МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение РМ

 «Рузаевский политехнический техникум»

**Методические указания**

**для выполнения**

**лабораторных и практических работ**

**ПМ03**

**«Контроль качества сварочныхработ»**

2016

Автор:Шевчук И.В. - преподаватель ГБРОУ РМ «Рузаевский политехнический техникум»

**Перечень лабораторных работ**

**Лабораторная работа №1 «**Контроль качества сварочных материалов».

**Лабораторная работа №2 «**Визуальный и измерительный контроль сварных соединений».

**Лабораторная работа № 3 «**Выбор параметров и методов радиационного контроля. Оценка качества сварных соединении по снимкам».

**Лабораторная работа № 4 «**Ультразвуковой контроль сварных швов».

**Лабораторная работа** № **5 «**Контроль сварных соединений магнитным, вихревым методами контроля».

**Лабораторная работа № 6 «**Выявление дефектов в сварных соединениях капиллярными методами».

**Лабораторная работа № 7 «**Контроль герметичности сварных соединений».

**Лабораторная работа № 8 «**Определение качества сварных соединений разрушающими методами контроля».

**Лабораторная работа №1**

**Тема:** Контроль качества сварочных материалов.

**Цель:** Приобрести навыки по определению качества сварочных материалов.

**Исходные материалы и данные:**

1. Сварочный выпрямитель и электрододержатель.

2. Баллон с аргоном.

3. Сварочная горелка (типа РГА).

4. Муфельная электрическая печь.

5. Лупа с 4 кратным увеличением.

6. Электроды УОНИ-13/45.

7. Присадочная проволока Св-08Г2С.

8. Набор сварных образцов с характерными дефектами.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** определить качество сварочных материалов.

**Вопросы для повторения:**

1. Что называется контролем качества продукции? [1], стр. 6

2. Назвать факторы, влияющие на качество сварных соединений. [1], стр. 7

3. Назвать требования к качеству сварных соединений. [1], стр. 8

**Методические указания**

Контроль качества сварных изделий представляет собой совокупность предварительных мероприятий, заканчивающихся приемными испытаниями готовой продукции. При правильной организации технического контроля контроль качества с проверки качества металла, идущего на изготовление изделия. Далее контролируются электроды и присадочный металл, состояние сварочного оборудования и машин (особенно при контактной и дуговой автоматической сварки). Проверяется подготовка сварщиков. Контролируется техническая документация.

Контроль металла, идущего на сварку, необходим для выбора рациональной технологии сварки и производится при помощи химического анализа, механических испытаний и пробы на свариваемость. Контроль металла идущего на изготовление сварочного изделия, избавляет от сложных дальнейших исправлений брака по сварке и непроизводительных потерь производства.

 Контроль электродов и присадочного материала.

Проверка их качества обычно производится поставщиком и подтверждается сертификатом.

Проверка электродов производится технологической пробой, механическими испытаниями наплавленного металла и сварного соединения.

Проверка присадочной проволоки для газовой сварки и электродной проволоки производится химическим анализом.

**Ход работы**

1. Ознакомьтесь с разными видами технологических проб, предназначенных для оценки свариваемости металлов и сплавов.

2. Увлажните покрытые электроды, выдержав их в течение 2-3 минут в емкости с водой, а затем проплавьте насквозь пластину низкоуглеродистой стали. Проконтролируйте визуально форму шва, наличие разбрызгивания электродного металла и пор в металле шва.

3. Увлажненные покрытые электроды поместите на 1 час в муфельную электрическую печь, нагретую до температуры 100-150 0С. После сушки электродов проплавьте насквозь пластину из низкоуглеродистой стали. Проконтролируйте визуально форму шва, наличие разбрызгивания электродного металла и пор в металле шва.

4. Выполните ручную аргонодуговую сварку стыкового соединения пластин из низкоуглеродистой стали толщиной 3 мм с присадочной проволокой Св-08Г2С, на поверхности которой имеются загрязнения - следы смазки и краски. Проконтролируйте визуально наличие дефектов в металле шва.

5. Очистите поверхность присадочной проволоки наждачной бумагой до полного удаления следов краски. Протрите проволоку бязевой салфеткой, смоченной в бензине. Выполните ручную аргонодуговую сварку стыкового соединения пластин из низкоуглеродистой стали толщиной 3 мм с очищенной присадочной проволокой. Проконтролируйте визуально наличие дефектов в металле шва.

