уменьшается по сравнению с высотой шихты на 60 - 65% для сталинита, на 35 - 50% для вокара, на 70 - 80% для боридной смеси. Можно производить наплавку в несколько слоев, однако общая толщина наплавленного слоя во избежание трещин и выкрашивания кусков сплава при эксплуатации не должна превышать 5 - 6 мм для сталинита, 3 - 4 мм для вокара и 1,4 - 1,7 мм для боридной смеси.

**Задание:** Выполнить измерение твердости полученного наплавленного металла методом Бриннеля на настольном прессе.

Варианты заданий156234

**Контрольные вопросы:**

1.В чем заключается сущность наплавки материалов?

2. Для каких целей выполняют наплавку?

3. В чем заключается сущность наплавки?

4. Какие вы знаете способы нанесения наплавки материалов?

5. Какие вы знаете виды твердых сплавов?

6. Какая последовательность нанесения наплавки зернистых и порошковых твердых сплавов?

7.В чем заключается сущность напыления?

8.Какие вы знаете способы наплавки твердых сплавов?

9.Почему нельзя выполнять наплавку твердых сплавов толстым слоем?

10.Как необходимо подготавливать поверхности деталей под наплавку твердых сплавов?

**Вывод: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 26**

**Тема занятия: Проектирование технологического процесса для наплавки твердыми сплавами**

**Цель занятия**: Сформировать знания и навыки по наплавке деталей различной формы.

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить теоретический материал

2. Разработать технологический процесс наплавки твердыми сплавами

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Большое количество деталей машин и механизмов выходит из строя в процессе эксплуатации вследствие тирания, ударных нагрузок, эрозии и т. д. Современная техника располагает различными методами восстановления и упрочнения деталей для повышения срока их службы.

Одним из методов восстановления и упрочнения деталей является наплавка. Наплавка – это нанесение слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением. Различают наплавку восстановительную и изготовительную.

*Восстановительная наплавка*применяется для получения первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл близок к составу и механическим свойствам основному металлу.

*Изготовительная наплавка*служит для получения многослойных изделий. Такие изделия состоят из основного металла (основы) и наплавленного рабочего слоя. Основной металл обеспечивает необходимую конструкционную прочность. Слой наплавленного металла придает особые заданные свойства: износостойкость, термостойкость, коррозионную стойкость и т. д. Таким образом наплавку производят не только при восстановлении изношенных, но и при изготовлении новых деталей машин и механизмов.

Наиболее широко наплавка применяется при ремонтных работах. Восстановлению подлежат конусные детали различных двигателей внутреннего сгорания, распределительные и коленчатые валы, клапаны, шкивы, маховики, ступицы колес и т. д. Наплавку можно производить почти всеми известными способами сварки плавлением. Каждый способ набавки имеет свои достоинства и недостатки. Важнейшие требования, предъявляемые к наплавке, заключаются в следующем:

минимальное проплавление основного металла;

минимальное значение остаточных напряжений и деформаций металла в зоне наплавки;

занижение до приемлемых значений припусков на последующую обработку деталей.

Однако не все способы наплавки могут обеспечить выполнение предъявляемых требований. Выбор способа наплавки определяется возможностью получение наплавленного слоя требуемого состава и механических свойств, а также характером и допустимой величиной износа. На выбор способа наплавки оказывают влияние размеры (конфигурация деталей, производительность и доля основного металла в наплавленном слое.

Ручная дуговая наплавка штучными электродами является наиболее универсальным способом, пригодным для наплавки деталей различных сложных форм, и может выполняться во всех пространственных положениях.

Для наплавки используют электроды диаметром 3—6 мм. При толщине наплавленного слоя до 1,5 мм применяются электроды диаметром 3 мм, а при большей толщине – диаметром 4—6 мм.

Для обеспечения минимального противления основного металла при достаточной устойчивости дуги плотность тока составляет 11 – 12 А/мм2.

Основными достоинствами ручной дуговой наплавки являются универсальность, возможность выполнения сложных наплавочных работ в труднодоступных местах. Для выполнения ручной дуговой наплавки используется обычное оборудование сварочного поста.

К недостаткам ручной дуговой наплавки можно отнести относительно низкую производительность, тяжелые условия труда из-за повышенной загазованности зоны наплавки, а также сложность получения необходимого качества наплавленного слоя и большое проплавление основного металла.

Для ручной дуговой наплавки применяют как специальные наплавочные электроды, так и обычные сварочные, предназначенные для сварки легированных сталей. Выбор электрода для наплавки определяется составом основного металла.

Например, для наплавки слоя низколегированной стали с содержанием углерода менее 0,4 % применяются электроды следующих марок: ОЗН-250У, ОЗН-ЗООУ, ОЗН-350У, ОЗН-400У и др. В маркировке буква Н обозначает «наплавочный». Для наплавки слоя низколегированной стали с содержанием углерода более 0,4 % применяются электроды: ЭН60М, ОЗШ-3, 13КН/ЛИВТ и др.

При дуговой наплавке неплавящимися электродами применяются литые присадочные прутки: Пр-С1, Пр-С2, Пр С27, ПрВЗК, Пр-ВЗК-Р и др. (Пр – обозначает пруток).

Для восстановления размеров изношенных деталей помимо электродов и присадочных прутков применяют наплавочные проволоки: Нп-30, Нп-40, Нп-50 и др. Для наплавки штампов применяют легированные наплавочные проволоки: Нп-45Х4ВЗФ, Нп-45Х2В8Т и др. (Нп – обозначает наплавочная).

Для износостойкой наплавки широкое применение находят порошковые проволоки в соответствии с нормативными документами, например, для наплавки деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками, применяют порошковые проволоки следующих марок: ПП-Нп-200Х12М, ПП-Нп-200Х12ВФ и др. (ПП – обозначает проволока порошковая).

