

ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО

на заседании Педагогического Совета
СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель педагогического совета
Директор СПб ГБПОУ
«Автомеханический колледж»

Протокол №10

_____ /Р.Н. Лучковский/

«16» 06 2021г

«17» 06 2021г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

ПМ 03. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ РАБОТ

| | |
|----------------------|---|
| <i>Специальность</i> | <i>22.02.06. Сварочное производство (базовая подготовка)</i> |
| <i>МДК</i> | <i>МДК 03.01. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОВ И СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</i> |

*ДЛЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА*

СРОК ОБУЧЕНИЯ – 3 ГОДА 10 МЕСЯЦЕВ

2021 г.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы междисциплинарного курса МДК 03.01. «Формы и методы контроля качества металлов и сварных конструкций», который входит в состав производственного модуля ПМ 03. «Контроль качества сварочных работ» программы подготовки специалистов среднего звена Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **22.02.06 «Сварочное производство» (базовая подготовка)**.

В методических рекомендациях приведены основные требования по выполнению лабораторных работ, предназначенных для обучающихся СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж».

Организация-разработчик:

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

Разработчики:

Ковалюк Геннадий Константинович, преподаватель СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

Виноградов Сергей Алексеевич, мастер производственного обучения СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ на заседании Методической комиссии профессионального цикла «Машиностроение и технологии материалов» СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

СОДЕРЖАНИЕ

| №№ пп | Наименование | Стр. |
|------------------|---|-------------|
| 1 | Пояснительная записка | 4 |
| 2 | Методические рекомендации по составлению конспекта лабораторной работы | 6 |
| 3 | Определение причин возникновения дефектов по индивидуальному заданию. | 7 |
| 4 | Визуальный и измерительный контроль подготовки и сборки металла под сварку. | 8 |
| 5 | Визуальный и измерительный контроль сварочных материалов. | 10 |
| 6 | Визуальный и измерительный контроль сварных соединений. | 12 |
| 7 | Изучение устройства и принципа действия рентгеновского дефектоскопа. | 13 |
| 8 | Выбор параметров для радиографии сварного соединения. | 15 |
| 9 | Устройство и принцип действия ультразвукового дефектоскопа. | 17 |
| 10 | Настройка дефектоскопа и проведение контроля. | 20 |
| 11 | Ультразвуковая толщинометрия. | 20 |
| 12 | Контроль сварных соединений магнитопорошковым методом. | 24 |
| 13 | Магнитографический дефектоскоп. | 26 |
| 14 | Контроль сварных соединений цветным капиллярным методом. | 27 |
| 15 | Контроль герметичности сварных соединений. | 30 |
| 16 | Определение твердости. | 31 |
| 17 | Механические испытания на растяжение. | 35 |
| 18 | Литература | 39 |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации разработаны для выполнения лабораторных работ по МДК 03.01. «Формы и методы контроля качества металлов и сварных конструкций» по специальности **22.02.06. «Сварочное производство» (базовая подготовка)**.

В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен **уметь:**

- выбирать метод контроля металлов и сварных соединений, руководствуясь условиями работы сварной конструкции, её габаритами и типами сварных соединений;
- производить внешний осмотр, определять наличие основных дефектов;
- производить измерение основных размеров сварных швов с помощью универсальных и специальных инструментов, шаблонов и контрольных приспособлений;
- определять качество сборки и прихватки наружным осмотром и обмером;
- проводить испытания на сплющивание и ударный разрыв образцов из сварных швов;
- выявлять дефекты при металлографическом контроле;
- использовать методы предупреждения и устранения дефектов сварных изделий и конструкций;
- заполнять документацию по контролю качества сварных соединений.

знать:

- способы получения сварных соединений;
- основные дефекты сварных соединений и причины их возникновения;
- способы устранения дефектов сварных соединений;
- способы контроля качества сварочных процессов и сварных соединений;
- методы неразрушающего контроля сварных соединений;
- методы контроля с разрушением сварных соединений и конструкций;
- оборудование для контроля качества сварных соединений;
- требования, предъявляемые к контролю качества металлов и сварных соединений различных конструкций.

В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен овладеть следующими общими и профессиональными компетенциями:

Таблица 1. Овладение компетенциями общими и профессиональными в результате выполнения лабораторных работ МДК03.01.

| Код | Наименование результата обучения |
|--------|--|
| ПК 3.1 | Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях. |
| ПК 3.2 | Обоснованно выбирать и использовать методы, оборудование, аппаратуру и приборы для контроля металлов и сварных соединений. |
| ПК 3.3 | Предупреждать, выявлять и устранять дефекты сварных соеди- |

| | |
|--------|--|
| | нений и изделий для получения качественной продукции. |
| ПК 3.4 | Оформлять документацию по контролю качества сварки. |
| ОК 2 | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. |
| ОК 3 | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность. |
| ОК 4 | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. |
| ОК 6 | Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями. |

Методические рекомендации по составлению конспекта лабораторной работы МДК03.01 Раздел 1.1.

Методические указания содержат работы с описанием технологии сварочных работ.

В начале каждой лабораторной работы:

- сформулирована цель работы с указанием профессиональной компетенции (ПК), практического опыта, знаний и умений в соответствии с ФГОС, которые должен приобрести обучающийся в результате выполнения данной лабораторной работы;
- в сжатой форме изложены требования к рассматриваемому виду соединения или конструкции,
- приведена расчетная схема,
- пример расчета с расчетными формулами,
- приведена таблица с индивидуальным заданием, которое обучающийся должен выбрать в соответствии с порядковым номером в журнале.

Порядок выполнения задания:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
2. Выделите главное, составьте план.
3. Укажите цель работы и кратко сформулируйте основные положения текста.
4. Конспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.
6. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Содержание материала по теме следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного.

7. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре работы. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

8. Необходимые эскизы следует либо аккуратно (используя карандаш и линейку) занести в конспект, либо наклеить ксерокс-копию эскиза.

Оценка «5» (отлично) выставляется, если конспект выполнен в полном объеме; студент раскрыл основные понятия, в тексте приведены цитаты; конспект не содержит речевых и грамматических ошибок, конспект выполнен аккуратно.

Оценка «4» (хорошо) выставляется, если конспект выполнен в полном объеме; студент раскрыл основные понятия, конспект не содержит речевых и грамматических ошибок, конспект выполнен аккуратно.

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется, если конспект выполнен не в полном объеме; студент не полностью раскрыл основные понятия, в конспекте имеются речевые и грамматические ошибки, конспект представлен с нарушением сроков.

Оценка «2» (не удовлетворительно) выставляется, если конспект выполнен не в полном объеме; студент не раскрыл основные понятия, в конспекте имеются речевые и грамматические ошибки, конспект представлен с нарушением сроков.

**Лабораторная работа №1. МДК 03.01. Раздел 1.1.
«Определение причин возникновения дефектов
по индивидуальному заданию».**

Цель работы:

Изучить причины возникновения дефектов по индивидуальному заданию для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Материалы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

ЭОРы

Ход работы:

1) Получить задание у преподавателя.

2) Подготовить таблицу для заполнения.

| Название дефекта | Причины образования | Способы устранения |
|------------------|---------------------|--------------------|
|------------------|---------------------|--------------------|

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

- 3) Записать в таблицу название дефекта сварного шва, возможные причины образования и способы устранения.
- 4) Подвести черту под текстом, записать следующий дефект согласно пункту 3.
- 5) Записать выводы.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

- Форма и размеры сварных швов обычно задаются техническими условиями, указываются на чертежах и регламентируются стандартами.
- При выполнении сварных соединений любыми методами сварки плавлением швы могут иметь неравномерную ширину и высоту, бугры, седловины, неравномерную ширину катетов в угловых швах.

Наиболее опасными дефектами сварных швов являются:

- трещина (разрыв металла сварного соединения или наплавленной детали);
- прожог (сквозное отверстие в сварном шве);
- кратер (углубление, образующиеся в конце шва при внезапном прекращении сварки);
- подрез (острое углубление на границе сварного шва с основным металлом или двух соседних валиков);
- свищ (воронкообразное или трубчатое углубление в сварном шве, часто сквозное);
- непровар (несплавление между основным металлом и металлом шва или между отдельными валиками (слоями));
- пора (газовое включение);
- шлаковое включение (заполненная шлаком полость в металле шва или наплавленном металле);

наплыв (натекание жидкого металла сварочной ванны на основной металл без сплавления с ним).

Выводы:

Наиболее опасными дефектами в сварных швах являются: (перечислить дефекты).

Контрольные вопросы:

- 1) Каковы причины образования дефектов при сварке?
- 2) Дать понятие нарушения формы сварного шва?
- 3) Как называется дефект формы шва, характеризующийся «Избыток наплавленного металла на обратной стороне стыкового шва сверх установленного значения»?

- 4) Как называется дефект формы шва, характеризуемый «Вытекание металла сварочной ванны, в результате которого образуется сквозное отверстие в сварном шве»?
- 5) Как называется дефект формы шва, характеризуемый «Углубление продольное на наружной поверхности валика сварного шва»?

**Лабораторная работа №2. МДК 03.01. Раздел 1.2.
«Визуальный и измерительный контроль подготовки и
сборки металла под сварку».**

Цель работы:

Изучить визуальный и измерительный контроль подготовки и сборки металла под сварку для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Материалы:

Образцы сборки металла под сварку, эскиз или чертеж, учебная литература. Увеличительное стекло, шаблон сварщика, линейка.

Ход работы:

1. Изучите названия, определения и причины образования дефектов в сборках под сварку.

2. На образцах измерьте габаритные размеры. Сравните полученные результаты измерений с данными эскиза или чертежа. Измерьте прихватки и зазоры. При измерениях прихваток и зазоров пользуйтесь универсальным шаблоном, щупом, штангенциркулем и линейкой. Отметьте на образцах участки, где их размеры выходят за допустимые пределы.

3. С помощью лупы выявите трещины, поверхностные дефекты на прихватках.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Визуальный и измерительный контроль - самый простой и в то же время информативный метод контроля. Это единственный метод, который может выполняться и часто выполняется без какого-либо оборудования или проводится с использованием простейших измерительных средств.