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение контроля качества сварочных материалов.

2. Какова конечная цель проведения контроля качества сварочных материалов?

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Методику постановки опыта.

4. Сравнение результатов.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа №2**

**Тема:** Визуально - оптический контроль качества сварных соединений.

**Цель:** Приобрести навыки по выявлению дефектов и определению качества сварки внешним осмотром.

**Исходные материалы и данные:**

1. Лупа с 10 кратным увеличением.

2. Металлическая линейка.

3. Набор шаблонов.

4. Набор сварных образцов с характерными дефектами.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** описать сварной шов (его участки) с дефектами,

вычертить образец сварного шва с указанием дефектного участка.

**Вопросы для повторения:**

1. Какие параметры контролируют при измерительном контроле сварных швов? [1], стр. 54

2. Какие инструменты применяют при визуальном и измерительном контроле сварных соединений? [1], стр. 63

**Методические указания**

Внешний осмотр и обмеры сварных швов, наиболее простые и наиболее распространенные способы контроля качества сварки. Они являются первыми контрольными операциями по приему готового сварного узла или изделия.

Этими видами контроля подвергаются все сварные швы независимо от того, какие испытания будут в дальнейшем.

Внешним осмотром сварных швов выявляют наружные дефекты: непровары, наплывы, прожоги, подрезы, наружные трещины и поры, смещение свариваемых кромок деталей и т.д.

Дефекты швов осматривают как невооруженным глазом, так и с применением лупы с увеличением до 10 раз.

Различные отклонения от установленных норм и технических требований, которые ухудшают работоспособность сварных конструкций, называются дефектами сварных соединений. Они уменьшают прочность сварных швов и могут привести к разрушению сварных соединений.

Все дефекты могут быть разделены на три основные группы:

* дефекты формы и размеров сварных швов;
* наружные и внутренние дефекты;
* дефекты микроструктуры.

Наиболее частыми дефектами формы и размеров швов являются неравномерная ширина и высота шва, бугристость, седловины, перетяжки (рис. №1).

рис. № 1. Дефекты формы иразмеров шва: а - неравномерность шва, б - неравномерность ширины стыкового шва, в - неравномерность по длине катета углового шва.



Эти дефекты снижают прочность и ухудшают внешний вид шва. Причинами их образования являются колебания напряжения в сети, неравномерная скорость сварки, неправильный угол наклона электрода, протекание жидкого металла в зазоры и т. д.

Наружные и внутренние дефекты. Сюда относятся наплывы, подрезы, прожоги, непровары, трещины, шлаковые включения и газовые поры.

Наплывы - образуются в результате жидкого металла на кромки холодного основного металла. Они могут быть местными, в виде отдельных застывших капель, а так же иметь значительную протяженность вдоль шва.

Причинами образования наплывов является большой сварочный ток, слишком длинная дуга, неправильный наклон электрода.

В местах наплывов часто выявляются непровары, трещины и другие дефекты.

Подрезы - представляют собой продолговатые углубления (канавки) образовавшиеся в основном металле вдоль края шва.

Они образуются в результате большого сварочного тока и длинной дуги т.к. при этом возрастает ширина шва, и сильнее оплавляются кромки. Подрезы приводят к ослаблению сечения основного металла и могут быть причиной разрушения сварного соединения.

Прожоги - это сквозное проплавление основного или наплавленного металла. Причинами могут быть большой зазор между кромками, плохой подгон кромок, грейферный сварочный ток при небольших скоростях сварки.

Непроваром называется несплавление основного металла с наплавленным Причинами образования непроваров являются плохая зачистка металла от окалины ржавчины, грязи, малый зазор, недостаточный сварочный ток, большая скорость сварки и т. д.



 ***поры***

рис. № 2. Дефекты микроструктуры в швах: непровары, газовые поры.

Трещины - так же как и не провары являются наиболее опасными дефектам сварных швов. Они могут возникать как в самом шве, в околошовной зоне располагаться вдоль и поперек шва.

На образование трещин влияет повышенное содержание углерода способствующее закалки, а также серы и фосфора. Сера увеличивает склонность к образованию горячих трещин, фосфор - холодных.

Шлаковые включения образуются в результате плохой зачистки кромок о окалины, ржавчины, грязи. Форма их различная: от сферической до игольчатой.

Шлаковые включения ослабляют сечение шва и уменьшают его прочность.