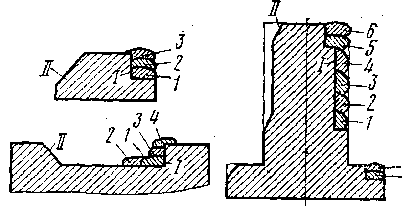
Для плазменной наплавки комбинированной дугой вольфрамовым электродом широко применяются наплавочные порошки. Порошки изготавливаются на основе железа, никеля и кобальта. Выпускаются порошки на основе железа типа «сормайт»: ПГ-С1, ЛГ-УС25, ПГ-С27, ПГ-АН1. Порошки на основе никеля выпускаются трех марок: ПГ-СР2, ПГ-СРЗ, ПГ-СР4. Порошки на основе кобальта выпускаются также трех марок: ПР-К60ХЗОВС, ПН-АН35, ПГ-ЮК-1.

В качестве источников питания плазменной дуги, при наплавочных работах чаще применяются серийные выпрямители: ВД-306, ВД-303, ВДУ-504, ВДУ-505, ВДУ-506, ИПН-160/100 и др. При электродуговой наплавке в качестве источников питания могут быть использованы и сварочные трансформаторы.

**Задания:**

**Вариант 1.** Опишите технологию заварки трещины в чугунной пластине толщиной 10-14 мм с указанием оборудования, материала, способа подготовки дефектного места и последовательности наложения валиков.

**Вариант 2.** Необходимо наплавить изношенные детали, изображенные на рисунке. Наплавленный слой должен быть стойким к ударным нагрузкам и абразивному износу. Подберите способ наплавки, наплавочный материал. Проанализируйте, можно ли изменить последовательность нанесения наплавочных валиков указанную на рисунке. Обоснуйте свой ответ.



**Вариант 3.** Необходимо составить схему технологического процесса восстановления изношенного зуба ковша экскаватора, с указанием оборудования, наплавочного материала, инструмента, параметров режима наплавки, геометрических размеров наплавляемых валиков и их количество.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение и расскажите о назначении наплавки.

2. Какие способы наплавки вы знаете? Охарактеризуйте их.

3. Какие важнейшие требования предъявляются к наплавке?

4. Что влияет на выбор способа наплавки?

5. Каковы достоинства ручной дуговой наплавки?

6. Что можно отнести к недостаткам ручной дуговой наплавки?

7. Какие электроды применяются для ручной дуговой наплавки?

8. Какие электродные материалы применяются для наплавки помимо штучных, электродов и присадочных прутков?

9. Какие источники питания можно применять при ручной дуговой наплавке?

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №27**

**Тема занятия: Заделка трещин в чугунных дета­лях ручной сваркой**

**Цель занятия**: Сформировать знания и навыки по заделке тре­щины в чугунных деталях ручной сваркой

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить теоретический материал

2.Используя дополнительную литературу и основные понятия  составить описание  заделывания тре­щины в чугунных деталях ручной сваркой

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Чугун известен как железоуглеродистый сплав, в нем содержание углерода больше – от 2 до 6%. Подобное высокое содержание углерода провоцирует то, что углерод в чугуне, в отличие от стали, находится в свободном состоянии. В чугуне также присутствуют кремний, сера, марганец и фосфор, при этом фосфора и серы в чугунном материале больше, нежели в стали. В легированном чугуне содержатся добавки молибдена, ванадия, никеля и хрома.

Например, углерод в самом распространенном и применяемом сероватом чугуне существует в виде включения графита (вспомните, что чугун мажется), которое и обуславливает его нехорошую свариваемость. Также углерод может присутствовать как цементит. И зависимо от вида добавок различают белый, серый и ковкий чугун.

 Особенности сварки чугуна

Чугун является широко применяемым конструкционным материалом, который отличается дешевизной, высокой обрабатываемостью и хорошими литейными свойствами. Но высокая хрупкость и низкая прочность чугуна провоцируют выход из строя в процессе эксплуатации многих деталей, изготовленных из него.

Плохая свариваемость чугуна объясняется строением структуры материала в изломе. Чугун, который имеет тонкодисперсный излом серого окраса, сваривается легче, чем чугун, у которого излом отличается крупнозернистой структурой и темный цвет.

По своему химическому составу, физическим свойствам и структуре чугун относят к ограниченно свариваемым сплавам.

Поэтому всегда нужно учитывать следующие особенности сварки чугуна:

1.Чугун – жидкотекучий материал, поэтому его сварку осуществляют в нижнем положении.

2.При выгорании углерода в сварном шве образуются поры.

3.Низкая пластичность металла приводит к существенным внутренним напряжениям и возникновению закалочных структур, которые способствуют образованию трещин.

4.В расплавленном состоянии чугун окисляется с формированием тугоплавкого окисла, температура плавления которого выше, чем у чугуна.

Главная сложность, которая зачастую сопровождает электросварку и ручную дуговую сварку чугуна, – возникновение холодных трещин. Подобрав правильный режим работы, получится избежать неприятных последствий.

К технологическим мерам, которые направлены против появления трещин, относят: предупреждение перегрева чугуна при сварке, что достигается использованием электродов малого диаметра, проведением сварки малым током или вразброc; уменьшение напряжений, которые возникают в результате усадки металла швов или наплавки, получаемых проковкой в горячем состоянии и уменьшением объема наплавленного чугуна.

Подготовка к сварке

До сварки, несмотря на метод сварки чугуна, нужно всегда делать подготовку кромок деталей, что соединяются, или разделывать дефектные места. Кромки скашивают вручную с помощью слесарного зубила или переносного наждачного круга с гибким валом. Для избегания отколов чугун нужно срубать тонкими слоями, потому что толщина стружки должна быть не больше 0,8-1 миллиметра.

Разделывают дефектные места до незапятнанного металла с использованием зубил, шаберов, шарошек, сверл, размеры которых зависят от габаритов недостатка, формы изделия и необходимости создания комфортных условий для работы.