Визуально-измерительный комплект ВИК предназначен:

- для визуального контроля основного материала, сварных соединений, наплавки и т.п.;

- для измерения формы и размеров изделий и сварных соединений, угловых и линейных величин полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц, сварных соединений, изделий, а также поверхностных дефектов;
- для измерения конструктивных элементов, формы и размеров кромок, зазоров собранных под сварку соединений, а также размеров выполненных сварных швов;
- при техническом диагностировании в процессе эксплуатации изделий в соответствии с требованиями чертежей, нормативно-технических документов.

Он позволяет выявлять поверхностные **поры и трещины, подрезы, кратеры, прожоги, свищи, наплывы, смещения кромок и другие дефекты.**

К недостаткам метода можно отнести низкую вероятность обнаружения мелких поверхностных дефектов, а также зависимость выявляемости дефектов от субъективных факторов (острота зрения, усталость, опыт работы выполняющего контроль специалиста) и условий контроля (освещенность, оптический контраст и др.).

Тем не менее, простота, малая трудоемкость и определенная информативность визуального и измерительного контроля делают его обязательным и предшествующим проведению неразрушающего контроля другими методами.

Какими бы уникальными ни были методы и средства последующих контрольных операций, контроль изделий начинается с визуального осмотра невооруженным глазом. На оптимальном для глаз расстоянии - 250 мм различают детали размером ~0,15 мм, однако возможности глаза ограничены при осмотре удаленных, движущихся, недостаточно освещенных объектов.

Наличие грубых поверхностных дефектов может указать на характер и место возможного разрушения конструкции. Учитывая, что различные дефекты имеют определенные доминирующие причины их образования, по результатам визуального и измерительного контроля можно ориентировочно оценить качество и стабильность технологического процесса изготовления или ремонта конструкций.

По внешнему виду сварного шва можно ориентировочно судить о внутреннем качестве шва. Превышение усиления сварного шва характерно для неполного проплавления кромок. Подрез на одной стороне сварного шва и наплыв на другой указывают на возможность непровара по кромке со стороны наплыва. При наличии поверхностных пор и грубой чешуйчатости шва, как правило, имеются и внутренние поры.

Оформление работы:

Напишите отчет, в котором укажите название и цель работы, применяемое оборудование и образцы.

Приведите эскизы прихваток с дефектами, отметив для каждого образца способ сборки и типы выявленных дефектов.

Сформулируйте выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры контролируют при инструментальном контроле сборок под сварку?

2. Какова цель внешнего осмотра?
3. Какие дефекты выявляют внешним осмотром?
4. Какие инструменты применяют при внешнем и инструментальном контроле сварных соединений?

**Лабораторная работа №3. МДК 03.01. Раздел 1.2.
«Визуальный и измерительный контроль сварочных материалов».**

Цель работы:

Изучить визуальный и измерительный контроль сварочных материалов для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Материалы:

Образцы сварочных материалов (сварочная проволока, электрод, флюс), учебная литература.

Увеличительное стекло, эталон образца.

Ход работы:

1. Изучите названия, определения и причины образования дефектов в сварочных материалах.

2. На образцах измерьте диаметр проволоки, чистоту ее поверхности. На образцах электродов измерьте диаметр проволоки, сплошность покрытия обмазки, влажность. На образце флюса проверьте диаметр и влажность. Сравните полученные результаты измерений с данными нормативных документов, регламентирующих геометрические параметры сварочного материала. При измерениях пользуйтесь универсальным шаблоном, штангенциркулем и линейкой. Отметьте на образцах, где их размеры выходят за допустимые пределы.

3. С помощью лупы выявите трещины, поверхностные поры, сколы, забоины и разнотолщинность.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Качество электродов проверяют в процессе их изготовления на заводах и перед началом сварочных работ в цехах или на строительных площадках.

Покрытие должно быть плотным и прочным, хорошо удерживаться на электродном стержне и не разрушаться (по ГОСТ 9466—60) при свободном падении электрода плашмя на гладкую стальную плиту с высоты 1 м для электродов диаметром 3 мм и менее и с высоты 0,5 м для электродов диаметром

более 3 мм. Допускаются частичные откалывания покрытия общей длиной не более 20 мм.

Покрытие электродов должно быть влагостойким и не разрушаться после пребывания в воде с температурой 15—25°С в течение 24ч. Допускаются следующие дефекты поверхности электродов:

шероховатость поверхности, продольные риски и отдельные задиры — глубиной не более 1/4 толщины покрытия;

местные вмятины — в количестве не более трех, глубиной до 1/2 толщины покрытия и длиной до 12 мм каждая;

поры — в количестве не более трех на длине 100 мм, диаметром до 2 мм, глубиной до 1/2 толщины;

волосные трещины — в количестве не более двух, длиной до 12 мм каждая.

Контроль качества электродов в заводских и монтажных условиях перед сваркой конструкций, работающих в тяжелых условиях (вибрационная нагрузка (см. Защита от вибрации), высокая температура и давление, транспортировка токсичных газов), заключается в проверке наличия сертификатов и выборочном контроле состояния внешней поверхности. Кроме того, проверяют механические и технологические свойства наплавленного металла, а также, при необходимости, выполняют металлографический анализ. Такая проверка необходима и в тех случаях, если применяемые электроды дают нестабильную дугу, имеют неравномерное плавление или если в сварном шве возникают трещины и поры.

Для внешнего осмотра отбирают 10—15 электродов из разных пачек. При наличии недопустимых дефектов берут удвоенное количество, а при повторном обнаружении дефектов всю партию электродов бракуют, составляя рекламационный акт.

Покрытие электродов должно быть концентрично относительно стержня. Для проверки концентричности в разных сечениях по длине электрода делают надрезы и измеряют толщину покрытия.

Величина разности толщин не должна превышать:

при диаметре электрода 2 мм 0,08 мм

при диаметре электрода 2,5 мм.....0,1 мм

при диаметре электрода 3 мм0,15 мм

при диаметре электрода 4 мм0,2 мм

при диаметре электрода 5 мм0,25 мм

при диаметре электрода 6 мм и более.....0,3 мм

Качество флюса, поступившего с завода-изготовителя и имеющего сертификат с указанием его химического состава и грануляции, определяют в соответствии с ГОСТ 9087—59 или ТУ путем сварки пластин или стыков труб на режимах, обусловленных технологическим процессом.

Если в швах, наплавленных под слоем флюса, имеются поры или трещины, то тщательно проверяют гранулометрический состав, однородность, объемный вес, влажность и загрязненность флюса (если влажность превышает 0,1%, флюс просушивают).

После такой проверки наплавляют сварной шов под слоем флюса на тавровом образце и исследуют наплавленный металл на содержание углерода и серы путем химического анализа пробы, взятой из верхнего слоя сварного соединения.

При неудовлетворительных результатах входного контроля проверяемая партия флюса забраковывается или подвергается повторной прокалке с последующей полной пере проверкой, включая определение химического состава флюса.

Таким же образом проверяют качество флюса, предназначенного для сварки конструкций, работающих в тяжелых условиях.

Оформление работы:

Напишите отчет, в котором укажите название и цель работы, применяемое оборудование и образцы.

Приведите эскизы сварочных материалов, отметив для каждого образца способ выявленных наружных дефектов.

Сформулируйте выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры контролируют при инструментальном контроле сварных швов?
2. Какова цель внешнего осмотра?
3. Какие дефекты выявляют внешним осмотром?
4. Какие инструменты применяют при внешнем и инструментальном контроле сварочных материалов?

Лабораторная работа №4. МДК 03.01. Раздел 1.2. «Визуальный и измерительный контроль сварных соединений».

Цель работы:

Изучить визуальный и измерительный контроль сварных соединений для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Увеличительное стекло, шаблон сварщика, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите названия, определения и причины образования дефектов в сварных соединениях.

2. На образцах измерьте ширину и выпуклость сварного шва с лицевой и обратной стороны. Сравните полученные результаты измерений с данными нормативных документов, регламентирующих геометрические параметры шва для выбранного способа сварки, типа соединения и толщины свариваемого материала. При измерениях швов пользуйтесь универсальным шаблоном, штангенциркулем и линейкой. Отметьте на образцах участки швов, где их размеры выходят за допустимые пределы.

3. С помощью лупы выявите трещины, поверхностные поры, подрезы, кратеры и выплески.

Оформление работы:

Напишите отчет, в котором укажите название и цель работы, применяемое оборудование и образцы.

Приведите эскизы сварных швов с дефектами, отметив для каждого образца способ сварки и типы выявленных наружных дефектов.

Сформулируйте выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры контролируют при инструментальном контроле сварных соединений?

5. Какова цель внешнего осмотра?

2. Какие дефекты выявляют внешним осмотром?

3. Какие инструменты применяют при внешнем и инструментальном контроле сварных соединений?

Лабораторная работа №5. МДК 03.01. Раздел 2.1.

«Изучение устройства и принципа действия рентгеновского дефектоскопа».

Цель работы:

Изучить устройство и принцип действия рентгеновского дефектоскопа для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите названия, определения устройства и принципа действия дефектоскопа.

2. На образцах выявите дефекты. Сравните полученные результаты с данными нормативных документов, регламентирующих параметры шва для выбранного способа сварки, типа соединения и толщины свариваемого материала. При проверке швов пользуйтесь справочной литературой и инструкциями. Отметьте на образцах участки швов, где дефекты выходят за допустимые пределы.
3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Дефектоскоп — устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля. К дефектам относятся нарушения сплошности или однородности структуры, зоны коррозионного поражения, отклонения химического состава и размеров и др. Область техники и технологии, занимающаяся разработкой и использованием дефектоскопов, называется дефектоскопия. К дефектоскопам относят также течеискатели (водородные течеискатели и гелиевые течеискатели), толщиномеры, твердомеры, структуроскоп, интроскопы, стилоскопы и др.

