

Министерство образования и науки Челябинской области

ГБПОУ «Троицкий технологический техникум»

Методические указания
к выполнению лабораторных и практических работ

по дисциплине: **МДК 03.01.Формы и методы контроля качества металлов и сварных конструкций**

по специальности: **22.02.06 Сварочное производство**

2022

Методические указания для выполнения лабораторных работ разработаны на основе программы «ПМ.03. Контроль качества сварочных работ» по специальности 22.02.06 Сварочное производство

Разработчик: Мумбаева С.Ю., преподаватель профессионального цикла.

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии преподавателей и мастеров п/о по программам подготовки квалифицированных рабочих технического и строительного профиля

Протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Содержание:

1. Пояснительная записка
2. Общие требования по выполнению работы и оформлению отчета; критерии оценивания работ
3. Требования к технике безопасности при выполнении работ
4. Тематика и содержание лабораторных работ
5. Список используемой литературы.

1. Пояснительная записка

Целью проведения лабораторных работ является:

- лучшее усвоение материала, закрепление полученных теоретических знаний и практических умений по учебной дисциплине;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования общих и профессиональных компетенций

Согласно учебного плана и рабочей программы дисциплины общий объем на выполнение лабораторных работ составляет 120 часов.

2. Общие требования по выполнению работы и оформлению отчета; критерии оценивания работ.

Обучающийся должен:

- строго выполнять весь объем самостоятельной подготовки, указанный в описании соответствующих лабораторных (практических) работ;
- знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности обучающегося, которая проводится преподавателем;
- знать, что после выполнения работы обучающийся должен представить отчет о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

Критерии оценки лабораторных (практических) работ.

Например:

Оценка «5» - работа выполнена в полном объеме и без замечаний.

Оценка «4» - работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «3» - работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка.

Оценка «2» - допущены две (и более) существенных ошибок в ходе работы, которые обучающиеся не может исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена.

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования и приборов.
4. Выводы по работе.

3. Требования к технике безопасности при выполнении работ

1. Перед тем как приступить к выполнению работы, тщательно изучите ее описание, ход ее выполнения.
2. Приступать к выполнению работы учащиеся могут только с разрешения преподавателя.
3. Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания преподавателя.
4. Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.

Лабораторная работа № 1.

Тема: «Контроль качества сварочных материалов».

Цель: Ознакомиться с основной целью входного контроля сварочных материалов - проверкой продукции поставщиков материалов, предназначенной для использования при строительстве, ремонте или эксплуатации объектов, на соответствие ее требованиям ГОСТов, СНиПов, ТУ, проектов и т.д.

Требования к содержанию отчета по работе:

1. Записать дату, тему и цель работы.
2. Ознакомиться с правилами и условиями выполнения лабораторного или практического задания.
3. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.
4. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
5. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.

Оснащение:

- справочные таблицы;
- набор сварочных материалов;
- карточки- задания;
- бланки отчетов.

Порядок выполнения работы:

I. Краткие теоретические сведения:

Главная задача входного контроля сварочных материалов - недопущение поступления на объект не соответствующих требованиям нормативов и ТУ сварочных материалов, использование которых может привести к снижению уровня качества и эксплуатационных характеристик сооружаемых объектов; нарушениям условий безопасного проведения строительно-монтажных работ и контроля; отказам трубопроводов при испытаниях и эксплуатации; росту непроизводительных затрат .Сварочные материалы, подлежащие входному контролю - штучные сварочные электроды, сварочная проволока, сварочный флюс.

Общие положения

Сварочные материалы перед использованием должны быть проконтролированы:

- на наличие сертификата с проверкой полноты приведенных в нем данных и их соответствия требованиям стандарта, технических условий или паспорта на конкретные сварочные материалы;

- на наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, ящике мотке, бухте и пр.) соответствующих этикеток (ярлыков) или бирок с проверкой указанных в них данных;
- на отсутствие повреждений упаковок и самих материалов.

Применение сварочных материалов, на которые отсутствуют сертификаты, паспорта и другие документы, **подтверждающие их качество, не допускается. Последовательность входного контроля**

- входной контроль сварочных материалов проводится: при их поступлении на центральный склад предприятия, при поступлении на монтажную площадку перед их применением;
- входной контроль сварочных материалов при их поступлении на центральный склад предприятия - осуществляется комиссией входного контроля заказчика с оформлением акта (Форма 12) в срок - до 10 календарных суток с момента их поступления на склад;
- оценка качества сварочных материалов проводится согласно операционных технологических карт контроля качества СЭ-1.

При поступлении сварочных материалов на участковый склад (монтажную площадку) входной контроль осуществляется перед их применением в срок до 5 календарных суток. Входной контроль проводят представители технадзора заказчика, представители подрядчика, представители заказчика. По результатам входного контроля оформляются акты и делается запись в журнале.

II. Практическая часть.

1. **Техническая задача:** Провести контроль сварочных материалов, согласно технологической карты: электродов.

№ п/п	Состав контроля	Периодичность (режим) контроля	Вид контроля и технические средства его выполнения
1.	Соответствие применяемых сварочных электродов требованиям ВСН 006-89, проверки наличия сертификата завода-изготовителя,		
2.	Целостность упаковки сварочных электродов		
3.	Соответствие условий хранения сварочных электродов на складе требованиям ВСН 006-89:		
4.	Наличие сертификата на каждую партию сварочных электродов.		
5.	Состояние внешней поверхности электродов в соответствии с требованиями ГОСТ 9466: покрытие должно быть		

	однородным, плотным, прочным; не допускаются наплывы, надрывы, вздутия, трещины и искривления.		
6.	Адгезия обмазки к электроду.		
7.	Эксцентricность покрытия электродов.		
8.	Сварочно-технологические свойства электродов (ГОСТ 9466): проверяются выполнением сварки допускного технологического стыка дипломированным сварщиком;		

2. Контрольный тест:

1. Найдите соответствие защитным газам их свойств.

- | | |
|-------------------|---|
| 1) Аргон | А) бесцветный газ без запаха, тяжелее воздуха |
| 2) Гелий | Б) негорючий и невзрывоопасный газ без цвета и запаха |
| 3) Углекислый газ | В) инертный газ без цвета и запаха, легче воздуха |

2. Найдите соответствие применяемой проволоки для различных способов сварки.

- | | |
|-------------------|------------------------------|
| 1) от 1,6 до 6 мм | А) для наплавочных работ |
| 2) более 6 мм | Б) для ручной дуговой сварки |
| 3) от 2 до 5 мм | В) для автоматической сварки |

3. Верно ли утверждение, что максимальное давление ацетилена в баллоне составляет 15 МПа?

4. Верно ли утверждение, что в качестве присадочной проволоки при сварке среднелегированных сталей используют проволоку по химическому составу отличающуюся от состава металла?

5. Каким электродом лучше сваривать низколегированные конструкционные стали?

- 1) Э42А;
- 2) Э46А;
- 3) Э50А;
- 4) Э60А.

6. Какая из приведенных марок сварочной проволоки обозначает низкоуглеродистую проволоку?