При процессе разделки дефектных мест на деталях из чугуна нужно соблюдать следующие правила:

* Ведут строго разделку по трещине.
* Засверливают несквозные трещины на расстоянии 10 мм от их концов сверлом, который имеет поперечник на 1-2 мм больше ширины трещины, и до металла их вырубают.
* Сквозные трещины нужно разделывать с одной или двух сторон, все определяется толщиной металла и удобством проведения разделки.
* На трещины, которые друг от друга расположены слишком близко, принято наваривать заплатку, как на пробоины.

При проведении заварочного ремонта пробоины ее края нужно сгладить, срубая остроугольные выступы зубилом. Поверхность детали зачистите на расстоянии 30 миллиметров от краев пробоины с помощью наждачного круга. Потом вырежьте из низкоуглеродистой листовой стали заплатку нужной толщины и формы. Заплатка должна перекрывать любую пробоину со всех боков на 15-20 миллиметров.

Для уменьшения напряжений, которые возникают в материале при процессе сварки чугуна нужно у заплатки отбортовать края на угол 30 градусов. Заплатку помещают на изделие отбортовкой к чугунному материалу и приваривают внахлестку.

Разновидности сварки чугуна

Электродуговую сварку чугуна в критериях производства осуществляют с предварительным подогревом, свариваемые детали предварительно нагреваются до температуры 650 градусов по Цельсию. Существует и холодный способ, когда перед сваркой детали нагревают всего лишь до температуры 250 градусов

**Контрольные вопросы:**

1.Что называется чугуном ?

2.Составить последовательность заделывания тре­щины в чугунных деталях ручной сваркой

**3.** Разновидности сварки чугуна

**Вывод:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие № 28**

**Тема занятия: Изучение технологии способов и режимов дуговой резки**

**Цель занятия: ознакомиться с технологией дуговой резки и выбором режимов резки Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1.Изучить теоретический материал

2.Используя дополнительную литературу и основные понятия  составить описание  технологии способов и режимовдуговой резки

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

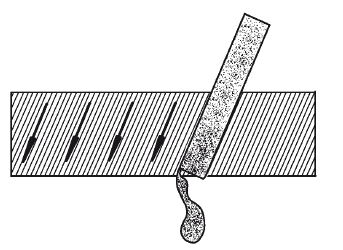
Разработано и используется несколько способов резки металлов (стали, чугуна, цветных металлов) электрической дугой.

1. Дуговая резка металлов осуществляется с помощью:

1) металлического плавящегося электрода. Этот способ состоит в том, что металл расплавляют с помощью более высокой величины тока (на 30–40 % больше, чем при дуговой сварке).

Электрическую дугу возбуждают на верхней кромке у начала реза и постепенно перемещают ее вниз вдоль кромки (рис. 1).

Капли жидкого металла выталкивают козырьком электродного покрытия. Кроме того, он изолирует электрод, препятствуя его замыканию на металл.

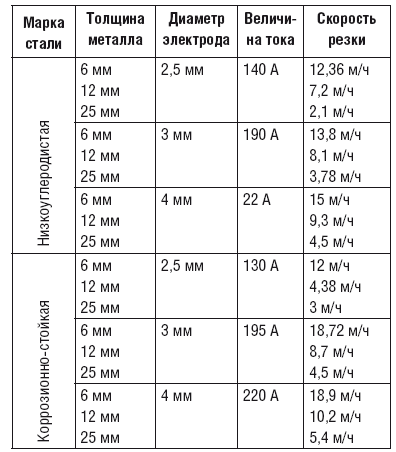


*Рис. 1. Схема резки металлическим плавящимся электродом*

Резка таким способом обладает рядом недостатков, в частности имеет низкую производительность и дает некачественный рез. Режимы, при которых проводят резку, представлены в табл. 1;

*Таблица 1*

**Примерные режимы резки металла плавящимся электродом**



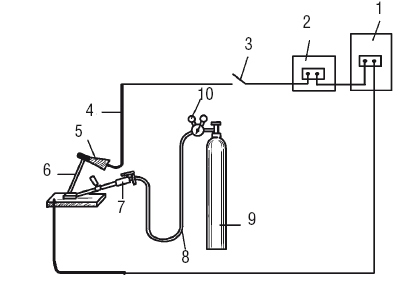
2) угольного электрода. Этот способ используют при резке чугуна, цветных металлов и стали тогда, когда нет необходимости строго соблюдать все размеры, а качество и ширина реза не играют никакой роли. При этом разделку проводят, выплавляя металл вдоль линии раздела. Резку ведут при постоянном или переменном токе сверху вниз, располагая оплавляемую поверхность под небольшим углом к горизонтальной плоскости, чтобы облегчить вытекание жидкого металла. Режимы резки представлены в табл. 2.

*Таблица 2*

**Примерные режимы резки стали угольным электродом**

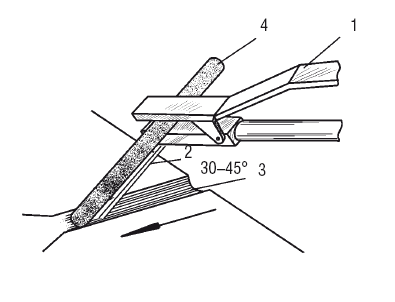


2. Кислородно-дуговая резка (рис. 1). В данном случае металл расплавляют электрической дугой, которую возбуждают между изделием и стержневым электродом из низко углеродистой или нержавеющей стали (наружный диаметр – 5–7 мм, внутренний – 1–3,5 мм), после чего он сгорает в струе кислорода, подаваемого из отверстия трубки и окисляющего металл, и выдувается. Кислородно-дуговую резку применяют в основном при подводных работах.