Газовые поры появляются в сварных швах вследствие быстрого охлаждения Газы не успевают выйти наружу и остаются в виде пузырьков (пор).

Пористость шва и размер отдельных пор зависит от того, как долго сварочная ванна находится в жидком состоянии. Газовые поры могут распределяться отдельными группами в виде цепочки или пустотой - они ослабляют сечение шва и уменьшают его прочность.

**Ход работы**

1. Очистить сварной шов и прилегающую к нему поверхность на ширину не менее 20 мм по обе стороны от шлака, брызг расплавленного металла, окалины, которые могут затруднить проведение осмотра.

2. Провести осмотр швов по всей их протяженности, а в случаях недоступности обязательно с двух сторон. Дефекты шва осмотреть, как невооруженным глазом, так и с применением лупы с увеличением до 10 раз.

3. Произвести обмеры сварных швов. Размеры контролируют обычными
измерительными инструментами - линейка, шаблоны.

4. Вычертить образец сварного шва с указанием дефектного участка.

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение внешнего осмотра (визуально - оптический контроль сварки).

2. Перечислить виды наружных дефектов.

3. В чем причины появления дефектов сварки?

4. Каково влияние дефектов на работоспособность сварных соединений?

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Описание сварного шва (его участки) с дефектами (размеры).

4. Схему образца сварного шва с указанием дефектного участка.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа № 3**

**Тема:** Выбор параметров и методов радиационного контроля. Оценка качества сварных соединений по снимкам.

**Цель:** Приобрести навыки по оценке качества сварных швов радиационным контролем по снимкам.

**Исходные материалы и данные:**

1. Рентгеновский аппарат для просвечивания металлов любого типа.

2. Эталоны чувствительности.

3. Кассеты, плёнки, фотохимикаты.

4. Образцы сварки.

 **Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** выбрать параметры и методы радиационного контроля, приобрести навыки по оценке качества сварных швов.

**Вопросы для повторения:**

1. Сущность радиационного метода контроля. [1], стр. 68
2. Физические основы радиационного метода контроля. [1], стр. 68
3. Методы радиационного контроля. [1], стр. 68
4. Преимущества и недостатки аппаратов для радиационного метода контроля. [1], стр. 88

**Методические указания**

 К радиационным методам контроля относится контроль рентгеновскими лучами и гамма-лучами. Рентгеновские и гамма-лучи - это коротковолновые электромагнитные колебания, аналогичные световым лучам, но с меньшей длиной волны. Рентгеновские лучи образуются в рентгеновской электронной трубке в результате бомбардировки свободными электронами катода трубки. Гамма-лучи образуются в результате самопроизвольного распада радиоактивных веществ. Такими естественными веществами являются радий, уран, торий и др. К искусственным радиоактивным веществам относятся изотопы кобальта, цезия, европия, тулия, иридия, селена и др. В качестве источников гамма-излучения используют изотопы кобальта Со-60, цезия Сз-137, тулия Тл-170, иридия Ир-192 и др.

Особыми свойствами рентгеновских гамма-лучей является то, что они способны проникать через металлические и другие непрозрачные тела значительной толщины. И воздействовать на фотографические пластинки и плёнки, находящиеся в закрытых кассетах за просвечиваемыми деталями. Исключение составляет только свинец, который не пропускает эти лучи. Поэтому радиоактивные вещества хранят в свинцовых ампулах, а при рентгеновских просвечиваниях пользуются рентгеновскими пластинами в качестве защитных экранов. Пучок лучей направляется па сварное соединение и, проходя через него, воздействуют на рентгеновскую пленку.



рис. №1. Электрическая схема аппарата РУП - 1.

В аппарате имеются два трансформатора, два конденсатора и два кенотрона-выпрямителя.

Первичные обмотки трансформатора питаются параллельно. Принцип работы состоит в следующем.

За один полупериод работы трансформаторов происходит зарядка конденсаторов C1 и С2 через кенотроны К1и К2 до полного напряжения трансформаторов. В этот момент рентгеновская трубка не работает.

В следующий полупериод знаки на выводе трансформаторов изменяются так, что напряжение трансформаторов будет суммироваться с напряжением -заряда конденсаторов и трубка оказывается под напряжением четырёх последовательно соединённых элементов схемы, т.е. Етрубки= Uтр + Uтр + Uтр +Uтр.

Таким образом, имея два трансформатора на 50 кВ и два конденсатора, можно подать на трубку напряжение 200 кВ, за вычетом небольших потерь от падения напряжения на кенотронах.