1. Св - 12ГС
2. Св - 08Г2С
3. Св - 08ГА
4. Св - 12Х13

7. Применение электродов для сварки на постоянном токе обратной полярности условно обозначается

1. 0
2. 1
3. 2

4. 3

8. Определите вид покрытия электрода ВСЦ-1

1. Кислое покрытие
2. Целлюлозное покрытие
3. Рутиловое покрытие
4. Основное покрытие.

9. Что обозначает буква Ж в обозначении вида покрытия электрода, например РЖ?

1. Наличие в составе покрытия железного порошка в количестве более 10 %.
2. Наличие в составе покрытия железного порошка в количестве более 20 %.
3. Наличие в составе покрытия железного порошка в количестве менее 20 %.

10. Укажите срок годности электродов при соблюдении установленных стандартом условий транспортирования и хранения.

1. Не ограничен.
2. 1 год с момента выпуска.
- 3.. 2 года с момента выпуска.

Вывод

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы. **Оценка**

«хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф. и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 2.

Тема: «Контроль качества подготовки кромок под сварку».

Цель: научиться проверять качество разделки кромок, выставлять зазор в сварном соединении, выполнять прихватки и зачищать их.

Материальное обеспечение: шаблоны сварщика, оборудование для РДС, электроды.

Ход выполнения работы:

- 1 Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Проведение измерений.
- 3 Оформление отчета. Отчет должен содержать (в соответствии с вариантом задания):
 - цель работы
 - приборы и принадлежности
 - краткое описание образца по варианту задания, схема соединения
 - методика работы со схемой проведения замеров
 - таблица результатов
4. По результатам выполнения работы необходимо сформулировать выводы.

Общие сведения:

Измерительный контроль полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц выполняется для проверки соответствия их геометрических размеров требованиям стандартов, технических условий или конструкторской документации, а также допустимости размеров выявленных при визуальном контроле поверхностных несплошностей.

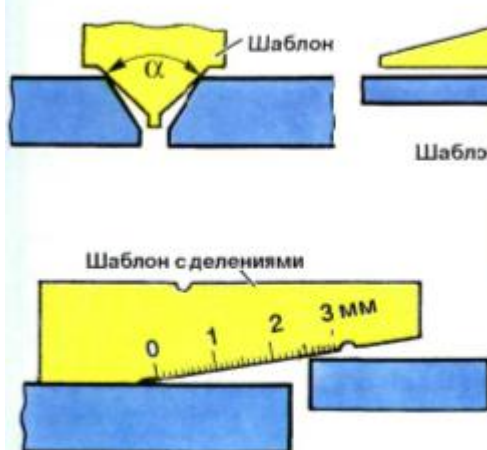
Для измерения формы и размеров изделий и сварных соединений, угловых и линейных величин полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц, сварных соединений, изделий следует применять исправные, прошедшие метрологическую поверку, инструменты и приборы:

- линейки измерительные металлические по ГОСТ 427;
- угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ 3749;
- штангенциркули по ГОСТ 166 и штангенрейсмасы по ГОСТ 164;
- щупы № 2 - 4;
- шаблоны, в том числе универсальные (например, типа УШС по ТУ 102.338-83), радиусные, резьбовые и др.;

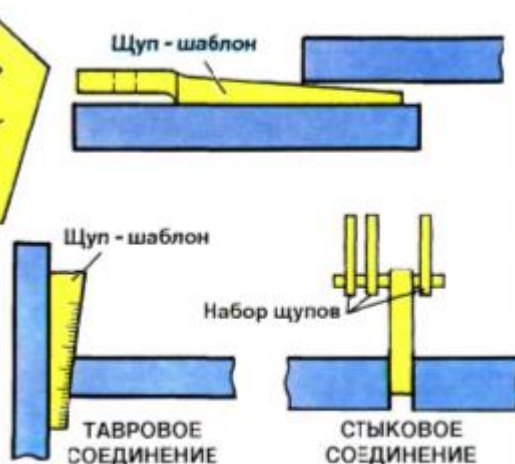
Перед проведением измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалина, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Измерительный контроль изделий проводится с целью подтверждения размеров сварных швов, допустимости размеров поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле, а также соответствия основных размеров изделий (деталей, сборочных единиц) требованиям стандартов, ТУ и паспортов изделий.

● Подготовленные детали собирают под сварку

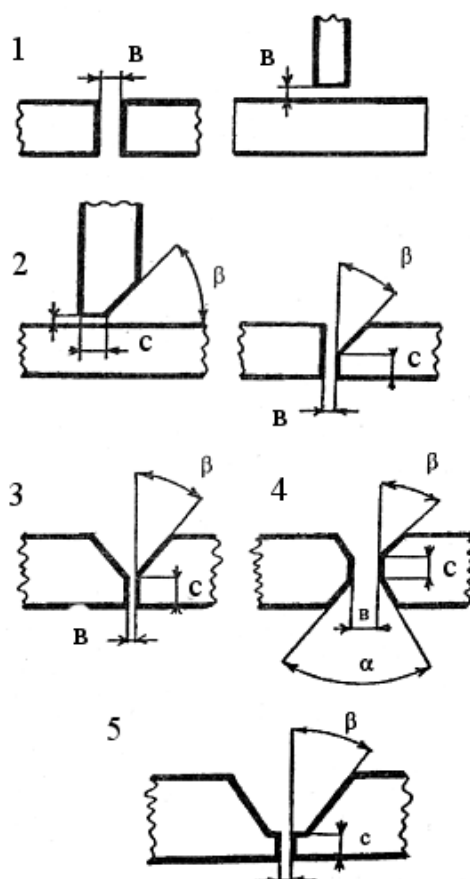


● Точность сборки контролируют шаблонами, измерительными приборами и щупами

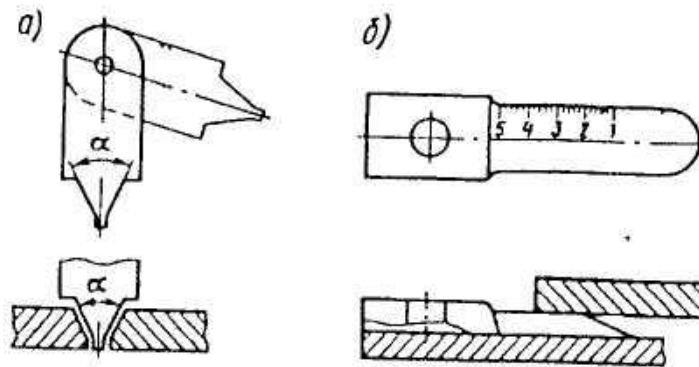


● Поверхность свариваемых кромок на ширину 20-30 мм зачищают от ржавчины, масла и других загрязнений

● Сборку выполняют в приспособлениях (кондукторах, кантователях, на стеллажах) или с использованием прихваток - коротких швов



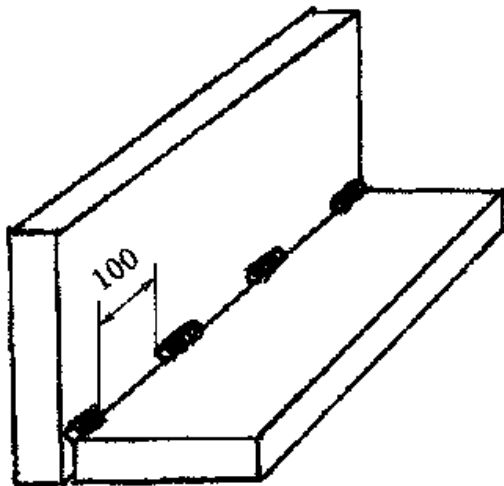
Параметры разделки кромок сварных соединений.