*Рис. 2. Схема оборудования поста для кислородно-дуговой резки: 1 – источник питания (трансформатор); 2 – регулятор; 3 – рубильник; 4 – кабель; 5 – электродержатель; 6 – электрод; 7 – резак РГД-1–56; 8 – кислородный шланг; 9 – кислородный баллон; 10 – редуктор*

3. При воздушно-дуговой резке (рис. 2) металл расплавляют электрической дугой, возбуждаемой между изделием и угольным электродом (пластинчатым или круглым), и удаляют струей сжатого воздуха.



*Рис. 3. Схема осуществления воздушно-дуговой резки: 1 – резак; 2 – струя воздуха; 3 – канавка; 4 – электрод*

Процесс резки проводят при использовании постоянного тока обратной полярности (при прямой полярности зона нагрева более широкая, что создает трудности при удалении металла) или переменного тока.

Величину тока определяют по формуле:

I = K·d,

где I – ток;

K – коэффициент 46–48 и 60–62 А/мм для угольных и графитовых электродов соответственно;

d – диаметр электрода.

Для этого способа применяют особые резаки, которые бывают двух типов и поэтому предполагают разные режимы резки:

- резаки с последовательным расположением струи воздуха;

- резаки с кольцевым расположением струи воздуха.

Воздушно-дуговая резка подразделяется на два типа, которым соответствуют разные режимы (табл. 3 и 4):

-поверхностная строжка, используемая для разделки образовавшихся в металле или сварном шве дефектов, подрубки корневого шва и снятия фасок;

-разделительная резка, применяемая при обработке нержавеющей стали и цветных металлов.

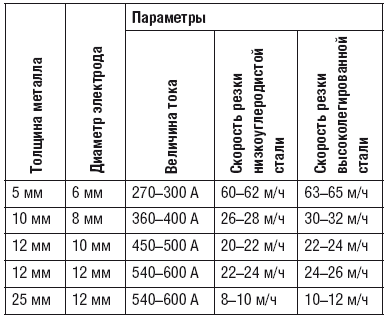
*Таблица 3*

**Примерные режимы поверхностной воздушно-дуговой резки**



*Таблица 4*

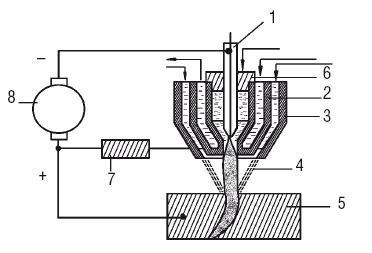
**Примерные режимы разделительной воздушно-дуговой резки**



4. Плазменно-дуговая резка, суть которой заключается в том, что металл проплавляется мощным дуговым разрядом, сконцентрированным на небольшом участке поверхности разрезаемого металла, и удаляется из зоны реза высокоскоростной газовой струей. Холодный газ, проникающий в горелку, обтекает вольфрамовый электрод и в зоне разряда превращается в плазму, которая затем истекает через небольшое отверстие в медном сопле в виде яркосветящейся струи с высокой скоростью и температурой, доходящей до 30 000 °C (или больше). Принципиальная схема плазменно-дуговой резки показана на рис. 76.

Плазменная резка может осуществляться независимой или зависимой дугой. В таком случае говорят о плазменной дуге прямого или косвенного действия.

Режимы резки, на которые можно ориентироваться, наглядно представлены в табл. 5.



*Рис. 4. Схема процесса плазменно-дуговой резки: 1 – электрод; 2 – водоохлаждемое сопло; 3 – наружное сопло; 4 – струя плазмы; 5 – металл; 6 – изоляционная шайба; 7 – балластное сопротивление; 8 – источник питания*

5. Дуговая резка под водой. В жидкой среде, например в воде, можно создать мощный дуговой разряд, который, обладая высокой температурой и значительной удельной тепловой мощностью, сможет испарять и диссоциировать жидкость. Дуговой разряд сопровождает образование паров и газов, которые заключат сварочную дугу в газовую оболочку, т. е. фактически дуга будет находиться в газовой среде.

*Таблица 5*

**Примерные режимы плазменно-дуговой резки двух видов материала**



Стабильную сварочную дугу от стандартных источников питания дадут угольные и металлические электроды.

Для осуществления резки под водой на них должно быть нанесено толстое водонепроницаемое (пропитанное парафином) покрытие, которое, охлаждаясь снаружи водой, будет плавиться медленнее, чем стержень электрода. В результате этого на его конце образуется небольшой чашеобразный козырек, благодаря которому будет обеспечиваться устойчивость газовой оболочки и горения дуги.

Величина тока выставляется из расчета 60–70 А на 1 мм диаметра электрода.

Описанный способ резки применяют при ремонте судов и т. п.

**Задание:** Выбрать параметры воздушно-дуговой резки металла толщиной 5,12,16, 20мм стали Ст3 и стали Х18Н9Т

**Контрольные вопросы:**

1. Какие существуют способы резки металлов (стали, чугуна, цветных металлов) электрической дугой?

2. Типы воздушно-дуговой резки

3. Суть плазменно-дуговой резки,

4. Особенности дуговой резки под водой.

**Вывод: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №29**

**Тема занятия: Классификация видов и типов дефектов сварки**

**Цель занятия**: Составить классификации дефектов сварных соединений по расположению, по форме, по размерам, по количеству.

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1. Изучить тему по учебнику Овчинников качества сварных соединений: учебник для СПО- М.:Изд. центр «Академия», 2018г.-208с. (с. 6- 26)

2. Составить классификации дефектов сварных конструкций по расположению, по форме, по размерам, по количеству. Классификации записать в виде таблицы или схемы.

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

К дефектам сварных соединений относятся различные отклонения от установленных норм и технических требований, которые уменьшают прочность и эксплуатационную надежность сварных соединений и могут привести к разрушению всей конструкции.