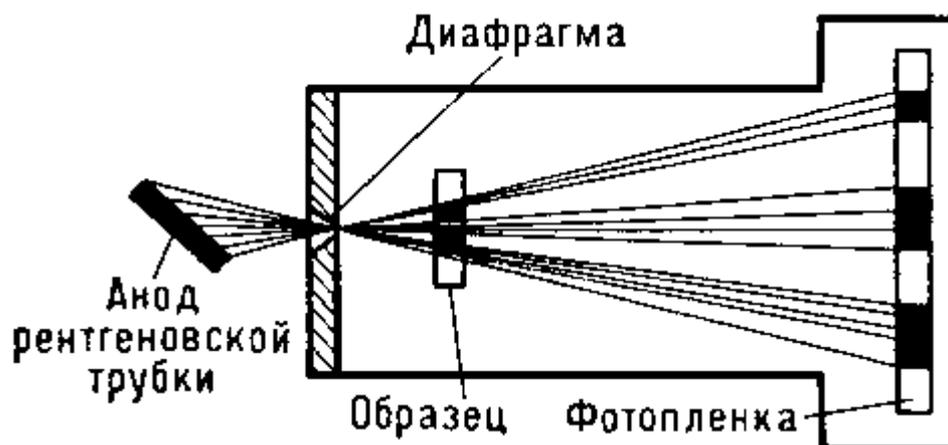
Область применения

Дефектоскопы используются почти во всех областях промышленности. Некоторые дефектоскопы позволяют проверять сварные изделия и швы.

Радиационные дефектоскопы

В этих дефектоскопах осуществляется облучение объектов рентгеновскими, α -, β - и γ -лучами, а также нейтронами. Радиационное изображение дефекта преобразуют в радиографический снимок (радиография), электрический сигнал (радиометрия) или световое изображение на выходном экране радиационно-оптического преобразователя или дефектоскопа (радиационная интроскопия, радиоскопия).

INCLUDEPICTURE "http://dic.academic.ru/pictures/bse/gif/0263317530.gif" * MERGEFORMATINET



Оформление работы:

Напишите отчет, в котором укажите название и цель работы, применяемое оборудование и образцы.

Приведите эскизы сварных швов с дефектами, отметив для каждого образца способ сварки и типы выявленных наружных дефектов.

Сформулируйте выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие дефекты выявляют при рентгеноконтроле сварных соединений?
2. Опишите принцип действия дефектоскопа.
3. Какие поверхности и швы подлежат проверке, критерии оценки дефекта?
4. Какие конструкции и сборки подлежат проверке?

Лабораторная работа №6. МДК 03.01. Раздел 2.1.

«Выбор параметров для радиографии сварного соединения».

Цель работы:

Изучить параметры для радиографии сварного соединения для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите названия, параметры устройства и диапазон действия дефектоскопа.

2. На образцах выявите дефекты. Сравните полученные результаты с данными нормативных документов, регламентирующих параметры шва для выбранного способа сварки, типа соединения и толщины свариваемого материала. При проверке швов пользуйтесь справочной литературой и инструкциями. Отметьте на образцах участки швов, где дефекты выходят за допустимые пределы.

3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Для контроля сварных соединений различных типов выбирают одну из схем просвечивания, приведенных на рис. 2. Стыковые односторонние сварные соединения без разделки кромок, а также с V-образной разделкой просвечивают, как правило, по нормали к плоскости свариваемых элементов (см. рис. 2, схему 1). Швы, выполненные двусторонней сваркой с K-образной разделкой кромок, целесообразнее просвечивать по схеме 2 с применением в ряде случаев двух экспозиций. В этом случае направление центрального луча должно совпадать с линией разделки кромок. Допускается просвечивание этих швов также и по схеме 1.

Рис. 2. Схемы радиографического контроля сварных соединений.

При контроле швов нахлесточных, тавровых и угловых соединений центральный луч направляют, как правило, под углом 45° к плоскости листа (схемы 3 - 8). А трубы большого диаметра (более 200мм) просвечивают через одну стенку, а источник излучения устанавливают снаружи или внутри изделия с направлением оси рабочего пучка перпендикулярно к шву (схемы 9, 11).

При просвечивании через две стенки сварных соединений труб малого диаметра, чтобы избежать наложения изображения участка шва, обращенного к источнику излучения, на изображение участка шва, обращенного к пленке, источник сдвигают от плоскости сварного соединения (схема 10) на угол до 20... 25°.

При выборе схемы просвечивания необходимо помнить, что непровары и трещины могут быть выявлены лишь в том случае, если плоскости их раскрытия близки к направлению просвечивания (0 ... 10°), а их раскрытие $\geq 0,05$ мм.

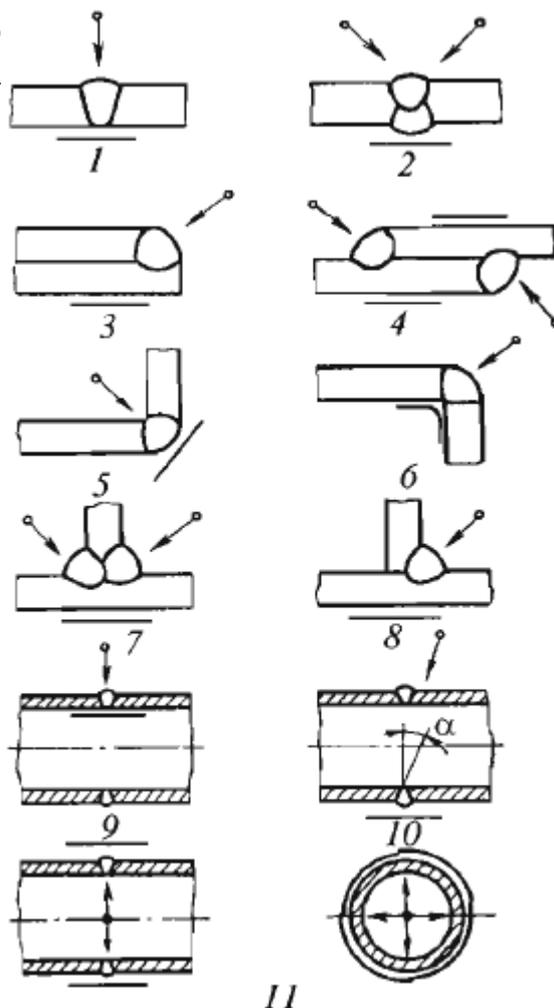
Для контроля кольцевых сварных соединений труб часто применяют панорамную схему просвечивания (схема 11), при которой источник с панорамным излучением устанавливают внутри трубы на оси и соединение просвечивают за одну экспозицию. Условие применения этой схемы просвечивания следующее: размер активной части Φ источника излучения, при котором возможно его использование для контроля сварного шва панорамным способом, определяют по формуле

$$\Phi \leq (u - R) / (r - 1),$$

где u - максимально допустимая величина геометрической нерезкости изображения дефектов на снимке (в мм), задаваемая, как правило, действующей документацией на радиографический контроль сварных соединений; R и r - внешний и внутренний радиусы контролируемого соединения соответственно, мм.

После выбора схемы просвечивания устанавливают величину фокусного расстояния F . С его увеличением ненамного повышается чувствительность метода, но возрастает (пропорционально квадрату расстояния) время экспозиции.

Фокусное расстояние выбирают в зависимости от схемы просвечивания, толщины материала и размеров активной части (фокусного пятна) источника излучения. Например, для схем 1 - 8 (см. рис. 2) фокусное расстояние должно



быть $F \geq (\Phi / u + 1) (s + H)$, где s - толщина сварного соединения в направлении просвечивания, мм; H - расстояние от пленки до обращенной к ней поверхности изделия. Обычно фокусное расстояние выбирают в диапазоне 300...750 миллиметров.

Контрольные вопросы:

1. Какие швы, и под каким углом проверяют рентгеноконтролем?
2. Опишите принцип действия схемы и радиуса просвечивания.
3. Опишите принцип просвечивания через две стенки.
4. Какие конструкции и сборки невозможно проверить и почему?

Лабораторная работа №7. МДК 03.01. Раздел 2.2.

«Устройство и принцип действия ультразвукового дефектоскопа».

Цель работы:

Изучить устройство и принцип действия ультразвукового дефектоскопа для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите устройство и принцип действия ультразвукового дефектоскопа.
2. Запишите выводы по проделанной работе.

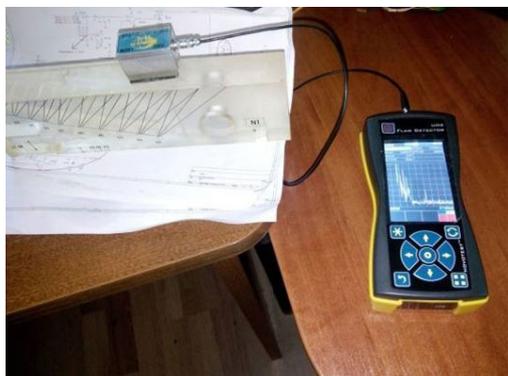
Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Ультразвуковой дефектоскоп УД 2301 используется для проведения неразрушающего контроля качества различных материалов, конструкций и изделий из металлов, композиционных материалов, стекла и пластика. Дефектоскоп позволяет обнаруживать различные внутренние дефекты, нарушения однородности изделий и конструкций, измерять толщины стенок с односторонним доступом к объектам контроля, проводить контроль качества сварных соединений.

Помимо контроля внутренних дефектов, прибор позволяет измерять с большой точностью толщину изделий, показать сигнал в виде В-сканов и проводить полный документальный контроль сохраняя результаты измерений в собственную память до 32 гигабайт.