Измерение углов разделки кромок.

Зазоры в стыковых соединениях должны быть равномерными и не превышать 2 мм. В соединениях внахлестку и втавр элементы должны плотно прилегать друг к другу. Зазоры в таких соединениях допускаются равными 2—4 мм (в зависимости от толщины свариваемых элементов).

Сборку выполняют в специальных приспособлениях (в серийном и массовом производстве) или на прихватках (коротких швах, скрепляющих детали). Длина прихваток и расстояние между ними зависят от вида изделия, толщины металла и длины шва. При сборке несложных соединений из тонколистовой стали длина прихваток делается не более 5 мм, а расстояние между ними устанавливается 50-100 мм. При сборке деталей толщиной 3-4 мм и более и при значительной протяженности швов длина прихваток составляет 20-30 мм, а расстояние между ними - до 300-500 мм. Высота (толщина) шва в месте прихватки должна быть в пределах 0,5-0,7 толщины основного металла.



При постановке прихваток необходимо, чтобы провар корня шва был хорошим, так как во время последующей сварки корни прихватки часто уже не расплавляются. Порядок наложения прихваток зависит от толщины основного металла и длины шва.

При сварке ответственных конструкций прихватку должны производить сварщики, которые будут сваривать данное изделие. При выполнении прихваток используются те же сварочные материалы, что и при выполнении основной сварки.

Перед выполнением сварки, прихватки должны быть тщательно зачищены.

После проведения измерений геометрических параметров сварного соединения полученные результаты занести в таблицу.

Вариант №:	Тип сварного соединения:	
Контролируемый параметр	Условное обозначение	Размеры, мм
Зазор	B	
Угол скоса кромки	β	
Притупление	c	
Угол разделки кромок	α	

Ответьте на вопросы:

- 1 Что такое прихватки и для чего они нужны?
- 2 Какие сварочные материалы используют для выполнения прихваток?
- 3 Каких размеров должны быть прихватки?
- 4 Какие инструменты используют для проверки качества сборки сварного соединения?

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016

5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 3.

Тема: «Визуальный и измерительный контроль сварных соединений».

Цель: Научить визуально, обнаруживать дефекты сварных соединений. Изучить приборы и инструменты, используемые при внешнем осмотре сварных конструкций.

Оснащение:

- справочные таблицы;
- набор сварочных конструкций;
- карточки- задания;
- бланки отчетов.

Ход работы

I. Теоретическая часть

Внешний осмотр и обмеры сварных швов и соединений являются первыми контрольными операциями по приемке готового сырья узла или изделия. Им подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

Внешним осмотром проверяют:

- качество подготовки и сборки заготовок под сварку,
- качество выполнения швов в процессе сварки,
- качество готовых сварных швов.

Внешним осмотром контролируют все сварные изделия независимо от применения последующих видов контроля. Внешний осмотр во многих случаях достаточно информативен, наиболее дешевый и оперативный метод контроля.

Только после внешнего осмотра изделия или соединения подвергают каким-либо физическим методам контроля для определения внутренних дефектов.

Внешний осмотр сварных швов производят с целью выявления:

- смещения кромок стыкуемых элементов;
- неравномерности высоты и ширины швов;
- наплывов и подрезов в местах перехода от шва к основному металлу, резких переходов от основного металла к наплавленному;
- трещин, выходящих на поверхность шва или расположенных в зоне термического влияния шва;

- непроваров, не заваренных кратеров, шлаковых включений и пористости на наружной поверхности шва;
- излишне усиленных или ослабленных швов.

Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность основного металла на ширине не менее 20 мм по обе стороны шва очищают от шлака, застывших брызг металла, окалины и других загрязнений. Швы осматривают невооруженным глазом или применяя лупу с увеличением до 10 раз по всей их протяженности и (в случае доступности) обязательно с двух сторон. При недостаточном освещении используют карманные фонари или переносные электрические лампочки. Хорошо выполненный сварной шов имеет плавный переход к основному металлу, без наплывов и подрезов, а также равномерную ширину и высоту на всей длине.

По внешнему виду шва можно установить причину появления тех или иных дефектов:

- так, при малом токе шов получается слишком высокий, с закругленными краями и неглубоким проваром;
- завышенный ток ведет к неровностям краев шва и появлению подрезов;
- при сварке длинной дугой происходит интенсивное разбрызгивание металла и шов неодинаков по ширине;
- неравномерные чешуичатость, ширина и высота шва указывают на нарушения режима сварки и частые обрывы дуги; в этих случаях возможны непровары и поры.

Особенно тщательно **осматривают незаваренные кратеры**, так как в них наиболее часто образуются трещины и поры. При обнаружении трещин их границы выявляют шлифовкой дефектного места наждачной бумагой и травлением 20%-ным раствором азотной кислоты, а в отдельных случаях засверливанием или подрубкой зубилом. Мелкие трещины обнаруживают при нагревании сварного соединения до вишнево-красного цвета, когда они ярко выделяются на светлом фоне нагретого металла.

Осматривая швы на сталях, склонных к закалке, необходимо обращать внимание на характер распределения нагара по поверхности деталей. Металлическая пыль и частицы окалины под действием магнитных полей, возникающих при прохождении сварочного тока, скапливаются над трещиной в виде продолговатого бугорка. Эти места следует осматривать особенно тщательно. Трещина в шлаке часто указывает на наличие трещины в шве.

Внешний осмотр сварных швов на легированных сталях с целью выявления трещин выполняют дважды: сразу же после сварки и спустя 15—30 дней. Это объясняется тем, что структурные изменения в легированных сталях происходят медленно, и трещины могут появиться после того, как изделие уже осмотрено.

Обнаруженные трещины разделяют до основного металла, после чего их заваривают и проводят повторный контроль шва.

Внешний осмотр швов производится как во время сварки, так и при осмотре готового изделия. Во время сварки производится контроль за правильным расположением прихваток во время сборки под варку; за правильной, последовательной укладкой отдельных слоев в многослойных швах, при сварке обратноступенчатым швом, каскадным методом.

Особенно тщательно следует проверять первый слой многослойного шва по следующим причинам:

- первый слой шва укладывается на холодный металл и при малом объеме расплавленного металла в нем возникают большие внутренние напряжения, которые

могут вызвать трещины по металлу шва и в околошовной зоне при сварке конструкционных сталей при появлении закалочных структур;

- в первом слое наиболее вероятен непровар, т.к. затруднен доступ к вершине шва.