Наиболее часто встречающиеся дефекты можно разделить на следующие основные группы: дефекты формы и размеров сварных; швов; дефекты макро - и микроструктуры; деформации и коробление; сварных конструкций.

Дефекты сварных швов и соединений, выполненных сваркой плавлением, возникают из-за нарушения требований нормативных документов к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам.

Дефекты сварных соединений могут классифицироваться по различным признакам: форме, размеру, размещению в сварном шве, причинам образования, степени опасности и т. д. Наиболее известной является классификация дефектов, рекомендованная межгосударственным стандартом ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при [сварке металлов](https://pandia.ru/text/category/svarka__rezka_i_pajka_metallov/) плавлением. Классификация, обозначения и определения». Согласно этому стандарту дефекты сварных соединений подразделяются на шесть групп:

-  трещины;

-  полости, поры, свищи, усадочные раковины, кратеры;

-  твердые включения;

-  несплавления и непровары;

-  нарушения формы шва – подрезы, усадочные канавки, превышения выпуклости, превышения проплава, наплавы, смещения, натеки, прожоги и др.;

-  прочие дефекты.

Каждому типу дефекта соответствует цифровое обозначение, а также возможно буквенное обозначение, рекомендованное международным институтом сварки (МИС).

**Контрольные вопросы**

1.  Что называется дефектом сварного соединения?

2.  Какова классификация дефектов сварных соединений на группы по ГОСТ 30242-97

3.  Какова классификация трещин?

4.  Какие существуют дефекты формы шва?

**Вывод: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Практическое занятие №30**

**Тема занятия: Изучение способов предупреждения и исправления дефектов ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом**

**Цель занятия**: ознакомиться со способами предупреждения и исправления дефектов ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практического занятия

**Порядок выполнения практического занятия:**

1. Изучить тему по учебнику Овчинников качества сварных соединений: учебник для СПО- М.:Изд. центр «Академия», 2018г.-208с. (с. 6- 26)

2.Зарисовать схемы исправления деформированных сварных изделий и приспособления для правки.

3. Ответить на контрольные вопросы

4. Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения:**

*1. Рациональное конструирование сварных узлов*

Рабочие чертежи сварных конструкций следует разрабатывать с учетом мероприятий по уменьшению сварочных деформаций.

К таким мероприятиям относятся:

1) применение минимального количества швов с их минимальными размерами;

2) уменьшение пересекающихся швов и швов разной толщины;

3) избегание резких переходов сечений в сварных элементах;

4) минимизация объёма наплавленного металла.

5) необходимо избегать расположения сварных швов в наиболее напряженных зонах при эксплуатации изделия.

*2. Рациональный выбор способа сборки и технологии сварки*

Выбор способа сваркиопределяется свариваемостью материала конструкции, величиной погонной энергии сварки и режимом сварки. Режим сварки должен быть выбран таким, чтобы ширина активной зоны сварки была возможно меньше.

Для этого следует повышать скорость сварки, увеличивая тепловую мощность. Для равномерного нагрева металла по толщине целесообразно повышать плотность тока, чтобы провар металла был глубоким. Глубокий провар поясных швов тавровых и стыковых соединений ведет к выравниванию поперечной усадки по толщине шва и уменьшению угловой деформации.

Чтобы уменьшить остаточные деформации и напряженияконструкций и изделий *при сборке* следует придерживаться следующих требований:

1) по возможности не допускать скрепления узлов и деталей прихватками, которые создают жесткое закрепление;

2) для обеспечения подвижного состояния закрепленных деталей необходимо использовать зажимы, клиновые центровочные и другие сборочные приспособления. Причем характер их действия должен обеспечивать свободное перемещение деталей в их плоскости по направлению поперечной усадки и задерживать повороты деталей, т. е. препятствовать угловой деформации;

3) для уменьшения деформаций в стыковых швах можно заготовки перед сваркой располагать так, чтобы при сварке и последующем охлаждении создать деформацию, обратную по знаку по отношению к той, которая может возникнуть при сварке (рис. 4, *а*).

4) Для уменьшения перегрева металла и величины термических напряжений применять предварительный подогрев всего свариваемого изделия.

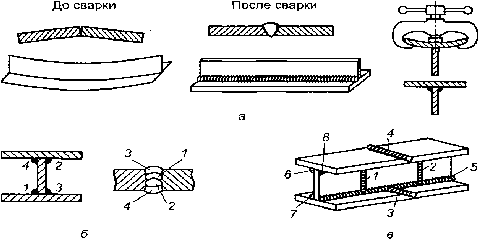


Рис. 4. Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций: *а*– сборка деталей с учетом возможных деформаций; *б*и *в –*рациональная последовательность наложения швов

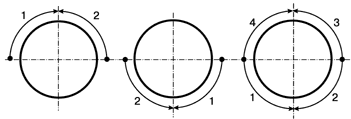


Рис. 5. Сварка в поворотном стыке труб корневого шва в два поворота двумя сварщиками: *1– 4*– последовательность выполнения шва после поворота

Для уменьшения остаточных деформаций и напряжений в сварных конструкциях необходимо использовать следующие приёмы:

1) устанавливать такую последовательность наложения швов, при которой происходит уравновешивание напряжений и деформаций (рис. 4 и 5);

2) применять такие способы и последовательность наложения сварных швов, которые не приводили бы к значительному перегреву и усадке металла и уравновешивали внутренние напряжения относительно центра тяжести свариваемой конструкции

3) укладывать швы так, чтобы обеспечивалась возможно большая свобода перемещения свариваемых элементов в процессе сварки. Например, при сварке двутавровых балок вначале выполняют сварку стенок и полок, а затем сварку поясов угловыми швами (рис. 4,*в*);

4) для уменьшения деформации возможно применение проковки в процессе сварки. Проковка деформирует шов путем расплющивания остывающего слоя наплавки и в результате

уменьшает действие усадки шва. Последний облицовочный слой шва проковывать не рекомендуется, чтобы не вызвать появления трещин на поверхности шва