Корпус прибора небольшого размера позволяет проводить измерения в ограниченном пространстве либо в труднодоступных участках. Заметно

расширяет удобство работы с дефектоскопом четкий цветной дисплей, обладающий высоким разрешением 320*480 точек. Причем, нажатием одной кнопки можно изменить ориентацию дисплея на 90 градусов, получив 4 варианта ориентации на выбор для удобства настройки под себя и левше и правше. Дефектоскоп оснащен всеми функциями, которые должны быть в современном цифровом ультразвуковом дефектоскопе общего назначения: от дефектоскопии крупногабаритного



литья до толщинометрии тонких изделий. Отличительными особенностями данного прибора среди других дефектоскопов являются:

- миниатюрные размеры
- небольшой вес
- цветной большой

дисплей с высоким разрешением

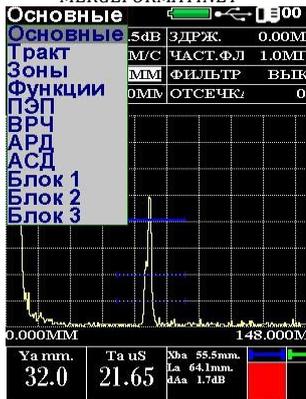
- наличие встроенной памяти большого объема, позволяющей сохранять практически неограниченно количество настроек и результатов
- возможность работы с любыми пьезопреобразователями
- частотный диапазон с плавной регулировкой от 1 до 10МГц
- отображение шкалы развертки как в микросекундах, так и в миллиметрах
- наличие всех необходимых режимов работы - АСД, ВРЧ, АРД
- два независимых строба с индивидуально настраиваемой логикой срабатывания
- автоматическое или ручное построение кривой ВРЧ (до 32 точек)
- наличие в приборе режима работы по ДАС кривым (построение по 32 точкам)
- наличие в дефектоскопе режима контроля с использованием АРД-диаграмм
- два вида представления сигналов: детектированный и радио для повышения надежности выявления различных дефектов и повышения точности при работе в режиме толщинометрии
- построение и обработка в дефектоскопе А, В разверток (А-скан, Б-Скан)
- режимы: огибающей, заморозки и отображения хода луча для удобства проведения дефектоскопии
- возможность гибкой настройки интерфейса прибора
- в дефектоскопе реализована уникальная система вывода информации, повышающая удобство работы с дефектоскопом и производительность контроля – можно настроить отображение необходимого количества параметров и их размер
- архив измерений, архив настроек, архив преобразователей – в приборе реализована возможность сохранения любых параметров на встроенную

память с последующей передачей на ПК для формирования и печати протоколов контроля

- 4-ре варианта ориентации дисплея с возможностью поворота в любой момент
- мультязычность (выбор языка интерфейса в меню прибора) и конечно же, немаловажным достоинством прибора является его цена.

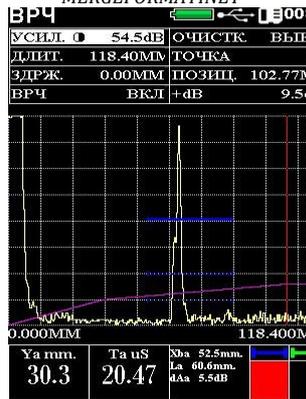
Интерфейс дефектоскопа

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_menu.jpg" * MERGEFORMATINET



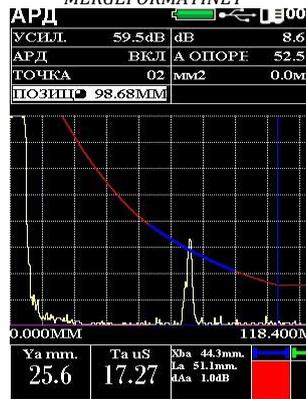
Режим Измерения - основной режим работы прибора. Все настройки прибора доступны через удобное меню.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_vrch.jpg" * MERGEFORMATINET



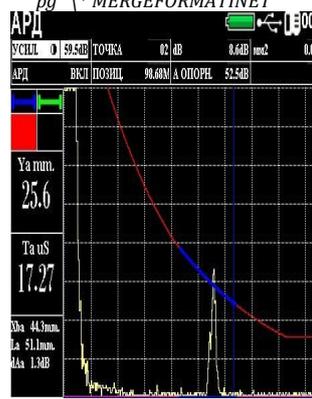
Режим настройки и работы с использованием ВРЧ.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_ard.jpg" * MERGEFORMATINET



Режим настройки и работы с использованием АРД-диаграмм в вертикальной (портретной) ориентации.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_ard_landscape.jpg" * MERGEFORMATINET



Режим настройки и работы с использованием АРД-диаграмм в горизонтальной (альбомной) ориентации. Изменение ориентации дисплея доступно в любой момент в режиме Измерения нажатием одной кнопки.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_archive.jpg" * MERGEFORMATINET



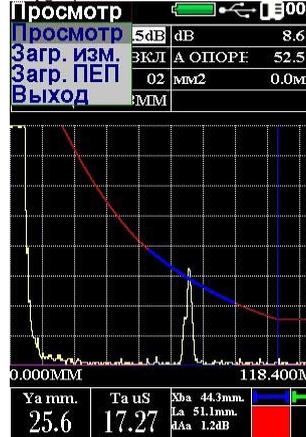
Режим просмотра Архива измерений и настроек. Отображается список сохраненных настроек.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_archivevshotiew.jpg" * MERGEFORMATINET



Быстрый просмотр сохраненного измерения.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_archiveallview.jpg" * MERGEFORMATINET



Полный просмотр сохраненного измерения и настроек прибора с возможностью загрузить все настройки прибора, либо только настройки преобразователя.

INCLUDEPICTURE "http://novotest-russia.ru/images/novotest/ud2301_novotest_loadsaved.jpg" * MERGEFORMATINET



Диалоговое окно для подтверждения загрузки настроек прибора.

Контрольные вопросы:

1. Какие особенности имеет ультразвуковой дефектоскоп?
2. Опишите принцип действия схемы и радиуса просвечивания.
3. Опишите условия просвечивания.
4. Какие конструкции и сборки невозможно проверить и почему?

**Лабораторная работа №8. МДК 03.01. Раздел 2.2.
«Настройка дефектоскопа и проведение контроля».**

Цель работы:

Изучить настройку и проведение контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите настройку и порядок проведения ультразвукового дефектоскопирования.
2. Запишите выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие особенности настройки имеет ультразвуковой дефектоскоп?
2. Опишите порядок проведения просвечивания.
3. Опишите условия и диапазоны просвечивания.
4. Какие толщины и швы невозможно проверить и почему?

**Лабораторная работа №9. МДК 03.01. Раздел 2.2.
«Ультразвуковая толщинометрия».**

Цель работы:

Изучить ультразвуковую толщинометрию для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите настройку и порядок проведения ультразвукового измерения толщины детали.
2. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Как правило, ультразвуковой метод измерения толщины применяют в таких местах металлоконструкций, которые недоступны или труднодоступны для измерения механическим измерительным инструментом. Особенно широко этот метод используют для определения толщины стенок труб, котлов, сосудов, то есть объектов замкнутого типа или с односторонним доступом. Обычно измерения производят на эквидистантных (равноудаленных друг от друга) поверхностях или участках поверхности, хотя принципиально возможны измерения и в других случаях.

По физическим принципам, используемым для измерения толщины, акустические толщинометры делят на эхо-импульсные и резонансные. Принцип ультразвуковой толщинометрии импульсными приборами основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в изделии или в слое и умножении измеренного времени на коэффициент, учитывающий скорость звука в материале изделия. В резонансных приборах для измерения толщины используется локальный резонансный метод или локальный метод свободных колебаний, а также интерференционные явления, возникающие при распространении акустических волн в изделии.

Резонансный метод позволяет измерять толщину от минимального значения

$$h_{min} = 0,5c/f_{max}$$

где c - скорость звука в материале изделия; f_{max} - максимальная частота прибора [1].

При повышении частоты до 30 МГц можно измерять толщины стальных изделий, начиная с 0,1 мм. Измерение таких толщин эхо-методом выполнить не удается. Использование иммерсионного варианта метода обеспечивает непрерывный контроль труб диаметром 3-4 мм и более, что также трудно обеспечить другими методами; погрешность составляет при этом 1-2%. Резонансный метод применяют для контроля изделий с гладкими поверхностями.

Изменение толщины в зоне измерения не должно превышать 8 %, при этом измеряется средняя толщина, а не наименьшее ее значение. Этими возможностями определена область преимущественного использования резонансных толщиномеров для измерения толщины при автоматическом контроле тонкостенных труб малого диаметра в иммерсионном варианте. В остальной области повсеместно применяют ультразвуковые эхо-импульсные толщиноме-

ры - простые в управлении и компактные приборы, позволяющие с хорошей точностью измерять толщину $> 0,5$ мм.

Долгое время измерение толщины ультразвуковым эхо-методом воспринималось со стороны такой же простой операцией, как измерение линейкой. Действительно: поставили искатель в указанную точку на изделии и считали результат. При использовании толщиномеров в лучшем случае руководствовались инструкцией по эксплуатации прибора. Первый отраслевой стандарт в этой области [2] (далее - ОСТ), распространяющийся на изделия судовой техники, появился в 1985 г., то есть существенно позже стандартов (инструкций) по ультразвуковому контролю сплошности материалов и сварных соединений. В 1992 г. введен в действие отраслевой методический документ по толщиномерии в атомной энергетике [3] (далее - ПНАЭ), а в 1998 г. - методика измерения толщины элементов грузоподъемных машин [4] (далее - РД РОСЭК). Рассмотрим основные положения технологии ультразвуковой толщиномерии на основе этих трех документов.

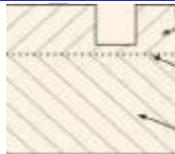
Общие положения

В стандартах отмечается, что толщиномерия способом однократных измерений применяется в местах, недоступных для измерения механическим измерительным инструментом. Ее выполняют при изготовлении изделий, их эксплуатации, техническом диагностировании и экспертном обследовании. Измерения выполняют дискретно в запланированных точках на ОК. Необходимость проведения измерений толщины ультразвуковым методом, объем измерений, конкретные точки для измерений и критерии оценки результатов должны быть оговорены в производственно-конструкторской документации.

Современные толщиномеры позволяют производить сплошное (непрерывное) измерение толщины с сигнализацией (или регистрацией) выхода измеряемой толщины за указанные пределы. Однако технология такого контроля в рассматриваемых документах не предусмотрена.

ОСТ и ПНАЭ не ограничивают диапазон измеряемых толщин. РД ограничивает измеряемые толщины диапазоном 2,5 - 60,0 мм. Это ограничение связано с толщинами реально существующих элементов грузоподъемных машин.

[INCLUDEPICTURE "http://www.ntcexpert.ru/images/multithumb_thumbs/c_86_76_16777215_00_images_stories_Tolsch01-2.jpg" *](http://www.ntcexpert.ru/images/multithumb_thumbs/c_86_76_16777215_00_images_stories_Tolsch01-2.jpg)



[MERGEFORMATINET](#)

Рис. 1. Стандартный образец предприятия для настройки дефектоскопа при измерении толщины антикоррозионной наплавки

ОСТ и РД РОСЭК регламентируют измерение толщины монометаллических элементов, область применения ПНАЭ распространяется дополнительно на биметаллические изделия, а также на антикоррозионные покрытия из сталей аустенитного класса на изделиях из сталей перлитного класса.