Результаты внешнего осмотра позволяют предположительно судить о местах расположения внутренних дефектов и их характере:

- так, например, подрез на одной из сторон шва и наплыв на другой указывают на возможный непровар по его кромке;
- грубая чешуйчатость с закатами шва и ноздреватость свидетельствуют о повышенной пористости шва и загрязненности его неметаллическими включениями;
- непостоянная ширина шва часто является следствием неравномерной ширины зазора между свариваемыми кромками.
- в местах же с малым или очень большим зазором могут быть непровары, о наличии которых судят по перекосам, смещению кромок, большой высоте шва и мелким кратерам.

В некоторых случаях при внешнем осмотре применяют эталоны, по которым оценивают качество сварных швов изделия.

Обмеры сварных швов

Контроль любого сварочного соединения начинается еще при непосредственном создании сварного шва. Визуальный контроль является частью работы сварщика (рис. 1.), и он периодически проводит внешний осмотр (на непровар, подрез и верность катета) несколько раз до полного окончания всего объема работы. Так же это старейший метод контроля итоговой работы и суть его существенно не поменялась, но методика реализации за последние годы усовершенствовалась.



Рис.1.Проверка сварного шва

Теоретическое определение и инструменты для реализации

Визуально — измерительный контроль (ВИК) сварных швов — это внешний осмотр достаточно крупных сварных конструкций, как невооруженным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов, не поддающихся первоначальной визуализации, а также с использованием преобразователей визуальной информации в телеметрическую. ВИК относится к органолептическим (проводится органами чувств) методам контроля и осуществляется в видимом спектре излучений. Визуальное обследование в поисках теоретических дефектов производят с внешней стороны сварного шва, где при их обнаружении можно выполнить минимальные

измерения с помощью оптических приборов и инструментов, заключить акт визуального осмотра.

Специалисты-контролеры при проведении визуального контроля сварных соединений металлов используют несколько видов инструментов.

Для наблюдения и выявления дефектов:

- Обзорные, телескопические, напольные лупы;
- линзы;
- микроскопы;
- эндоскопы и др.

Для проведения контроля в различных условиях работы:

- Приборы цехового назначения. Область рабочей температуры от +5 °С до +20 °С, условия полного покоя, нормальное атмосферное давление, умеренная влажность.
- Приборы полевого использования. Область рабочей температуры от -55 °С до +60 °С, условия умеренной тряски, вибрация, погодные осадки.

Использование данных приборов позволяет проводить более точный поиск дефектов и осуществлять визуально-оптический контроль качества сварных швов на любых объектах.

Визуально-оптический контроль — это второй этап визуального контроля с более широким, увеличенным диапазоном исследования за счет использования оптических приборов.

В зависимости от применения метод предназначается для трех основных групп:

- Для поиска и анализа скрытых объектов. Используются приборы: эндоскопы, бороскопы, видеосистемы, перископические дефектоскопы.
- Для проведения контроля объектов, удаленных от рабочего места дефектоскописта. Диапазон применения — расстояние не более 250 мм от глаза контролера. Используются приборы: телескопические лупы, бинокли, зрительные трубы.
- Для обследования мелких близлежащих объектов. Диапазон применения от глаза специалиста на расстояние равное или меньшее 250 мм. Используются приборы: лупы, микроскопы.

Визуальный контроль сварных швов требуется и в условиях непригодных для работы органов чувств человека. В таких областях как: повышенные температуры, опасный радиационный фон, внешняя химически активная среда и другие. А так же в условиях, когда конфигурация исследуемого объекта и его конструкция не позволяет в полной мере произвести анализ качества и измерения дефектов сварных швов (например, из-за большой высоты объекта или подземного его расположения). Тогда в дополнения к оптическим приборам для поиска и анализа скрытых объектов используются:

- платформы дистанционного управления;
- тепловизионные установки;
- световые приборы;
- автоматические системы транспортировки;
- управляемые роботы.

Таким образом, преобразователи визуальной информации позволяют контролировать сварочные швы ванны с раскаленным металлом в процессе переплавки.

Измерительный контроль — это важная составляющая ВИК, который проводится в соответствии со строгими правилами контроля и нормативными документами регулирующими качество. Он заключается в присваивании дефекту категории или типа по

одной из характеристик в виде конкретной физической величины, полученной путем практического измерения. Измерительные средства и их метрологические показатели указываются в нормативных документах.

Качество сварного соединения в значительной мере характеризуется размерами сварных швов. Недостаточное сечение шва уменьшает его прочность, завышенное — увеличивает внутренние напряжения и деформации в нем.

Для проверки размеров сечения у стыковых швов измеряют их ширину, высоту усиления и размер обратной подварки; в угловых швах, соединениях внахлестку и втавр,— катет шва. Значения этих величин, а также допускаемые отклонения устанавливаются техническими условиями или ГОСТами.

Размеры сварного шва контролируют измерительным инструментом с точностью измерения $\pm 0,1$ мм или специальными шаблонами, имеющими вырезы под определенный шов, размер которого указан (выбит) на шаблоне.

Кроме того, есть **предельные шаблоны** с наибольшими (проходными) и наименьшими (непроходными) контрольными вырезами. Количество таких шаблонов должно соответствовать номенклатуре сварных швов и типов сварных соединений.

Удобно применять **универсальные шаблоны**, пригодные как для обмера швов, так и для проверки правильности подготовки кромок под сварку.

Ширину стыкового шва контролируют штангенциркулем, а **шаг прерывистого шва** — обычной металлической линейкой или складным метром.

Степень коробления изделия в процессе сварки и после нее определяют с помощью линейек, индикаторов, прогибомеров и тензометров.



Измерительный инструмент

При измерительном контроле применяют следующие инструменты, которые могут входить в обязательный набор инспектора технического надзора или дополнять его:

- измерительные лупы;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- угломеры с нониусом;

- штангенциркули, штангенрейсмасы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- микрометры;
- измерители стенок труб и толщиномеры индикаторные;
- микрометры;
- калибры;
- металлический измеритель длины (рулетки, стальные измерительные линейки);
- нутромеры микрометрические и индикаторные;
- шаблоны: специальные, радиусные, резьбовые и др.;
- УШС-2, УШС-3 (шаблоны для геометрических параметров швов);
- поверочные плиты;
- набор специальных принадлежностей.

Данный метод контроля, ВИК относится к методам осуществимым с минимальным набором инструментов. Он заключается в сборе информации и основан на квалификации специалиста, человеческом факторе, но позволяет составлять акт визуального осмотра сварных швов, который считается объективным документом.

Поэтапный порядок проведения ВИК

Визуальный (измерительный) контроль. Предварительный контроль шва на наличие коррозии и возможных дефектов с проведением примитивных измерений: ширина, толщина, катет.

Контроль качества сварных соединений. Контроль качества проводится для уточнения параметров видимых дефектов (после заключения акта о предварительном осмотре), размеров дефектов и искажений сварных швов (процентное отклонение от допустимой нормы).