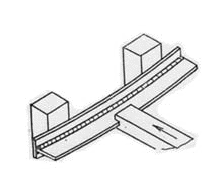
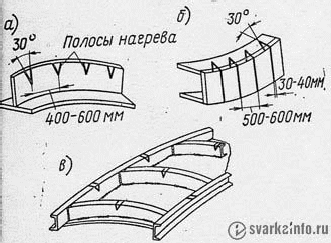
*Схемы исправления деформированных сварных изделий и приспособления для правки*  


Схема исправления сварной тавровой балки путем приложения статической нагрузки

|  |
| --- |
|  |



 Схема исправления деформированных изделий из тонколистового металла *а*– листы после сварки до прокатки, *б*– схема процесса прокатки, *1*– сварной шов, *2*– накладка, *3*– прокатные валки



Расположение участков нагрева при термической правке *а*– тавровой балки, *б*– балки швеллерного сечения, *в*– рамы из швеллеров

*2. Термическая правка с общим нагревом (отжиг)*

Её производят также в специальных правочных приспособлениях, в которых конструкция фиксируется в нужном положении с предварительным натягом в жёстком приспособлении. Затем приспособление с изделием загружается в печь и подвергается общему нагреву. Нагретый металл пластически деформируется в приспособлении и при последующем охлаждении сохраняет приданную ему форму. Такую правку можно сочетать с операцией общей термической обработки конструкции.

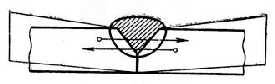
Однако этот метод требует применения дорогостоящих приспособлений из дефицитных материалов, поэтому применяется, как правило, в тех случаях, когда изделие сварено из высокопрочного материала, избавиться от деформаций очень трудно.

*3. Холодная механическая правка*

Её производят с приложением статических, безударных нагрузок. Для этой же цели используют ручные прессы, специальные правочные приспособления, стальные пуансоны для обжатия на механизированных прессах, а также прокатку на трехвалковых станах или растяжение на специальных станках

Для правки крупногабаритных сварных узлов применяют гидравлические правильные прессы и специализированные правильные машины.

Для тонкостенных сосудов применяют прокатку и проковку сварных швов на специализированных станках. Прокатка осуществляется роликами, а проковка – высокоскоростным ударным пневматическим устройством. При этом металл шва осаживается по толщине, в результате чего происходит его раздача в продольном и поперечном направлениях. Это приводит к небольшому устранению поперечной усадки и существенному или полном устранению продольных деформаций укорочения зоны сварки (рис. 15). Таким же образом удается устранять выпучины в листовых деталях, производя проковку с краев детали и перемещаясь к ее центру.



Устранение угловых деформаций прокаткой и проковкой

*4. Термомеханическая правка*

Она заключается в сочетании местного нагрева с приложением статической нагрузки, изгибающей исправляемый элемент конструкции в нужном направлении. Эта нагрузка может создаваться домкратами, прессами или другими устройствами. Применение дополнительного нагрева способствует снижению усилий, необходимых для устранения деформаций.

Такой способ правки обычно применяют для жёстких сварных узлов.

**Задания:**

1. На образце сварного соединения определить сварочные деформации и причины их появления. Перечислить их в отчёте

2.Зарисовать схематично образец и показать на схеме предполагаемые порядок и направление наложения сварных швов, которые привели к деформациям образца.

3. Зарисовать схематично образец и показать на схеме порядок и направление наложения сварных швов, места воздействия для устранения деформаций

4.Определить способы устранения сварочных напряжений для данного образца сварной конструкции и записать их.

5. Определить способы устранения сварочных деформаций для данного образца и записать их.

6. Зарисовать схематично образец и показать на схеме места воздействия на металл для устранения сварочных деформаций.

**Контрольные вопросы:**

1. Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций:

2. Рациональный выбор способа сборки и технологии сварки

3. Рациональное конструирование сварных узлов

4. Термическая правка с общим нагревом (отжиг)

**Вывод**:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие №31**

**Тема занятия: Изучение порядка выполнения визуального и измерительного контроля согласно** **РД 03-606-03**

**Цель занятия**: Изучить методику визуально-измерительного контроля согласно РД 03-606-03; ознакомиться с инструментами и принадлежностями для контроля.

**Оборудование:** Инструменты – комплект ВИК, Инструкция по визуальному и измерительному контролю РД 03-606-03

**Порядок выполнения практического занятия:**

1. Изучить комплектацию набора для визуально-измерительного контроля.

2. Определить назначение измерительных инструментов для контроля качества сварных соединений и металла (штангенциркуля, универсального шаблона сварщика УШС-3, набора щупов, набора радиусов, угольников и др. инструментов).

3. Изучить возможности УШС-3 по паспорту завода-изготовителя, произвести несколько измерений для тренировки

4.  Изучить содержание инструкции по визуальному и измерительному контролю.

Ответить на вопросы по методике ВИК. Подготовиться к беседе по методике ВИК

5.  Изучить содержание технологической карты по ВИК

6. **Техника безопасности** Ознакомится с инструкцией № 01-10 по охране труда при проведении занятий в учебных кабинетах, учебно-производственных мастерских, лабораториях

7.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

*Визуальный контроль*— один из наиболее простых и общедо­ступных видов неразрушающего контроля, обеспечивающий вы­сокую производительность. Визуальный и измерительный конт­роль применяют в двух вариантах:

■ внешний осмотр сварных соединений и измерение их гео­метрических параметров после изготовления партии де­талей;

■ активный внешний осмотр — контроль в процессе свар­ки с оперативной обратной связью для регулирования технологических режимов.

Визуальный и измерительный контроль выполненных сварных соединений (конструкций, узлов) производят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплы­вов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов, проверки геометрических параметров сварных швов и допустимости обнаруженных дефектов. Качество сварных соединений считается неудовлетворительным, если вы­явлены недопустимые дефекты.