К работе по измерению толщины допускаются дефектоскописты, аттестованные по правилам, действующим в соответствующей отрасли, и изучившие от-

раслевой стандарт по толщино-метрии. Руководство работами по измерению толщины, периодическая проверка качества его исполнения и оформление заключений по его результатам возлагается на инженерно-технических работников в соответствии с правилами, действующими в отрасли.

Средства контроля

РД РОСЭК регламентирует для целей толщинометрии применение ультразвуковых толщиномеров с цифровой или стрелочной индикацией результатов. Как известно, в функциональной схеме толщиномера реализуются дополнительные относительно дефектоскопа блоки, позволяющие повысить точность измерений (например, автоматическая регулировка усиления для стабилизации амплитуды первого донного сигнала) или дополнительные требования к блокам (короткий и крутой зондирующий импульс, широкополосность) [5]. Поэтому применение толщиномеров при контроле толщин примерно до 100 мм более оправдано, чем дефектоскопов. Однако при толщинах элементов более 100 мм, которые встречаются в судовых конструкциях и характерны для оборудования атомных электростанций (АЭС), чувствительности толщиномеров не всегда достаточно, а измерение толщины антикоррозионных покрытий вообще возможно только дефектоскопом. Поэтому ультразвуковые дефектоскопы включены в состав средств измерения толщины в методиках ОСТ и ПНАЭ.

При использовании толщиномеров следует применять пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП), которые входят в комплект толщиномера. Чаще всего это прямые раздельно-совмещенные (РС) ПЭП, иногда применяют прямые совмещенные ПЭП сзадержкой. В зависимости от измеряемой толщины используют ПЭП с частотой из диапазона 2,0 - 10,0 МГц. При измерении толщины монометаллов и биметаллов дефектоскопами используют прямые совмещенные ПЭП с жестким протектором. Толщину антикоррозионного покрытия измеряют прямыми совмещенными (со стороны основного металла) или РС ПЭП (со стороны покрытия). Используют частоты 2,0 - 5,0 МГц.

Для настройки прибора применяют стандартные образцы предприятия (СОП), изготовленные из материала ОК. Основные требования к СОП: воспроизведение скорости звука, формы и состояния поверхности соответствующим параметрам ОК. Так, например, если ставится задача измерения толщины объекта с лакокрасочным покрытием, образец должен иметь покрытие, выполненное по такой же технологии. В тех случаях, когда ОК имеет малый радиус кривизны (менее 50 мм), сложную криволинейную форму поверхности (гибы-труб), необходимо применять СОП в виде фрагментов соответствующих изделий. Обычно рекомендуют иметь СОП со ступенями минимально и максимально допустимой толщины. Пример СОП для измерения толщины антикоррозионной наплавки приведен на рис. 1.

Средства контроля должны быть паспортизованы и проходить поверку в установленном порядке.

Контрольные вопросы:

1. Какие особенности настройки имеет ультразвуковой толщиномер?

2. Опишите порядок проведения измерения.
3. Опишите условия и диапазоны измерения.
4. Какие толщины, места и материалы невозможно проверить и почему?

**Лабораторная работа №10. МДК 03.01. Раздел 2.3.
«Контроль сварных соединений магнитопорошковым методом».**

Цель работы:

Изучить контроль сварных соединений магнитопорошковым методом для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите настройку и порядок проведения проверки магнитопорошковым методом.

2. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Магнитный контроль — это простой способ обнаружить дефекты на различных ферромагнитных изделиях. Такой метод неразрушающего контроля успешно применяется для того, чтобы обнаружить мельчайшие повреждения.

Магнитопорошковый контроль — надёжный помощник в металлургической сфере, химическом машиностроении, автомобилестроении. Также, такой способ применяется и для контроля трубопроводных систем.

Основа магнитопорошкового контроля — это свойство магнитных частиц, которые концентрируются на неоднородностях магнитного поля, появляющихся при наличии дефектов. Каким образом осуществляется контроль?

1. Изделие намагничивается и покрывается магнитным порошком или суспензией.
2. Происходит оседание вещества в местах дефектов.
3. Магнитные частицы выстраиваются в цепочку и образуют рисунок, по которому определяется наличие дефектов.

Существует два метода магнитопорошкового контроля: это сухой (использование магнитного порошка) и мокрый (использование магнитной суспензии) методы.

Для успешного проведения магнитопорошкового контроля необходимо использование качественной суспензии и порошка, которые помогут обнаружить дефекты в начальной стадии. Аксессуары для проведения магнитнопорошкового контроля — это высокая производительность, чувствительность и наглядность результатов.

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/)



[catalog_thumb/mpk_53b255.jpg">catalog_thumb/mpk_53b255.jpg"](#) * MERGEFORMATINET

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/1359502746_50_berthold_penetrameter_1_51e846.jpg"](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/1359502746_50_berthold_penetrameter_1_51e846.jpg) *



[MERGEFORMATINET](#)

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/mpk2_53b255.jpg"](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/mpk2_53b255.jpg) *



[MERGEFORMATINET](#)

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/7_523866.jpg"](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/catalog_thumb/7_523866.jpg) *



[MERGEFORMATINET](#)

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/)



[catalog_thumb/3_523865.jpg">catalog_thumb/3_523865.jpg"](#) * MERGEFORMATINET

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/](http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/)



[catalog_thumb/2_523865.jpg">catalog_thumb/2_523865.jpg](#)" * MERGEFORMATINET
INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/



[catalog_thumb/4_523865.jpg">catalog_thumb/4_523865.jpg](#)" * MERGEFORMATINET
INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/
[catalog_thumb/1360590985_73_1_grey_3a_black_8a_red_-_1_kg_51e838.jpg">catalog_thumb/1360590985_73_1_grey_3a_black_8a_red_-_1_kg_51e838.jpg](#)" *



[MERGEFORMATINET](#)
Ультрафиолетовые лампы

[INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/](#)



[catalog_thumb/5_523865.jpg">catalog_thumb/5_523865.jpg](#)" * MERGEFORMATINET
INCLUDEPICTURE "http://qualytest.ru/common/htdocs/upload/thumbs/



[catalog_thumb/6_523865.jpg">catalog_thumb/6_523865.jpg](#)" * MERGEFORMATINET
Магнитопорошковые дефектоскопы **Размагничивающая установка**

Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля.

Технология проверки очень проста. Чтобы применить магнитопорошковый метод неразрушающего контроля, исследуемую поверхность необходимо предварительно очистить. Далее на нее наносится специальный магнитный порошок, который состоит из мелких частиц (состав также может выпускаться в виде взвеси) и намагничивает проверяемую деталь.

Таким образом, за счет распределения частиц индикатора магнитопорошковый метод контроля позволяет выявить даже самые мельчайшие повреждения металлической поверхности. Например, концентрат Magnaglo, используемый для приготовления магнитного порошка, под действием магнитов, воздействующих на деталь, притягивается в первую очередь к трещинкам, сколам и т. д. По завершении процедуры изучаемый объект размагничивается.

Результаты дефектоскопии оцениваются при помощи увеличительного стекла, поэтому при проверке необходимо обеспечить хорошее освещение. В противном случае результаты, которые дал магнитный порошок, могут быть оценены неправильно.

Для того чтобы иметь возможность провести магнитопорошковый контроль в любой ситуации, разработаны несколько типов установок. Стационарные аппараты оснащены магнитами и катушками, которые начинают работать под действием электрического тока. Такие установки оправданы на производстве, где необходим постоянный магнитопорошковый контроль выпускаемой продукции.

Для того, чтобы иметь возможность применять магнитопорошковый метод неразрушающего контроля в «полевых» условиях, созданы компактные аппараты. Их вес может ограничиваться 10 кг. Такие мобильные установки прекрасно подходят для контроля уже готовых, смонтированных конструкций.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы магнитопорошкового контроля?
2. Опишите порядок проведения измерения.
3. Опишите условия и диапазоны измерения.
4. Какие дефекты можно обнаружить с помощью магнитопорошкового контроля?
5. Какие дефекты, места и материалы невозможно проверить и почему?

Лабораторная работа №11. МДК 03.01. Раздел 2.3. «Магнитографический дефектоскоп».

Цель работы:

Изучить контроль сварных соединений магнитопорошковым методом для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и

выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;
Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.
Дефектоскоп, эталоны.

Ход работы:

1. Изучите настройку и порядок проведения проверки магнитопорошковым методом.
2. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Необходимое оборудование для магнитопорошкового контроля - дефектоскопы, размагничивающие установки, магнитные клещи, УФ лампы, магнитный порошок и расходные материалы.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы работы магнитопорошкового дефектоскопа?
2. Опишите порядок проведения проверки.
3. Опишите условия и диапазоны проверки.
4. Какие материалы используют для проверки.

**Лабораторная работа №12. МДК 03.01. Раздел 2.4.
«Контроль сварных соединений цветным капиллярным методом».**

Цель работы:

Изучить контроль сварных соединений цветным капиллярным методом для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.
Люминоформ, ультрафиолетовая лампа.

Ход работы:

1. Изучите настройку и порядок проведения проверки сварных соединений цветным капиллярным методом.
2. Произведите проверку образцов различных швов.
3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Капиллярный контроль основан на капиллярной активности жидкостей - их способности втягиваться, проникать в мельчайшие каналы (капилляры), имеющиеся на поверхности материалов, в том числе поры и трещины сварных швов. Чем выше смачиваемость жидкости и чем меньше радиус капилляра, тем больше глубина и скорость проникновения жидкости.

С помощью капиллярного контроля можно контролировать материалы любого вида и формы - ферромагнитные и неферромагнитные, цветные и черные металлы и их сплавы, керамику, пластмассы, стекло. В основном, капиллярный метод применяют для обнаружения невидимых или слабовидимых невооруженным глазом поверхностных дефектов с открытой полостью. Однако с помощью некоторых материалов (керосина, например) можно с успехом обнаруживать и сквозные дефекты.

Для капиллярного контроля разработан ГОСТ 18442-80 "Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования".

Контроль сварных швов с помощью пенетрантов. К наиболее распространенным способам контроля качества сварных швов с использованием явления капиллярности относится контроль пенетрантами (англ. penetrant - проникающий) - веществами, обладающими малым поверхностным натяжением и высокой световой и цветовой контрастностью, позволяющей легко их увидеть. Сущность метода состоит в окраске дефектов, заполненных пенетрантами.