Детальное (инструментальное) исследование и запись результатов. Применяются более точные методики:

- вихретоковой метод для определения степени износа сварного шва и усталости металла на изгибах;
- ультразвуковой контроль сварных соединений для обнаружения серьезных глубинных дефектов;
- капиллярная дефектоскопия для поверхностных и сквозных дефектов и так далее.

Своевременно и качественно проведенные осмотры позволяют выявить на ранних стадиях разрушение шва или брака свариваемости и после уточнить причины возникновения дефекта любым неразрушающим способом дефектоскопии.

Преимущества и недостатки проведения данной методики

Преимущества метода ВИК:

- Простой и доступный метод.
- При сборе информации о качестве конструкции позволяет получить до 50% от всего объема.
- Не трудозатратный и не требует дорогостоящего оборудования.
- Легко подвергается проверки и повторному проведению.

Недостатки ВИК:

- Человеческий фактор, который влияет на 100% результатов.

- Низкая достоверность полученных результатов, субъективность.
- Используется только для поиска крупных дефектов (не менее 0,1 – 0,2 мм) и подозрений на возможные.
- Ограниченность исследования только видимой частью конструкции.

Важна техническая грамотность сотрудников, которые должны правильно подобрать методику измерения, сравнительный шаблон или нормативы и дать точную оценку результатам измерения.

II. Практическая часть.

1. **Техническая задача:** Произвести внешний осмотр дефектов сварных швов. С помощью измерительного инструмента определить размеры дефектов. Заполнить таблицу №1

Таблица №1

№ образца	Название дефекта	Размеры дефекта, мм
Образец №...		
.....		

2. Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды дефектов сварных соединений.
2. Что является причиной возникновения дефектов сварных соединений?
3. В каких случаях могут образоваться дефекты и как их можно избежать?
4. С помощью какого инструмента выполняется визуальный контроль сварного шва?

Вывод:

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;

- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 4

Тема: Выбор параметров и методов радиационного контроля.

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.

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.

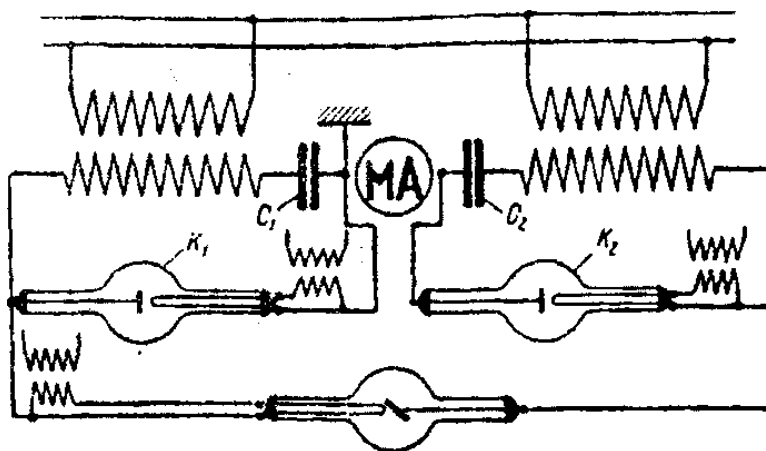


рис. №1. Электрическая схема аппарата РУП - 1.

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 С1 и С2 через кенотроны К1 и 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. $E_{\text{трубки}} = U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}}$.

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 излучения.
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 нахлесточных, 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 следующие 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.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы. **Оценка «хорошо»** ставится в том случае, если:
- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Литература:

1. Овчинников В. В. Контроль качества сварных соединений – М: Академия, 2017.
2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Академия, 2016.

Лабораторная работа № 5.

Тема: «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.

Состав задания: приобрести навыки по оценке качества сварных швов по снимкам.

Вопросы для повторения:

5. Сущность радиационного метода контроля. [1], стр. 68
6. Физические основы радиационного метода контроля. [1], стр. 68
7. Методы радиационного контроля. [1], стр. 68
8. 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.

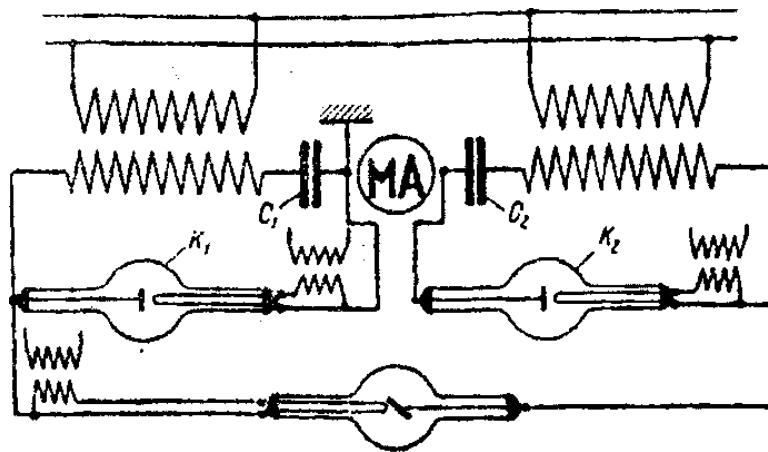


рис. №1. Электрическая схема аппарата РУП - 1.

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 С1 и С2 через кенотроны К1 и 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. $E_{\text{трубки}} = U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}} + U_{\text{тр}}$.

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 излучения.
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 следующие 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.

Задание "Расшифровка снимков после радиографического контроля"

1. Ознакомиться с "Заявкой - заключением на радиографический контроль" (приложение 2) и заполнить его с соответствии со следующей ситуационной задачей.

Ситуационная задача № 2.

На изображении участка сварного соединения С5 ГОСТ 5264-80 чувствительностью 3% и длиной 300 мм выявлены две трещины длиной до 5 мм, непровар длиной 120 мм, четыре отдельных шлаковых включения размеров по 3 мм и одна цепочка пор длиной 25 мм. Максимальная суммарная длина дефектов составляет 45 мм.

2. Расшифровать и записать дефекты в радиографических снимках (приложение 3).

Задание. Запись в заключении: 2Т-5, Н-120, 4Ш-3, ЦП-25, Σ45.

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.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы. **Оценка «хорошо»** ставится в том случае, если:
- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред.проф.образования. – М.:Издательский центр «Академия», 2016. – 256 с.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений: практикум : учебное пособие для студ.сред.проф.образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 96с.

Дополнительные источники:

1. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник (Клюев ВВ., Соснин Ф.Р., Ковалев А.В.); под.ред В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 2015. – 656с.
2. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. М.Вышш.школа, 2017. - 207с.

Интернет – ресурсы:

1. <http://electrowelder.ru/index.php/kontrolsvar/8-1.html>

2. <http://www.docload.ru/Basesdoc/5/5819/index.htm>
3. <http://tehnorma.ru/normativbase/50/50621/index.htm>

Лабораторная работа № 6.
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: Академия, 2009.
2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Академия, 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.).