При помощи рентгеновского снимка сварного шва можно обнаружить трещины, непровар, шлаковые включения, газовые поры и др. дефекты, нарушающие микроскопическую однородность шва.

Обычно наплавленный металл имеет большую толщину, чем основной, и на рентгеновском снимке он отобразился светлой полосой на черном фоне основного металла. В связи с меньшим ослаблением рентгеновских лучей после прохождения через сварной шов.



рис. № 2 Рентгеновский снимок сварного шва.

**Ход работы**

1. Выбор источника изучения.

2. Выбор радиографической плёнки.

3. Выбор схемы и параметров просвечивания. Для контроля выбирается одна из схем просвечивания.

Схема I - Стыковые односторонние соединения без разделения кромок с V-образной разделкой.

Схема II - Швы, выполненные двухсторонней сваркой.

При контроле швов нахлёсточных, угловых, тавровых соединений - Схемы 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Трубы большого диаметра просвечивают через одну стенку - источник внутри трубы, схемы 9, 11.

4. После выбора схемы просвечивания устанавливают величину фокусного расстояния. С увеличением фокусного расстояния несколько увеличивается чувствительность метода, но возрастает (пропорционально квадрату расстояния) время экспозиции.

5. Подготовка контролируемого объекта к просвечиванию. Изделие должно быть осмотрено, очищено от шлака, грязи и других загрязнений. Сварное изделие разбивают на участки контроля, которые маркируют. Кассеты и радиографические плёнки маркируются в том же порядке, что и участки контроля (соответственно друг друга).

6. Просвечивание изделий. Источник устанавливается так, что бы он ни мог вибрировать или сдвинуться **с** места, иначе изображение окажется размытым.

7. Фотообработка снимков. Процесс фотообработки включает в себя следующее операции: проявление, промежуточную проявку, фиксирование изображений, проявку в непроточной воде, окончательную проявку и сушку плёнки.

8. Расшифровка снимков. Основная задача расшифровщика состоит в
выявлении дефектов, установление их видов и размеров.

9. Оформление результатов контроля. Для сокращения записей
результатов допускается применять сокращённое обозначение
дефектов: Т - трещины, Н - непровар, П - поры, Ш - шлаковые
включения, Пд - подрез, Ск - смещение кромок, Р -
разностенность.

Пример записи результатов контроля:

На изображенном участке сварного соединения С5 ГОСТ 5264 - 79, чувствительностью 3% и длиной 200 мм, выявлены две трещины длиной по 3 мм, непровар длиной 2 мм, четыре отдельных шлаковых включения размером по 3 мм и одна цепочка пор длиной 5 мм.

Запись в заключении:

С5, 3, 300, 2Т - 3, Н - 2, 4Ш - 3, ЦП - 5.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислить типы рентгеновских аппаратов.

2. Типы радиографических плёнок, область применения.

3. Основные операции рентгеновского контроля.

4. Какое изображение на рентгеновской плёнке отмечается белой полосой?

5. Какой вид имеют трещины на рентгеновском снимке?

6. Какой вид имеют непровары на рентгеновском снимке?

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Чертёж простейшего рентгеновского аппарата.

4. Описание работы рентгеновского аппарата.

5. Выбор типа плёнки

6. Выбор схемы контроля.

7. Чертёж схемы контроля.

8. Расшифровку снимка после рентгенопросвечивания.

9. Вывод по работе.

**Лабораторная работа № 4**

**Тема:** Ультразвуковой контроль сварных швов.

**Цель:** Приобрести навыки по оценке качества сварных швов ультразвуковым методом.

**Исходные материалы и данные:**

1. Дефектоскоп типа ДУК-66П.
2. Заводские инструменты к дефектоскопу.

3. Образцы сварки плавлением.

 **Литература:**

 1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** получить навыки по ультразвуковому контролю и оценке качества сварных швов.

**Вопросы для повторения:**

1. Сущность ультразвукового метода контроля. [1], стр. 89

2. Физические основы ультразвукового метода контроля. [1], стр. 89

3. Методы ультразвукового контроля. [1], стр. 94

**Методические указания**

Метод УЗ – контроля основан на способности ультразвуковых волн, проник в металл на большую глубину, и отражаться от дефектов, находящихся в сварном шве. В процессе контроля излучения ультразвуковых колебаний от вибрирующих пластин (пьезокристалла) вводится в контрольный шов. При встрече с дефектом ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластиной, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрические (рис. №1.).