**РД 03-606-03 устанавливает** порядок проведения визуального и измерительного контроля (ВИК) сварных соединений, наплавок и основного материала объектов, подконтрольных Ростехнадзору.

**РД 03-606-03** **обязателен** для организаций, которые осуществляют деятельность по визуальному и измерительному контролю (ВИК) при строительстве, изготовлении, эксплуатации, монтаже, реконструкции, техническом диагностировании, ремонте, экспертизе промышленной безопасности технических устройств, зданий и сооружений на опасных [производственных объектах](https://pandia.ru/text/category/proizvodstvennaya_nedvizhimostmz/).

**В РД 03-606-03 приведены определения** различных дефектов и их иллюстрации, методики использования средств неразрушающего контроля для измерения конкретных дефектов.

**РД 03-606-03 устанавливает требования:**   
   - к контролю на конкретных стадиях (входной контроль, изготовление, подготовка к сборке и т. д.);   
   - к квалификации персонала, проводящего ВИК;   
   - к средствам НК (неразрушающего контроля);   
   - непосредственно к выполнению ВИК (подготовке мест контроля, подготовке к контролю, порядку ВИК на разных стадиях контроля и т. д.);   
   - к методам и средствам контроля для измерения конкретных параметров;   
   - к оценке результатов контроля;   
   - к процедурам продления, расширения и прекращения действия аттестации;   
   - к регистрации результатов контроля;  
   - к [требованиям безопасности](https://pandia.ru/text/category/trebovaniya_bezopasnosti/).

**Подготовка к визуальному и измерительному контролю.**

Ви­зуальный и измерительный контроль сварных соединений осуще­ствляют до использования остальных неразрушающих методов контроля (радиационный, ультразвуковой и др.). Перед визуальным контролем поверхность основного металла и сварных соеди­нений очищают от шлака, брызг металла, ржавчины и других за­грязнений, которые препятствуют проведению контроля (на кон­тролируемых поверхностях допускается наличие цветов побежа­лости, когда это оговорено в производственно-технической доку­ментации).

Геометрические параметры сварных швов измеряют после ви­зуального контроля или одновременно с ним. Измерение деталей, подготовленных под сварку, производят до их сборки.

При визуальном и измерительном контроле сварных соедине­ний контролируемая зона должна включать в себя поверхность металла шва и примыкающие к нему с обеих сторон участки ос­новного металла шириной не менее:

■ 5 мм — для стыковых соединений, выполненных дуговой и контактной сваркой оплавлением при номинальной тол­щине свариваемых деталей до 5 мм включительно;

■ номинальной толщины деталей (5... 20 мм) — для стыко­вых соединений, полученных дуговой или электронно-лу­чевой сваркой, а также контактной сваркой оплавлени­ем;

■ 20 мм — для стыковых соединений, выполненных дуго­вой и контактной сваркой оплавлением при номинальной толщине деталей более 20 мм, а также стыковых и угло­вых соединений, полученных газовой сваркой, независи­мо от номинальной толщины деталей, в частности, при ре­монте дефектных участков сварных соединений;

■ 5 мм — для угловых, тавровых, торцевых и нахлесточных сварных соединений (в том числе при сварке труб с труб­ными досками), выполненных дуговой сваркой, незави­симо от номинальной толщины деталей;

■ 50 мм — для сварных соединений, полученных с помощью электрошлаковой сварки, независимо от номинальной толщины деталей.

Параметры шероховатости очищенных для выполнения конт­роля поверхностей деталей, сварных соединений и кромок деталей, подготовленных под сварку, не должны превышать Rа 12,5 мкм и Rz 80 мкм.

**Контрольные вопросы:**

1.  Каковы требования устанавливает РД 03-606-03 на стадии входного контроля?

2.  Каковы требования устанавливает РД 03-606-03 при подготовке к контролю?

3.  На каких стадиях производства сварных конструкций применяется ВИК?

4.  Какие требования к персоналу, производящему ВИК?

5.  Какой порядок выполнения ВИК готовых сварных изделий?

6.  Какие инструменты применяются для измерительного контроля?

7. В чем заключается подготовка к визуальному и измерительному контролю?

**Вывод**:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Практическое занятие №32**

**Тема занятия: Изучение контроля герметичности сварных соединений.**

**Цель занятия:**Приобрести навыки по контролю герметичности сварных соединений.

**Оборудование**: 1.Методические указания по выполнению практического занятия

2. Керосин - 1 литр, мел - 250 грамм,

3. Участок сварного соединения.

**Порядок выполнения практического занятия:**

Испытание керосином:

1.Приступив к испытанию, участок сварного шва с обеих сторон тщательно протирают.

2.Для лучшего обнаружения дефектных участков сварные швы покрывают меловым раствором с той стороны, которая более доступна для устранения выявленных дефектов.

3.После высыхания мелового раствора с обратной стороны производят тщательную обмазку швов керосином.

4.Тщательно прослеживать появление первых точек или полосок, отмечая дефектные места.

5.Выдержать от 15 до 40 мин в зависимости от толщины металла.

6.Удаление брака производят только после тщательного удаления керосина.

7. **Техника безопасности** Ознакомится с инструкцией № 01-10 по охране труда при проведении занятий в учебных кабинетах, учебно-производственных мастерских, лабораториях

8.Сформулируйте вывод

**Теоретические сведения**

Сварные швы и различные ёмкости должны отвечать требованиям непроницаемости для различных жидкостей и газов. Это объясняется тем, что неплотности в швах снижают их прочность, уменьшают коррозионную стойкость, создают ненормальные условия эксплуатации сварных конструкций.

Герметичность сварных швов контролируют следующими способами: керосином, аммиаком, воздушным или гидравлическим давлением вакуумированием или газоэлектрическими течеискателями.