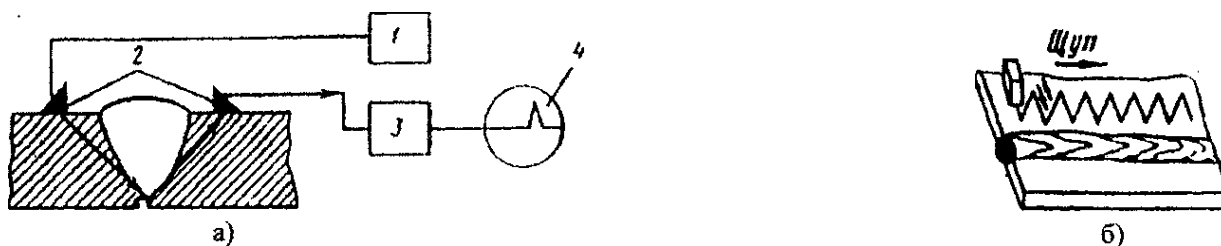


рис. № 1. Ультразвуковой контроль:

- 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 наличии дефектов.

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 искажителя, 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 развёртка 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.

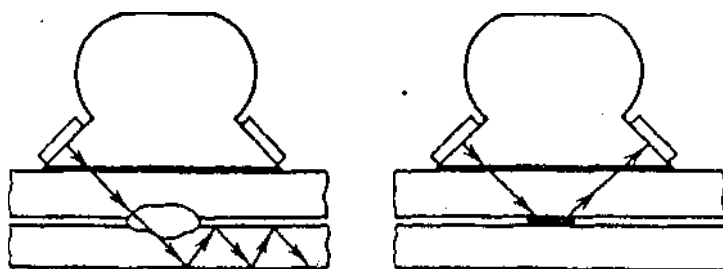


рис.2 . Схема прохождения ультразвука в сварной точке.

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 $\pm 0,5$ 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.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы. **Оценка**

«хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 7.

Тема: «Контроль сварных соединений магнитным методом».

Цель: Изучение оборудования и методики магнитопорошковой дефектоскопии, получение навыков проведения магнитопорошкового контроля.

Оснащение:

- справочные таблицы;
- набор сварочных конструкций;
- карточки- задания;
- бланки отчетов

Ход работы

I. Теоретическая часть.

Основан на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на контролируемую поверхность изделия магнитного потока, связанного с наличием нарушения сплошности материала. В намагниченных изделиях нарушения сплошности (дефекты) вызывают

перераспределение магнитного потока и выход части его на поверхность (магнитный поток дефекта). На поверхности изделия создаются локальные магнитные полюсы, притягивающие частицы магнитного порошка, в результате чего место дефекта становится видимым (ГОСТ 21105-75).

Метод является одним из наиболее изученных и практически освоенных методов неразрушающего контроля. Он позволяет обнаруживать дефекты типа тонких поверхностных и подповерхностных нарушений сплошности, волосовин, трещин, расслоений, и др. Метод используется для обнаружения нарушений сплошности с шириной раскрытия у поверхности 0,001 мм и более, глубиной 0,01 мм и более.

Магнитопорошковый метод применяется для выявления подповерхностных дефектов, находящихся на глубине до 1,5...2,0 мм. От глубины залегания дефекта зависит ширина наслоения над ним ферромагнитного порошка. Если глубина залегания дефекта более 3...4 мм, то выявить его практически невозможно (если дефект не очень велик), так как полоса наслоения порошка становится размытой и неясной.

При наличии немагнитного покрытия на поверхности проверяемой детали чувствительность метода уменьшается. На рис. 1 показана схема выявления трещины на поверхности детали. Если немагнитного покрытия нет, то порошок над трещиной осаждается в виде четких линий (рис. 1, а), при толщине хромового покрытия 0,03 мм порошок осаждается в виде размытой линии (рис. 1, б), а при толщине покрытия свыше 0,1 мм практически все поле рассеяния дефекта сосредоточено в немагнитном покрытии и на поверхность не выходит, следовательно, дефект вообще невозможно обнаружить этим методом (рис. 1, в).

Чувствительность метода определяется магнитными характеристиками материала изделия, его формой и размерами, чистотой обработки поверхности, напряженностью намагничивающего поля, способом контроля, взаимным направлением намагничивающего поля и дефекта, свойствами применяемого магнитного порошка (или магнитно-люминесцентного), а также освещенностью рабочего участка.

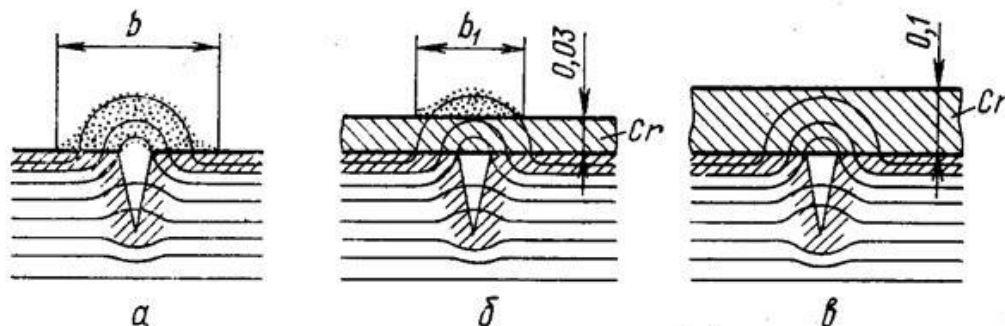


Рисунок 1. Выявление трещин магнитопорошковым методом: а - открытой трещины; б - скрытой под слоем хрома толщиной 0,03 мм; в - скрытой под слоем хрома толщиной 0,1 мм

Магнитопорошковый метод осуществляется способами приложенного магнитного поля или остаточной намагниченности. При остаточной намагниченности деталь сохраняет намагниченность после снятия внешнего магнитного поля, затем следуют технологические операции по нанесению магнитного порошка и т. д.

При контроле способом приложенного магнитного поля намагничивание и все остальные операции проводят одновременно. Этим способом пользуются, если деталь выполнена из магнитомягкого материала или имеет такую форму, что ее не удастся намагнитить до требуемого значения индукции, а также в том случае, когда нужно обнаружить дефекты, расположенные на глубине более 0,01 мм, или скрытые под слоем немагнитного материала толщиной более 0,03 мм.

При магнитопорошковом методе контроля предусматривается следующая последовательность технологических операций:

- подготовка изделия к контролю. Изделия, подаваемые на намагничивающие устройства, должны быть очищены от покрытий, мешающих их намагничиванию или смачиванию (отслаивающаяся окалина, масла, грязь, иногда изоляционные покрытия и т. п.);
- намагничивание изделия;
- нанесение магнитного порошка на контролируемое изделие. Применяют сухой магнитный порошок или магнитную суспензию (взвесь магнитного порошка в дисперсионной среде). В качестве дисперсионной среды могут применяться вода, масло, керосин, смесь масла и керосина и др. Водная суспензия должна содержать смягчающие и антикоррозионные добавки, а при необходимости - антивспенивающие;
- разбраковка проводится путем визуального осмотра поверхности изделий по наличию отложений магнитного порошка в местах дефектов.