рис. № 1. Ультразвуковой контроль:





а) – схема кош роли: 1 – генератор ультразвуковых колебаний, 2 – пьезокристаллический щуп, 3 – усилители, 4 – экран дефектоскопа;

б) – перемещение щупа по поверхности изделия.

Эти колебания после их усиления подаются на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, которые в виде импульсов свидетельствуют о наличиидефектов.

При контроле пьезокристал, вмонтированный в призматический щуп перемещают вдоль шва по волнообразной линии. По характеру импульсов судят по протяженности дефектов и глубине их залегания.

Ультразвуковой контроль можно проводить при одностороннем доступе сварному шву без снятия усиления или предварительной обработке поверхностей шва.

Аппаратура для ультразвукового контроля состоит из исказителя, содержащего пьезопреобразователь для излучения и приёма ультразвуковых колебаний, электронного блока (собственно дефектоскопа) и различных вспомогательных устройств.

Электронный блок предназначен для генерирования зондирующих импульсов высокочастотного напряжения, для усиления и преобразования эхо сигнала, отраженных от дефектов, и наглядного отображения амплитудно-временных характеристик эхо сигналов на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Для контроля сварных швов применяют отечественные дефектоскопы ДУК-66П, ДУК-66 и др.

Дефектоскопы ДУК-66П работают следующим образом.

От синхронизатора тактовые импульсы подаются на генератор зондируют импульсов и запускают его.

При подаче запускающего импульса и контуре, состоящем из индуктивности, ёмкости, пьезопластины и накопительного конденсатора, возникают кратковременные свободные радиочастотные колебания (зондирующие импульсы).

Зондирующие импульсы возбуждают в пьезопластине ультразвуковые колебания соответствующей частоты. Одновременно тактовые импульсы синхронизатора попадают так же и на генератор ЭЛТ. Для прозвучивания металла различной толщины скорость развёртки может регулироваться.

Отражение от дефекта импульсы колебаний попадают на пьезопластину преобразовываются в ней в электрические сигналы, а затем попадают на экран ЭЛТ.

Горизонтальная развертка ЭЛТ является временной. Расстояние по развертке от зондирующего импульса до принятого сигнала пропорционально времени прохождения импульса от пьезопластины до дефекта и обратно.

Таким образом, зная скорость ультразвука и направление хода лучей, можно определить координаты дефектов или толщину изделия путём измерения этого времени с помощью подвижной П-образной метки глубиномера, называемой скос-рейсмусом. Погрешность координат не превышает 2 мм.

Отклонение луча на ЭЛТ в вертикальном направлении (высота импульса характеризует амплитуду применяемого сигнала и пропорционально величине дефекта).

Для измерения амплитуды предусмотрен специальный переключатель, помощью которого усилитель может быть непосредственно подключен генератору.

В дефектоскопе имеется так же автоматический сигнализатор дефектов предназначенный для звуковой или световой сигнализации дефектов.

**Ход работы**

*Методика контроля сварной точки.*

Для контроля сварной точки по методике МВТУ применяется специальный призматический щуп, на котором укреплены два пьезоэлемента. Один пьезоэлемент служит излучателем, второй — приемником.

Щуп устанавливается над сварной точкой согласно схеме рис. 2. Если точка сварена, то ультразвуковая энергия сквозь точку уходит в нижний лист соединения и не попадает на приемный пьезоэлемент. Если точка не сварена или имеет другие дефекты, энергия ультразвука отражается от дефектов и попадает на приёмный пьезоэлемент. На экране дефектоскопа появляется импульс.





рис.2 . Схема прохождения ультразвука в сварной точке.

Порядок проведения контроля следующий:

1. Установить щуп не на сваренное место и отрегулировать высоту импульса на экране трубки в пределах 12—20 *мм.*

2. Установить щуп рядом с контролируемой точкой и перемещать его параллельно самому себе. Моменты исчезновения и последующего появления импульса, сигнализирующие о наличии литого ядра, отметить чертилкой. Расстояние между полученными отметками и есть фактический диаметр ядра точки с точностью ±0,5 *мм.*

3. Для проверки разрушить образцы и измерить фактический диаметр точки. Сопоставить полученные результаты.

**Контрольные вопросы:**

1. Объяснить работу блок – схемы дефектоскопа.
2. Назначение эталонов при УЗ – контроле.
3. Область применения, преимущества и недостатки УЗ – контроля.
4. Чувствительность ультразвукового метода контроля сварных швов к выявлению дефектов.