INCLUDEPICTURE "http://tool-land.ru/image/kontrol-svarnykh-shvov2.jpg" *



MERGEFORMATINET

Пенетрант для контроля сварных швов

Существуют десятки рецептов пенетрантов, обладающих различными свойствами. Есть пенетранты на водной основе и на основе различных органических жидкостей (керосина, скипидара, бензола, уайт-спирита, трансформаторного масла и пр.). Последние (на основе различных органических жидкостей) особенно эффективны и обеспечивают высокую чувствительность выявления дефектов.

Если в рецептуру пенетрантов входят люминесцирующие вещества, то их называют люминесцентными, а способ контроля - люминесцентной дефектоскопией. Наличие таких пенетрантов в трещинах определяется при облучении поверхности ультрафиолетовыми лучами. Если в состав смеси входят красители, видимые при дневном свете, пенетранты называются цветными, а метод контроля - цветной дефектоскопией. Обычно в качестве красителей используются вещества ярко-красного цвета.

У разных пенетрантов разная чувствительность. Самые чувствительные (1-й класс чувствительности) способны выявлять капилляры с поперечным размером 0,1-1 мкм. Верхний предел капиллярного метода - 0,5 мм. Глубина капилляра должна быть минимум в 10 раз больше ширины.

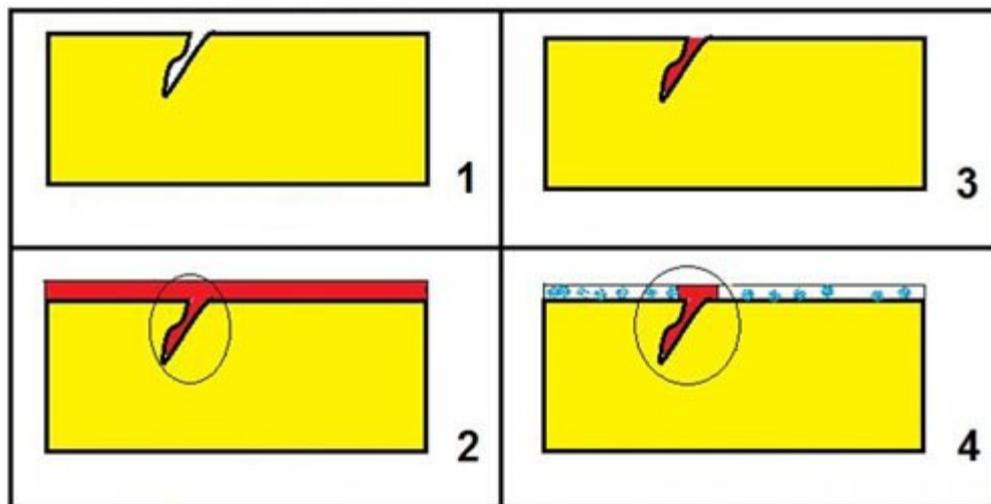
Пенетрант может храниться в любой емкости и наноситься на контролируемый шов любым способом, но наиболее удобная форма выпуска - аэрозольные баллончики, с помощью которых смесь распыляется на поверхность металла. Обычно в комплект средства контроля швов входят три баллончика:

- сам пенетрант;
- очиститель, предназначенный для очистки поверхности от загрязнений перед проведением контроля и удаления излишков пенетранта с поверхности перед проявлением;
- проявитель - материал, предназначенный для извлечения пенетранта из дефекта и создания фона, для образования четкого индикаторного рисунка.

Баллончики могут быть разборными, позволяющими заряжать их на специальном зарядном стенде, входящем в комплект.

Методы контроля сварных соединений с использованием разных пенетрантов могут незначительно отличаться друг от друга, но в основном они сводятся к трем операциям - очистке поверхности, нанесению на неё пенетранта и проявлению дефектов с помощью проявителя. В деталях это выглядит следующим образом.

INCLUDEPICTURE "http://tool-land.ru/image/kontrol-svarnykh-shvov3.jpg" * MERGEFORMATINET



Контроль сварных соединений пенетрантом: 1 - очищенная поверхность с трещиной, 2 - нанесенный на поверхность пенетрант (пенетрант заполнил трещину), 3 - очищенная от пенетранта поверхность (пенетрант остался в трещине), 4 - нанесенный на поверхность проявитель (проявитель вытягивает пенетрант из трещины на поверхность, и может создавать светлый фон).

Поверхность шва и околошовной зоны очищается от загрязнения, обезжиривается и сушится. При очистке важно не внести в дефекты новых загрязнений, поэтому механический способ очистки, при котором повреждения могут забиться посторонними включениями, использовать нежелательно. Обычно ре-

комендуется заканчивать операцию очистки очистителем, идущим в комплекте, - протерев им поверхность материалом не оставляющим волокон. Если сварной шов перед контролем подвергался травлению, травящий состав нужно нейтрализовать 10-15% раствором соды (Na_2CO_3).

При контроле в условиях минусовых температур (если свойства используемого пенетранта допускают это), поверхность изделия рекомендуется протереть чистой тканью, смоченной в этиловом спирте.

Затем на поверхность распыляют пенетрант и дают выдержку в течение 5-20 минут (в соответствии с инструкций для конкретного состава). Это время необходимо на проникновение жидкости в имеющиеся дефекты.

После выдержки излишки пенетранта удаляются с поверхности. Способ удаления может различаться в зависимости от используемого состава. Водорастворимые смеси удаляют тканью без волокон, смоченной в воде, но обычно излишки пенетранта удаляются очистителем, входящим в состав комплекта. Независимо от способа удаления, нужно добиться того, чтобы поверхность была полностью очищена от препарата.

В заключительной стадии операции, из третьего баллончика наносится индикаторная жидкость, которая вытягивает пенетрант из полостей дефектов по принципу промокашки, отображая их расположение и форму в виде цветового рисунка. В случае необходимости, при осмотре применяют лупу с двукратным увеличением.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы работы пенетранта?
2. Опишите порядок проведения проверки.
3. Опишите условия и порядок проведения проверки.
4. Какие материалы используют для проверки.

Лабораторная работа №13. МДК 03.01. Раздел 2.5. «Контроль герметичности сварных соединений».

Цель работы:

Изучить контроль герметичности сварных соединений для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Мыло, керосин, лупа.

Ход работы:

1. Изучите подготовку и порядок проведения проверки сварных соединений на герметичность.
2. Произведите проверку образцов различных швов.
3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Методы контроля герметичности соединений назначают в зависимости от условий эксплуатации изделий, типа конструкции и других факторов.

Контроль, осуществляемый после внешнего осмотра, основан на способности газов и жидкостей проникать через несплошности. Для проведения испытаний используют керосин, аммиак, воздух, воду, гелий и др.

Другие страницы по теме

Методы контроля герметичности соединений

- Проверка непроницаемости сварных соединений и сварочных швов.
- Дефекты сварных соединений.
- Ультразвуковой контроль сварных соединений.
- Источники ионизирующего излучения.

При **испытании керосином** поверхность, доступную для осмотра, покрывают водной суспензией мела или каолина и подсушивают. Противоположную сторону шва два-три раза смачивают керосином. Дефекты в шве обнаруживаются по появлению жирных желтых пятен на окрашенной поверхности. Таким методом испытывают сосуды, работающие без внутреннего давления с толщиной стенки до 16 мм и размером дефекта свыше 0,1 мм. Продолжительность испытания должна составлять не менее 12 ч при положительной температуре и не менее 26 ч — при отрицательной.

При **пневматическом испытании** (ГОСТ 3242—79) сжатый газ (воздух, инертные газы и др.) подают в испытуемый сосуд под давлением, несколько превышающем рабочее. Плотность сварных соединений проверяют мыльным раствором или погружением сосуда в воду.

При **гидравлическом испытании** (ГОСТ 3845—75) все отверстия в изделии плотно закрывают заглушками и через штуцер заполняют изделие водой. С помощью гидравлического насоса создают давление, в 1,25...1,5 раза превышающее рабочее. О наличии дефектов судят по появлению на противоположной стороне шва течи, капель или следов жидкости. Данный вид испытаний применяют при проверке герметичности сварных соединений паровых и водяных котлов, трубопроводов и сосудов, работающих под давлением.

Существуют также методы контроля качества соединений, основанные на использовании специальной аппаратуры (радиационный, ультразвуковой, магнитографический, металлографический и др.), а также методы разрушающего контроля.

Внешний осмотр и проверка размеров шва (ГОСТ 3242—79) являются наиболее распространенными, дешевыми и оперативными методами неразрушающего контроля. Осмотром выявляют наличие трещин, подрезов, прожогов, непроваров кромок, а при односторонней сварке — корня шва. Перед внешним осмотром сварные швы должны быть тщательно очищены от шлака и, если необходимо, протравлены. Осмотру подвергают все без исключения

сварные соединения как после прихваток, так и после наложения каждого шва. Для проверки формы и размеров швов применяют шаблоны, щупы и стандартные измерительные инструменты.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы проверки гидравлическим испытанием.
2. Опишите принципы проверки пневматическим испытанием.
3. Опишите принципы проверки испытанием на керосин.
4. Какие материалы используют для проверки.

Лабораторная работа №14. МДК 03.01. Раздел 2.7. «Определение твердости».

Цель работы:

Изучить проверку образца на твердость для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Твердомер по Роквеллу, Виккерсу и Бринелю.

Ход работы:

1. Изучите подготовку и порядок проведения проверки образца на твердость.
2. Произведите проверку образцов различными способами.
3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Твердость — это способность металла сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.

Твердость металла является весьма важной характеристикой, так как тесно связана с такими основными характеристиками металлов и сплавов, как прочность, износостойкость и др.

В настоящее время имеется *много способов* определения твердости металлов. Рассмотрим некоторые из них, наиболее широко применяемые в промышленности.

Определение твердости вдавливанием стального шарика (*метод Бринелля*)

Стальной шарик, изготовленный из закаленной шарикоподшипниковой стали, под действием усилия вдавливается в поверхность металла.

С помощью специальной лупы измеряется диаметр лунки. По таблицам, приложенным к прибору, определяется значение твердости H_E .