*Испытание керосином.*Этот способ контроля основан на физическом явлении капиллярности, которое заключается в способности многих жидкостей, а в первую очередь керосина, подниматься по капиллярным трубкам в сварных швах являются сквозные поры и трещины.

В процессе испытания сварные швы покрывают водным раствором мела (350-450 грамм молотого мела на 1 литр воды) с той стороны, которая более доступна для осмотра и выявления дефектов. После высыхания покрытой поверхности обратная сторона шва обычно смазывается керосином. Неплотности швов выявляются появлением жирных жёлтых точек или полосок на меловой окраске. Появление отдельных точек указывает на наличие пор и свищей, а появление полосок - в наличие сквозных трещин или непроваров.

*Испытание сжатым воздухом.*Подвергают сосуды и трубопроводы, работающие под давлением. Эти испытания проводят с целью контроля общей непроницаемости сварного изделия.

Малогабаритные сварные изделия полностью герметизируются заглушками и погружаются в ванну с водой с таким расчётом, что бы над изделием был слой воды в 20-40 мм.

При испытании сжатыми газами следует соблюдать правила по технике безопасности:

1. Испытания проводятся в изолированных помещениях.

2. На аппарате под давлением не исправляют дефекты.

3. На магистрали устанавливают предохранительный клапан.

4. Рабочий манометр рассчитывается на давление равное 1,2-1,5 испытуемого давления.

5. Подача сжатого воздуха (азота, газа) в изделие производится через редуктор.

*Испытание гидравлическим давлением.*Гидравлическим давлением производится с целью проверки прочности и плотности сварных швов. Испытаниям подвергаются аппараты, работающие согласно правилам котлонадзора.

Перед испытанием изделие полностью герметизируется

водонепроницаемыми заглушками. После полного заполнения изделия водой с помощью насоса, создаётся испытательное давление в 1,5-2 раза больше рабочего.

Дефектные места определяют по появлению течи, по просачиванию воды в виде капель, по запотеванию на поверхности шва.

*Вакуумный контроль.*Вакуумным контролем проверяют сварные швы, которые невозможно испытывать керосином, воздухом и водой.

Сущность его заключается в создании вакуума на одной стороне контролируемого участка сварного шва и в регистрации на той стороне шва проникновения воздуха через имеющиеся неплотности.

Контроль ведётся переносной вакуум-камерой, которую устанавливают на наиболее доступную сторону сварного шва, предварительно смоченную мыльным раствором.

*Контроль газоэлектрическим течеискателем.*Существуют два вида газоэлектрических течеискателя: гелиевые и галогенные. В качестве газов-индикаторов в гелиевом течеискателе применяют гелий, а в галогенном -фреон-12. Эти газы, обладая высокой проникающей способностью при определённом вакууме проходят сквозь мельчайшие неплотности швов и регистрируются приборами течеискателя.

**Задания:**Выявить дефекты сварных соединений испытанием керосина на мел.

**Контрольные вопросы:**

1.Области рационального применения различных методов контроля герметичности и определения качества сварных изделий.

2.Методы контроля герметичности.

3.Требования безопасности при испытании сжатым воздухом и гидравлическим способом.

4.Сущность испытания керосином.

5.Сущность испытания гидравлическим способом.

6..Чувствительность метода в определении неплотности швов.

7.В чем заключается подготовка к испытаниям керосином?

**Вывод**:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Список использованных источников**

1. Лялякин В.П.

Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.П.Лялякин, Д.Б.Слинко. – М.: Изд. центр «Академия», 2018. – 192 с. (ТОП-50)

2. Овчинников В.В.Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящим покрытым электродом: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Изд. центр «Академия», 2018. – 208 с. (ТОП-50)

.3. Овчинников В.В. Справочник техника-сварщика: учеб. пособие / В.В. Овчинников. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Среднее профессиональное образование). Электронный ресурс ЭБС Знаниум

4.Фролов В.А. Сварка: введение в специальность: Учеб. пос./ В.А. Фролов и др.; Под ред. В.А. Фролова. - 4-e изд., перераб. – М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.: ил. - Текст: электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/496269

**Электронные ресурсы:**

ГОСТ 5264–80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварочные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 2601–84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 14098–91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий конструкций.

ГОСТ 16037–80 Соединения сварные стальных трубопроводов – М.: Издательство стандартов, 1980-31с.

ГОСТ 9466–75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки;

Иллюстрированное пособие сварщика.

**Интернет-ресурсы:**

1**.**Допуски и посадки в машиностроении. Форма доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Допуск>

2. Измерительные слесарные инструменты. Форма доступа: <http://stroim-domik.ru/sbooks/book/25/art/1-slesarnie-raboti/26-izmeritelnie-slesarnie-instrumenti>

3. Пластическая деформация металлов. Форма доступа: <http://www.m-work.ru/179/>

7. Термообработка. Форма доступа: [http://kzto.splitstone.ru/manufacture-and- technologies/heat-treatment](http://kzto.splitstone.ru/manufacture-and-%20%20%20technologies/heat-treatment)

8. О сварке. Информационный сайт [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.osvarke.com](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fwww.osvarke.com%2F). - (Дата обращения: 03.10.2019)

9. Про сварку [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.prosvarky.ru](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fwww.prosvarky.ru%2F). - (Дата обращения: 03.10.2019)

10.Сварка, сварочное оборудование [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://svarium.ru](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fsvarium.ru%2F). - (Дата обращения: 03.10.2019)

11.Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://window.edu.ru](https://infourok.ru/go.html?href=http%3A%2F%2Fwindow.edu.ru%2F). - (Дата обращения: 03.10.2019)

**Для заметок**

Рабочая тетрадь

к практическим занятиям по ПМ.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом

МДК.02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами

Автор - составитель: Башлыкова О.А.

Компьютерный набор и верстка преподавателя Башлыковой О.А.,

методиста Фетисовой А.А.