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Схему упрощённого дефектоскопа с описанием его работы.

4. Схему прохождения ультразвука в сварной точке.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа** № **5**

**Тема:** Контроль сварных соединений магнитным или электромагнитным методом.

**Цель:** Приобрести навыки по оценке качества сварных швов магнитным или электромагнитным методом контроля.

**Исходные материалы и данные:**

1. Магнитный передвижной дефектоскоп МД - 12 ПШ.

2. Пульверизатор для нанесения сухого порошка.

3. Передвижной электромагнит.

4. Магнитный порошок и магнитная лента.

5. Образцы сварных соединений с дефектами сварки.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** изучить методику контроля и устройство передвижного магнитного дефектоскопа типа МД -12ПШ.

**Вопросы для повторения:**

1. Физическая сущность магнитного метода контроля. [1], стр. 111

2. Методы магнитного контроля. [1], стр. 114

**Методические указания**

Сущность магнитного метода заключается в том, что на поверхность намагниченной детали наносят ферромагнитный порошок в виде суспензии с порошком, мылом и масляным раствором (мокрый метод) или намагниченного аэрозоля (сухой метод).

Под действующей вытягивающей силой магнитных полей рассматриваются частицы порошка, которые перемещаются по поверхности детали в виде валиков над дефектами.

Форма этих уплотнений соответствует очертаниям выявленных дефектов, рис. № 1.

Поток рассеяния над дефектом тем больше, чем больше дефект и его направление перпендикулярно основному потоку намагничивания.



рис. № 1. Осаждение магнитного порошка.

Чувствительность магнитного метода контроля к выявлению дефектов зависит от ряда факторов:

1. От глубины залегания дефекта. Увеличение глубины залегания дефекта снижает чувствительность к выявлению дефектов.
2. От протяжённости дефекта в глубину и его ориентации по отношению силовых линий магнитного порошка.
3. От величины и рода тока намагничивания.
4. От способа выявления.

При соблюдении относительных условий ведения контроля магнитным методом, он имеет высокую чувствительность к тонким и мелким трещинам. Он позволяет выявить поверхностные и подповерхностные дефекты типа трещин, непроваров, несплавлений, различных включений.

Фиксация потоков рассеивания производится двумя способами:

1. Магнитным порошком.
2. Электромагнитным методом.

Электромагнитный метод даёт возможность выявить дефекты в металле и в сварке, залегающие на большой глубине по сравнению со способом магнитного порошка. Дефекты, скрытые под поверхностью на глубине до 20 мм.

Ещё большей чувствительностью обладает вращающийся искатель к этому дефектоскопу.

Данный метод контроля обладает возможностью автоматической регистрации дефектов.

К недостаткам метода следует отнести:

1. Возможность применения для стыковых сварных соединений.
2. Недостаточную чувствительность по сравнению с магнитным методом.
3. Не указывает природу обнаруженного дефекта.

**Ход работы**

Контроль сварных соединений магнитным методом включает в себя следующие операции:

1. Подготовка поверхности перед контролем и очистка её от загрязнений, окалины, следов шлака после сварки.
2. Подготовка суспензии - перемешивание магнитного порошка с жидкостью.
3. Намагничивание контролируемого изделия.
4. Нанесение суспензии на поверхность контролируемого изделия.
5. Осмотр поверхности изделия и выявление мест, покрытых отложениями порошка.

При выполнении электромагнитного метода контроля необходимо провести следующие операции:

1. Изучить устройство передвижного магнитного дефектоскопа типа МД -12ПШ.
2. Определить чувствительность порошкового метода к выявлению скрытых дефектов путём нанесения сухого магнитного порошка и магнитной суспензии на планку с искусственными дефектами. Данные записать в отчёт.
3. Определить дефекты сварки в образце стыкового шва, намагничивание произвести переносным электромагнитом.
4. Сравнить результаты выявления дефектов магнитным порошком с показаниями передвижного магнитного дефектоскопа, сделать вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Области рационального применения магнитных методов контроля.

2. Чувствительность порошкового и электромагнитных методов контроля.

3. Недостатки электромагнитного метода контроля.

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Методику постановки методов.