При необходимости, расшифровка результатов контроля может проводиться с применением оптических средств, тип и увеличение которых устанавливаются технической документацией на контроль, годные изделия, прошедшие контроль, должны быть размагничены в случаях, если они имеют трущиеся поверхности, если их намагниченность осложняет сборку узлов, куда они входят, или вносит погрешность в показания окружающих приборов.

Для размагничивания на изделие воздействуют переменным магнитным полем с напряженностью, убывающей от максимального значения до нуля. Изделия, нагреваемые после магнитного контроля до (600...700°С и выше, размагничивать не следует.

При выявлении дефектов в ферромагнитных материалах с темной поверхностью целесообразно применить магнитно-люминесцентный метод. Он позволяет обнаруживать тонкие, невидимые для глаза трещины различного происхождения. От магнитопорошкового метода этот метод отличается лишь применением магнитно-люминесцентного порошка (на 100 г магнитного порошка берут 15 г люминофора, например, люмогена светло-желтого). Свечение его в ультрафиолетовом излучении обусловлено присутствием люминофора, адсорбированного на частицах. Дефекты обнаруживаются по яркому свечению порошка, оседающего над ними.

II. Практическая часть.

1. **Технологическая задача :** Составить сравнительную таблицу « Основные виды контроля внутренних дефектов сварных швов»

Таблица 1. Виды контроля

№ п/п	Виды контроля сварных швов	Сущность контроля	Достоинства контроля	Недостатки контроля

2. Контрольные вопросы :

1. Какие виды дефектов сварки вы знаете?
2. Какие виды контроля сварных соединений вы знаете?
3. В чем сущность магнитографического метода контроля?
4. Чем отличается магнитопорошковый метод контроля от магнитографического?

5.Какие виды дефектов считаются недопустимыми?

6.Физическая сущность магнитопорошкового метода

Вывод:

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы. **Оценка**

«хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
- 6.Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.

8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 8.

Тема: «Контроль сварных соединений вихретоковым методом».

Цель лабораторной работы:

1. Изучение назначения, принципа работы и характеристик вихретокового метода неразрушающего контроля.
2. Практическое применение вихретоковой дефектоскопии.

1. Теоретические основы вихретокового контроля

Методы вихретокового контроля основаны на законе электромагнитной индукции (М.Фарадей, 1831). Согласно М.Фарадею, внешнее по отношению к среде переменное магнитное поле наводит электродвижущую силу (ЭДС), которая, если среда проводящая, создает в ней вихревые токи, регистрирующиеся измерительным преобразователем. В качестве преобразователя используются обычно индуктивные катушки (одна или несколько). Электромагнитное поле вихретоковых токов воздействует на катушку преобразователя, проводя в них ЭДС или изменяя их полное сопротивление.

Рассмотрим общую функциональную схему вихретокового контроля на примере прибора с накладным измерительным преобразователем (рисунок 1).

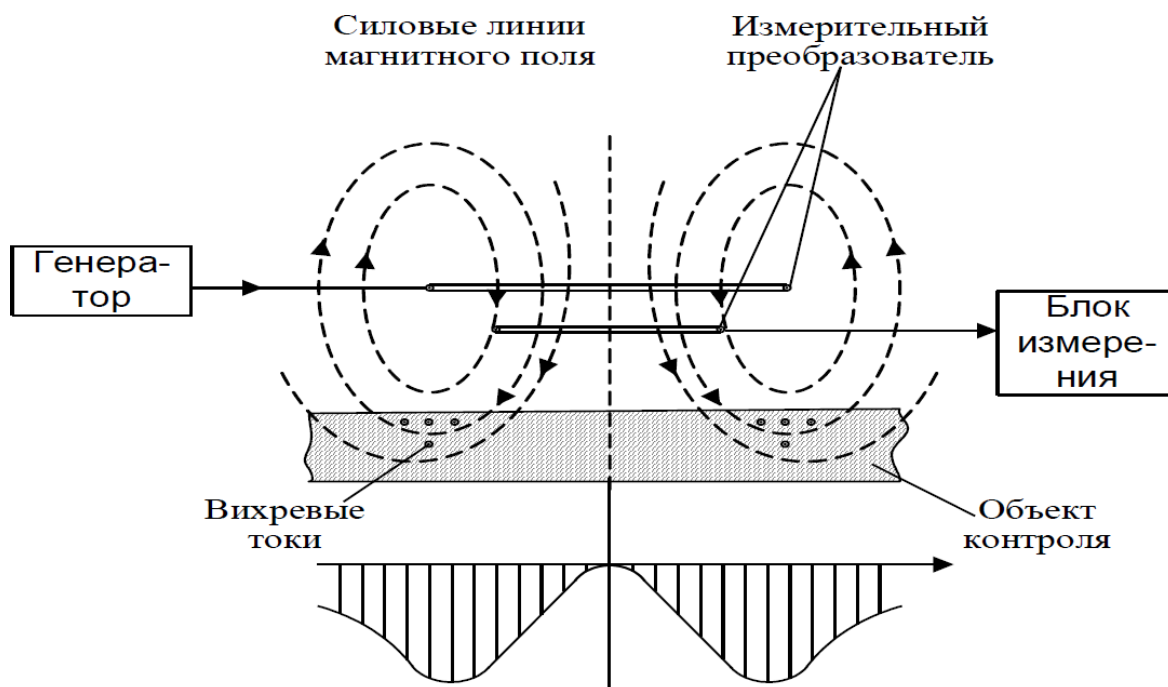


Рисунок 1 - Принцип действия прибора с накладным преобразователем

Измерительный преобразователь состоит из возбуждающей оболочки, подключенной к генератору переменного тока, и измерительной обмотки, подключенной к блоку измерителя. Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушке, подключенной к генератору, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в

электропроводящем объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушку преобразователя измерительной обмотки, наводя в ней ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на зажимах катушки или их сопротивление, получают информацию о свойствах объекта и о положении преобразователя относительно него.

Напряжение зависит от следующих причин (факторов): толщины исследуемого изделия, электрической проводимости объекта, магнитной проницаемости, состояния поверхности, наличия и размеров дефектов, зазора и ориентации оси преобразователя, химического состава и структуры, температуры и т.д.

Магнитное поле преобразователя возбуждает в плоском объекте контроля концентрические вихревые токи, плотность которых максимальна на поверхности электропроводящего объекта в контуре, диаметр которого близок к диаметру возбуждающей обмотки. Магнитное поле вихревых токов противоположно первичному магнитному полю возбуждающей обмотки, поэтому результирующее поле зависит от электромагнитных свойств контролируемого объекта и от расстояния между преобразователем и объектом (от зазора).

Важная особенность вихретокового контроля – это бесконтактность, т.е. между объектом контроля и преобразователем создается небольшое (до 2 мм), но достаточное расстояние для свободного движения преобразователя. Вихретоковый метод позволяет производить контроль на больших скоростях, которые недоступны другим методам.