INCLUDEPICTURE "http://conatem.ru/wp-content/uploads/img/tehnologiya_metallov_html_55a04c96.jpg" * MERGEFORMATINET

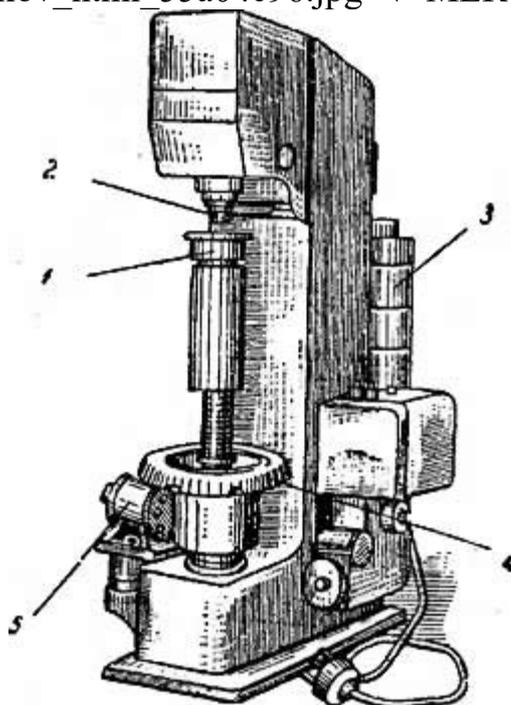


Рис. 24. Пресс типа Бринелля

Для испытания применяют специальный пресс типа Бринелля, внешний вид которого показан на рисунке

Стальной шарик крепится в оправке 2.

Исследуемый образец ставится на предметный столик 1 и поднимается к шарик у штурвалом 4.

При включении мотора 5 грузы прессы 3 опускаются и вдавливают стальной шарик в образец.

Для стали значение твердости, определенное этим методом, связано с пределом прочности соотношением, которым на практике иногда пользуются:

INCLUDEPICTURE "http://conatem.ru/wp-content/uploads/img/tehnologiya_metallov_html_2e92bdd2.jpg" * MERGEFORMATINET

$$\sigma_b = 0,33 - 0,36 H_B.$$

Определение твердости по глубине вдавливания алмазного конуса (метод Роквелла).

Алмазный конус с углом при вершине 120° вдавливается в металл предварительной постоянной нагрузкой 10 кг, а затем полкой нагрузкой 60 или 150 кг. Для испытания используют специальный пресс, внешний вид которого показан на рис. 25.

Алмазный конус крепится в оправке 4.

Образец устанавливается «на столик 3 и поднимается с помощью штурвала 2 до нагрузки 10 кг.

Ручка 1 освобождает грузыб, которые создают усилие для вдавливания конуса в металл. Глубину вдавливания, т.е. значение твердости, отмечает индикатор 5.

Значения твердости этим методом определяются по разности глубины вдавливания алмазного конуса под действием полной и предварительной нагрузок.

Чем тверже металл, тем на меньшую глубину проникает алмаз при вдавливании, тем больше будет число твердости.

Стандартной нагрузкой при этом методе является 150 кг.

Обозначается твердость H_{RC} . В некоторых случаях, например при измерении твердости на тонком образце или при измерении твердости поверхностного слоя металла, нагрузку применяют до 60 кг.

Измерение твердости мягких материалов

На этом же приборе можно производить измерение твердости мягких материалов (цветные металлы, отожженная сталь).

INCLUDEPICTURE "http://conatem.ru/wp-content/uploads/img/tehnologiya_metallov_html_m3225dcc1.jpg" * MERGEFORMATINET

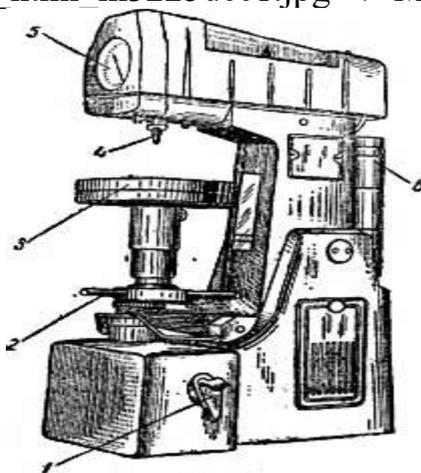


Рис. 25. Прибор типа Роквелла

В этом случае используют стальной закаленный шарик диаметром 1,59 мм (1/16»). Стандартной нагрузкой является 100 кг, и величина твердости обозначается индексом H_{RB} .

Определение твердости динамическим вдавливанием шарика

INCLUDEPICTURE "http://conatem.ru/wp-content/uploads/img/tehnologiya_metallov_html_a9d752d.jpg" * MERGEFORMATINET

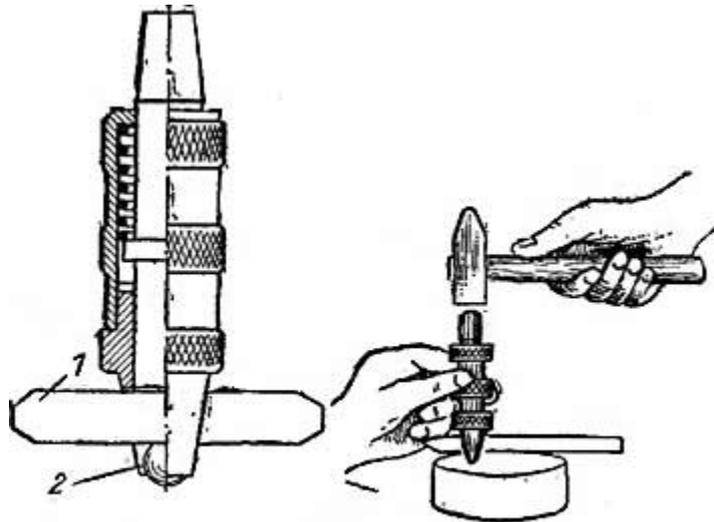


Рис. 26. Прибор для определения твердости ударным вдавливанием шарика

При изменении твердости массивных деталей и конструкций, когда нельзя использовать описанные выше приборы, применяют переносный прибор, показанный на рисунке:

В прибор закладывают эталонный образец 1. При ударе по прибору молотком специальный шарик 2 наносит отпечатки на исследуемый предмет и эталонный образец, твердость которого известна.

Сопоставляя значения диаметров лунок образца и детали по таблицам, определяют твердость детали.

Определение твердости методом упругой отдачи

В тех случаях, когда нельзя применять методы вдавливания, чтобы не испортить поверхности изделия, используется прибор, определяющий твердость металла методом упругой отдачи.

На рисунке показан внешний вид прибора:

INCLUDEPICTURE "http://conatem.ru/wp-content/uploads/img/tehnologiya_metallov_html_b569964.jpg" * MERGEFORMATINET

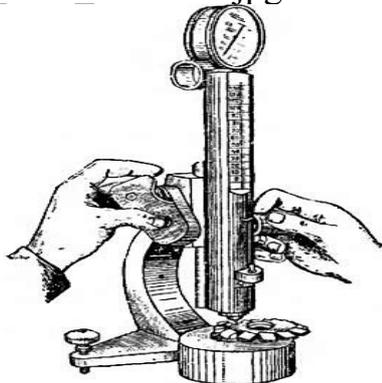


Рис. 27. Прибор для определения твердости способом упругой отдачи

С постоянной высоты на металл падает определенного веса боек и отскакивает. По величине отскока судят о твердости. Чем больше твердость, тем больше отскок бойка.

Производительность этого метода испытаний очень велика (несколько сот измерений в час). Однако применять его можно только для сравнения между собой твердости изделий из одного и того же металла или из металлов, имеющих одинаковые упругие свойства.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы проверки твердости по Роквеллу.
2. Опишите принципы проверки твердости по Виккерсу.
3. Опишите принципы проверки твердости по Бринеллю.
4. Какие материалы используют для проверки.

Лабораторная работа №15. МДК 03.01. Раздел 2.7. «Механические испытания на растяжение».

Цель работы:

Изучить механические испытания на растяжение для освоения.

ПК 1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Иметь практический опыт: применения различных методов, способов и приемов выявления различных дефектов в сварных соединениях;

Уметь: выбирать рациональный способ предупреждения появления и выявления дефектов в сварных швах и конструкциях;

Знать: причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

Порядок проведения работы:

Образцы сварных соединений, учебная литература.

Прибор для испытания на разрыв.

Ход работы:

1. Изучите принципы и процедуру механических испытаний образцов металла на растяжение.
2. Произведите механические испытания образцов различных металлов на растяжение.
3. Запишите выводы по проделанной работе.

Пояснения к выполнению лабораторной работы:

Работоспособность конструкционных материалов при различных видах нагружения определяется величинами, которые называют механическими характеристиками. Механические характеристики устанавливают пределы безопасной эксплуатации элементов конструкций при статическом и динамическом нагружениях. К числу механических характеристик относятся: предельные нагружения, твердость, ударная вязкость.

Значение механических характеристик получают экспериментально путем доведения образцов из различных материалов до разрушения или чрезмерной деформации. Так как результаты испытаний зависят от формы образца, скорости его деформирования, температуры и других факторов, то испытания ведут

в условиях, регламентированных ГОСТ 1497-73. Испытания проводят на специальных машинах, разнообразных по конструкции и мощности.

Наиболее распространены испытания на растяжение (сжатие), так как они относительно просты, дают результаты, позволяющие судить с высокой достоверностью о свойствах материалов и при других видах деформаций.

Все конструкционные материалы можно условно подразделить на пластичные и хрупкие. К весьма пластичным материалам относят малоуглеродистые стали, алюминий, медь. Эти материалы обладают способностью деформироваться в широких пределах без разрушения. К хрупким материалам можно отнести высокоуглеродистые сорта стали, чугун, керамику, стекло, бетон. Они разрушаются без заметной предварительной деформации. Промежуточное положение занимают сплавы цветных металлов (бронза, латунь, дюралюминий), многие сорта легированных сталей.

Для проведения испытаний применяют как цилиндрические образцы диаметром 3 мм и более, так и плоские толщиной 0,5 мм и более, с расчетной начальной длиной

$l_0 = 5,65\sqrt{A}$ (короткие) или $l_0 = 11,3\sqrt{A}$ (длинные), где A – площадь поперечного сечения.