4. Чертёж образца сварного шва с указанием дефектного участка.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа № 6**

**Тема:**Выявление дефектов в сварных соединениях капиллярными методами.

**Цель:** Приобрести навыки по оценке качества сварных швов люминесцентным и цветным методами контроля.

**Исходные материалы и данные:**

1. Люминесцентный дефектоскоп ЛД-2.
2. Источник света - отражательная лампа.

3. Образцы сварных швов из нержавеющей стали, алюминия.

4. Окись магния 100 гр., масло (автол) - 0,5л., керосин - 1л., окись алюминия - 50гр., краска в растворе - 0,5л.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** выявить дефекты в сварных соединениях капиллярными методами.

**Вопросы для повторения:**

1. На чем основаны капиллярные методы контроля? [1], стр. 130

2. Методы капиллярного контроля. [1], стр. 137

**Методические указания**

Люминесцентный метод контроля и метод красок относятся к так называемой капиллярной дефектоскопии и проводят ее с помощью проникающих жидкостей. Сущность их состоит в нанесении на контролируемую поверхность изделия, жидкости с большой смачивающей способностью, которая протекает в мельчайшие поверхностные дефекты -трещины, поры, непровары.

Люминесцентный метод основан на свойстве некоторых веществ обладать свечением под действием ультрафиолетового облучения.

Люминесцентный метод применяется для выявления поверхностных дефектов в сварных швах немагнитных металлов (нержавеющих сталей, цветных металлов и сплавов).

При выявлении поверхностных дефектов швов люминесцентным методом, смачивающей жидкостью является, минеральное масло, которое проникает в мелкие невидимые глазом трещины и ори облучении шва ультрафиолетовым светом, жидкость светится ярким желто-зеленым светом и тем самым отличают дефекты швов.

При обнаружении трещин, они представляются в виде ярко выраженных зигзагообразных линий.

В качестве источника ультрафиолетовых лучей применяют ртутно-кварцевые лампы со светофильтрами, изолирующими видимый свет. В качестве светофильтра берется черное стекло, содержащее окись никеля.

Метод красок.(цветовая дефектоскопия) состоит в том, что на поверхность наносится специальный состав и краски «Судан-3». После выдержки 15-20мин., краска удаляется и на поверхность сухого шва наносится слой окиси алюминия. Образовавшийся на этом фоне красный рисунок воспроизводит форму и характер выявленного дефекта.

**Ход работы**

*Люминесцентный метод контроля.*

1. Сварные швы образцов из нержавеющей стали, алюминия, очистить от загрязнений и на них с помощью кисти нанести слой автола (25%) и керосина (75%). Смазанный жидкостью шов выдержать для проникновения жидкости в трещины в течение 15-20 мин.
2. После выдержки жидкость удалить с поверхности при помощи
тряпок и шов просушить в струе теплого воздуха. На сухой шов нанести тонкий слой порошка окиси магния, который прилегает на масляную полоску трещины. Лишний порошок сдувают.
3. Подготовленный образец шва рассмотреть в ультрафиолетовом
свете дефектоскопа ЛД-2. Дефекты швов в виде трещины выявляют
по яркому свечению окиси магния в смеси с маслом.

*Цветной метод контроля.*

Выявление мельчайших поверхностных дефектов методом красок производят при дневном свете, без каких либо аппаратов.

1. На очищенные от загрязнений образцы швов из нержавеющей стали, алюминия, нанести при помощи кисточки красную краску следующего состава: 65% - керосина, 30% - трансформаторного масла, 5% - скипидара и краски «Судан - 3» в количестве 10-15гр. На литр смеси.
2. После нанесения слоя краски швы выдержать в течение 15-20мин. Далее краску удалить и шов просушить.
3. На сухой шов при помощи пульверизатора нанести слой окиси алюминия, который просушивается струей теплого воздуха. Наличие трещин определить по красным линиям на белой поверхности сухого слоя окиси алюминия, который как бы вытягивает краску из трещин в шве.

**Контрольные вопросы:**

1. Какова методика люминесцентного метода контроля?
2. В чем заключается методика цветного метода контроля?
3. Чувствительность метода по сравнению с другими методами контроля швов без разрушения.

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Описание люминесцентного и цветного методов контроля.

4. Схему люминесцентного и цветного методов контроля.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа № 7**

**Тема:** Контроль герметичности сварных соединений.

**Цель:** Приобрести навыки по контролю герметичности сварных соединений.

**Исходные материалы и данные:**

1. Керосин - 1 литр, мел - 250 грамм, аммиак, раствор азотнокислой ртути -200 грамм, бумага газетная - 50 грамм.

2. Участок сварного соединения.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** выявить дефекты сварных соединений испытанием керосина на мел.

**Вопросы для повторения:**

1. Области рационального применения различных методов контроля герметичности и определения качества сварных изделий. [1], стр. 138

2. Методы контроля герметичности. [1], стр. 138

3. Требования безопасности при испытании сжатым воздухом и гидравлическим способом. [1], стр. 195

**Методические указания**

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 аммиаком.*Способ основан на изменении окраски некоторых индикаторов под воздействием щелочи. В процессе испытания на одну сторону шва укладывают бумажную ленту или светлую ткань, пропитанную 5% раствором азотнокислой ртути, с другой стороны создают давление аммиака в смеси с воздухом.

В качестве индикатора принимают спиртно-водного раствор фенолфталеина. Если в шве имеются неплотности, аммиак проходит через них окрашивая индикатор в ярко-красный цвет с фиолетовым оттенком.

*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.

**Ход работы**

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.

**Контрольные вопросы:**

1. Сущность испытания керосином.
2. Сущность испытания гидравлическим способом.
3. Чувствительность метода в определении неплотности швов.

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Методику постановки опыта.

4. Эскиз поверхности.

5. Вывод по работе.

**Лабораторная работа № 8**

**Тема:** Определение качества сварных соединений разрушающими методами контроля.

**Цель:** Приобрести навыки по определению качества сварных соединений разрушающими методами контроля.

**Исходные материалы и данные:**

1. Копер маятниковый МК-30.

2. Измерительный инструмент.

3. Образцы для испытаний.

**Литература:**

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Aкадемия, 2009.

**Состав задания:** приобрести навыки определения качества сварных соединений разрушающими методами контроля.

**Вопросы для повторения:**

1. Назвать разрушающие методы контроля. [1], стр. 147

2. Требования безопасности при разрушающих методах контроля. [1], стр. 196

**Методические указания**

Правильная организация контроля, умелое использование того или иного метода контроля, разумное сочетание различных методов позволяет с большой надёжностью оценивать качество сварных соединений.

Механические испытания определяют прочность и надёжность работы сварных соединений.

Основные методы определения механических свойств сварного соединения и отдельных зон устанавливает ГОСТ 6996 - 66. Он предусматривает статические и ударные испытания при нормальных температурах, а в некоторых случаях и пониженных или повышенных. Для сварных соединений ответственных конструкций, изготовленных из высоко прочных материалов или предназначенных для работы в условиях отрицательных температур и вибрационных нагрузках дополнительно проводят испытания на стойкость против хрупкого разрушения и усталостную прочность.

Механические испытания по характеру нагружения разделяют на:

* статические испытания, при которых усилие плавно возрастает или длительное время остаётся постоянным, (растяжение, сжатие, изгиб и т.д.);
* динамические испытания, при которых усилие возрастает практически мгновенно и действует короткое время, (ударные испытания, испытания на усталость и д.р.).

Целью механических испытаний является контроль качества наплавления металла и сварного соединения в целом.

**Ход работы**

Вид испытания - ударный изгиб:

1. Заготовки образцов вырезаются из той же контрольной пластины, что и на растяжение в количестве 3-х штук со снятием усиления шва с 2-х сторон до уровня основного металла.
2. Произвести замер образца F - площадь образца по размеру канавки (ширина \* толщину, см2) - запись в журнал испытаний.
3. Установить с помощью шаблона образец на приспособление копра маятникового МК-30 и выполнить работу ударом маятника копра.
4. Снять показания с диаграммы механизма копра и произвести подсчет результатов с записью в журнал.

 *ан* = Ан / F , (1)

где, *ан -* ударная вязкость,

Ан - работа, затраченная на разрушение образца,

F - площадь образца.

Ан = Ак - Ад, (2)

где, Ак - запас энергии копра, (30кг),

Ад - показания на шкале диаграммы, кг.

5. Сравнить полученный результат с ГОСТ для данной марки стали,
сделать вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. Порядок испытания образцов.
2. Основные факторы, влияющие на расчёт предела прочности сварного соединения.
3. Для чего снимается усилие шва при испытании на изгиб?

**Отчет по работе должен содержать:**

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.

2. Используемую литературу и другие источники.

3. Примеры расчетов.

4. Эскизы образцов и их размеры.

5. Сравнение результатов испытаний с ГОСТ.

6. Вывод по работе.