При испытании цилиндрических образцов в качестве основных применяют образцы диаметром $d_0=10$ мм. Длина центрального цилиндра (рис. 2.9, а) превышает его диаметр примерно в 15 раз. На цилиндре выделяют участок длиной:

$l_0 = 10d_0$. При растяжении образца на машинах регистрируют нагрузку F на образец и его удлинение Δl . По результатам эксперимента строят диаграмму растяжения:

$F = f(\Delta l)$, форма которой зависит не только от материала образца, но и от его длины l и площади поперечного сечения A . На рис. 2.9, б представлена диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали.

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image016.jpg" * MERGEFORMATINET

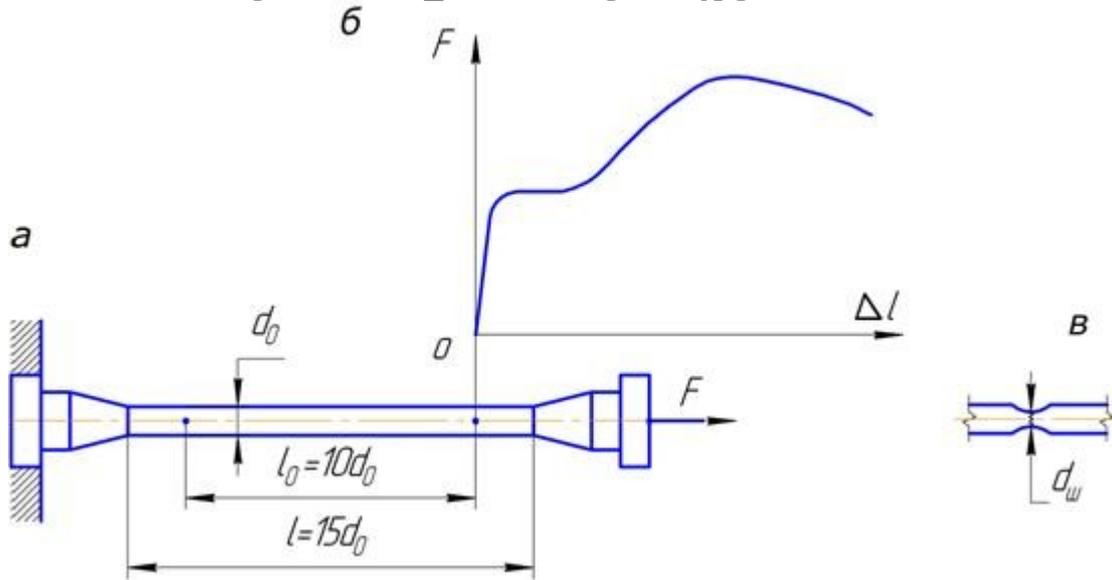


Рис. 2.9. Испытание образцов на растяжение

Количественная оценка прочностных свойств материала может быть осуществлена при помощи диаграммы растяжения, выполненной в системе координат $\sigma - \epsilon$, исключающей зависимость свойств материала от размеров образца:

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image020.gif" * MERGEFORMATINET
$$\sigma = F / A_0; \quad \epsilon = \Delta l / l_0, \quad (2.16)$$

Где A_0 , l_0 — первоначальная площадь поперечного сечения и длина расчетного участка образца до начала испытаний. Так как величины A_0 и l_0 постоянны, то диаграмма $\sigma = f(\epsilon)$ имеет тот же вид, что и диаграмма $F = f(\Delta l)$ и отличается от нее только масштабом.

Диаграмма $\sigma = f(\epsilon)$ характеризует свойства испытуемого материала и называется условной диаграммой растяжения, так как напряжения и относительные удлинения вычислены по отношению к первоначальной площади сечения A_0 и первоначальной длине l_0 .

Диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали Ст3 (рис. 2.10) характеризуется четырьмя участками.

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image029.jpg" * MERGEFORMATINET

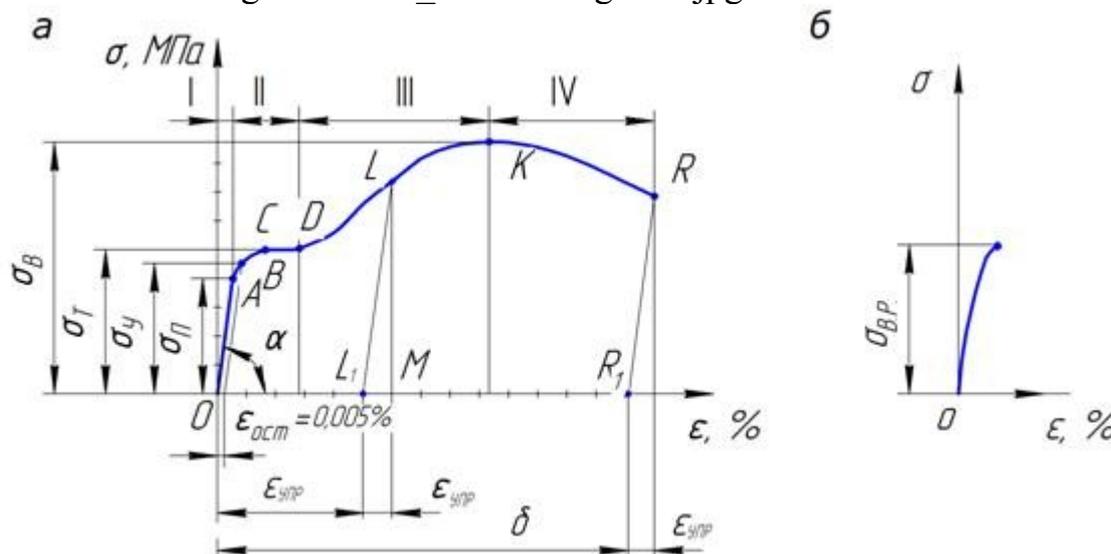


Рис. 2.10. Условная диаграмма растяжения

Участок I соответствует упругим деформациям материала, подчиняющимся закону Гука: величина относительной деформации прямо пропорциональна напряжению. Отношение растягивающего усилия в точке А к первоначальной площади поперечного сечения называется пределом пропорциональности:

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image031.gif" * MERGEFORMATINET
$$\sigma_{II} = F_A / A_0.$$

Участок II начинается после точки А, когда диаграмма становится криволинейной. Однако до точки В деформации остаются упругими (восстанавливаются после снятия нагрузки). Отношение растягивающего усилия в точке В к площади A_0 называется пределом упругости:

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image033.gif" * MERGEFORMATINET
$$\sigma_y = F_B / A_0$$
 — это такое

напряжение, при котором величина остаточной деформации ϵ не превышает 0,005 %.

При дальнейшем увеличении нагрузки появляются неупругие (остаточные) деформации. В точке С начинается процесс деформирования образца без увеличения внешней нагрузки. Это явление называется текучестью материала, а участок CD – площадкой текучести. Максимальное напряжение, при котором происходит рост деформации без увеличения силы, называется пределом текучести:

INCLUDEPICTURE "http://edu.dvgups.ru/metdoc/gdtran/nts/det_mash/mehanika/metod/drigin/frame/2_3.files/image037.gif" * MERGEFORMATINET
$$\sigma_T = F_C / A_0.$$

В зоне текучести у стальных образцов существенно меняется электропроводность и магнитные свойства. Поверхность полированного образца покрывается линиями (линии Чернова), наклоненными к его оси, и становится матовой.

Для ряда материалов (медь, алюминий), не имеющих на диаграмме выраженной площадки текучести, вводят понятие условного предела текучести

$\sigma_{0,2}$, под которым подразумевают напряжение, вызывающее остаточную деформацию, равную 0,2 %.

Участок III характеризуется увеличением нагрузки, при которой происходит дальнейшая деформация образца. Если образец нагрузить до состояния, соответствующего точке L диаграммы, а затем разгрузить, то процесс разгрузки на диаграмме будет обозначен прямой линией LL₁, параллельной участку OA. При разгрузке деформация полностью не исчезает: она уменьшается на величину L₁M упругой части удлинения. Отрезок OL₁ представляет собой остаточную деформацию. Если образцу дать «отдохнуть» и подвергнуть повторному нагружению, то процесс пойдет по линии L₁LKR. При этом предел пропорциональности значительно увеличится (точка L находится выше точки A), но при этом уменьшится пластичность. Это явление получило название наклепа.

Отношение наибольшей нагрузки к первоначальной площади поперечного сечения стержня называется пределом временного сопротивления:

$\sigma_B = F_K / A_0$. Пределу прочности соответствует максимальное напряжение в образце до его разрушения.

Участок IV начинается в точке K и заканчивается разрушением образца в точке R. Этот участок носит название зоны разрушения. Деформация образца на этом участке характерна образованием «шейки» и образовавшимся удлинением за счет его утонения (рис. 2.9, в). Площадь сечения образца в шейке быстро уменьшается и, как следствие, падает усилие и условное напряжение. Разрыв образца происходит по наименьшему сечению шейки.

Степень пластичности материала может быть охарактеризована величинами остаточного относительного удлинения δ образца, доведенного при растяжении до разрыва, и остаточного относительного сужения

ψ шейки:

$$\delta = \left[\frac{(\ell_{разр.} - \ell_0)}{\ell_0} \right]; \quad \psi = \left[\frac{(A_0 - A_{III})}{A_0} \right]. \quad (2.17)$$

Диаграмма растяжения хрупких материалов (рис.2.10, б) характеризуется тем, что отклонение от закона Гука начинается при малых значениях деформирующей силы; диаграмма не имеет площадки текучести; образцы разрушаются при очень малой остаточной деформации. За характеристику проч-

ности хрупких материалов принимают временное сопротивление при растяжении $\sigma_{в.р.}$.

На диаграмме растяжения (рис. 2.10, а) прямолинейный участок ОА, соответствующий закону Гука ($\sigma = E\varepsilon$), наклонен под углом α к оси абсцисс:

$$\alpha = \arctg(\sigma / \varepsilon) = \arctg E . \quad (2.18)$$

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные принципы испытания образцов на растяжение.
2. Опишите порядок проведения испытания
3. Какие материалы и станки используют для проверки.

ЛИТЕРАТУРА.

Основные источники:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Учебник. – М.: Академия, 2019. – 208 с.;

Интернет-ресурсы:

1. http://www.stroyoffis.ru/rd_ukovodysie/rd_34_15_132_96/rd_34_15_132_96.php
2. <http://www.docload.ru/Basesdoc/5/5819/index.htm>
3. <http://www.biysk.ru/~zimin/00100/00085.html>