Получение информации в виде электрических сигналов, бесконтактность и высокое быстродействие вихретокового контроля – все это определяет высокую производительность и возможность автоматизации контроля.

На сигналы вихретокового преобразователя практически не влияют влажность, давление и загрязненность газовой среды, а также загрязнение поверхности объекта контроля непроводящими веществами.

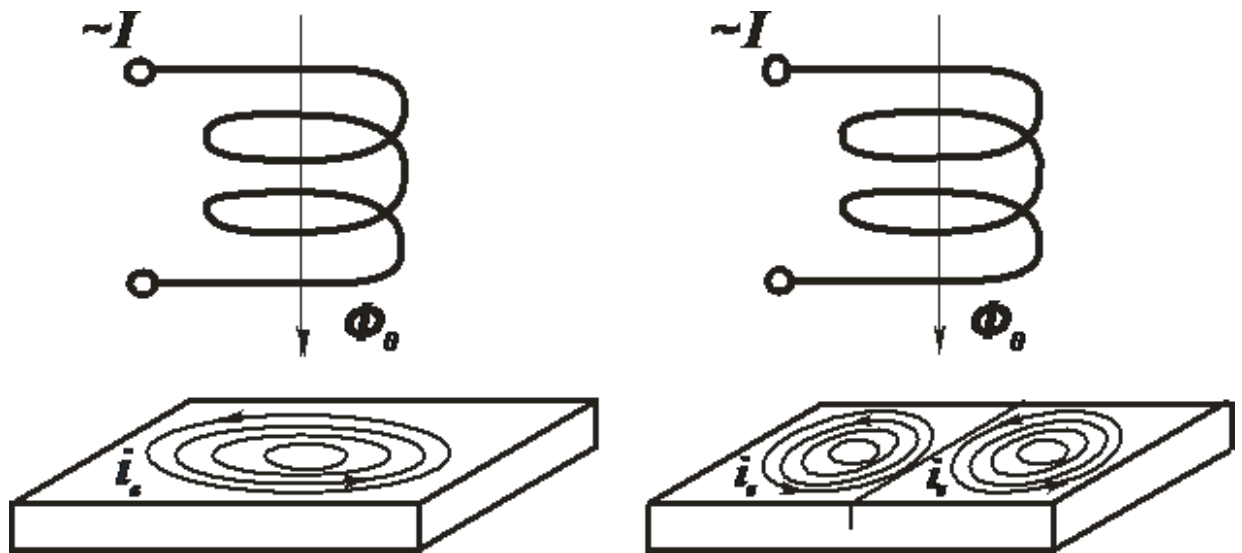
Вихретоковые преобразователи устойчивы к механическим и атмосферным взаимодействиям, могут работать в агрессивных средах, при высоких температурах и давлениях, так как в большинстве случаев катушки преобразователей помещают в предохранительный корпус и герметически закрывают.

К недостаткам вихретокового метода контроля следует отнести, во-первых, то, что можно проводить контроль только у электропроводящих объектов: металлы, сплавы, графит, полупроводники, во-вторых, малую глубину зоны контроля, которая не превышает нескольких миллиметров, так как определяется глубиной проникновения в контролируемую среду электромагнитного поля.

С помощью вихретокового контроля обнаруживают дефекты типа несплошностей, выходящих на поверхность или залегающих на небольшой глубине, а также разнообразные трещины, расслоения, закаты, плены, раковины, неметаллические включения и т.д. При использовании накладного

преобразователя при благоприятных условиях контроля и малом влиянии негативных факторов удастся выявить трещины глубиной 0,1-0,2 мм, протяженностью 1-2 мм, а при использовании проходного преобразователя – трещины протяженностью около 1 мм и глубиной 1-5% от диаметра контролируемой проволоки или прутка. Наличие дефекта на поверхности изделия или на небольшой глубине приводит к изменению траектории вихревых токов (рисунок 2). И, как следствие, к изменению ЭДС на измерительной обмотке.

Рисунок 2 – изменение траектории вихревых токов в области дефекта



Структурное состояние металлов и сплавов влияет на их электрические и магнитные характеристики. Благодаря этому оказывается возможным контролировать не только однородность химического состава, но и структуру металлов и сплавов, а также определять механические напряжения. Широко применяют вихретоковые измерители удельной электрической проводимости и другие приборы для сортировки металлических материалов и графитов по маркам (по химическому составу). С помощью вихретоковых приборов контролируют качество термической и химико-термической обработки деталей, состояние поверхностных слоев после механической обработки (шлифование, наклеп), обнаруживают остаточные механические напряжения, выявляют усталостные трещины в металлах на ранних стадиях их развития и т.д. Приборы, осуществляющие этот метод контроля, называются вихретоковыми структуроскопами.

По рабочему положению относительно объекта контроля преобразователи делят на проходные, накладные и комбинированные.

2. Порядок выполнения лабораторной работы

2.1.Оборудование и материалы

Для проведения лабораторной работы требуется вихретоковый дефектоскоп ВИТ-3М, образец с трещиноподобными дефектами, листы писчей бумаги, емкость с водой.

3.1 Инструкция по работе с дефектоскопом ВИТ-3М

3.1.1 Технические характеристики

Минимальная глубина обнаруживаемых трещин, при R_z 40 и лучше, 0,2мм.

Индикация:

Световая (совмещенная с датчиком) - для обнаружения трещин при быстром сканировании больших поверхностей.

Стрелочная - для определения размеров дефектов (глубины, протяженности, местоположения) при детальном исследовании дефектных участков.

Звуковая - дублирует стрелочную (изменение частоты тона пропорционально отклонению стрелки) для работы в темных и труднодоступных местах.

Время непрерывной работы от батареи 6F22 (типа "Корунд), не менее 50 ч.

Габаритные размеры, мм. 140x90x35

3.1.2 Работа с дефектоскопом

На рисунке 3 показан внешний вид дефектоскопа ВИТ-3М.



Рисунок 3 – Дефектоскоп ВИТ-3М

передней панели дефектоскопа расположены:

- ручка управления интенсивностью сигнала (слева);
- стрелочный индикатор;
- ручка настройки уровня чувствительности (справа);
- кнопка приведения в ноль базового сигнала;
- кнопка проверки зарядки элементов питания.

На боковой панели имеется разъем для подключения звуковых устройств.

На задней панели имеется разъем для подключения датчика и кнопка включения/выключения прибора.

Для включения прибора необходимо нажать кнопку включения. Стрелочный индикатор при этом отклонится от своего первоначального положения.

Взять в руки датчик и поднести его к исследуемой поверхности так, чтобы плоскости нижнего среза датчика и поверхности были взаимно параллельны (возможно, касание датчиком поверхности). Стрелочный индикатор, при этом, будет изменять свои показания.

Установить датчик на область поверхности, где нет дефектов. Нажать на кнопку «0». Тем самым мы будем считать ЭДС, возникающую на измерительной обмотке при отсутствии дефектов, базовой, нулевой. Стрелочный индикатор установится в нулевое положение.

Перемещаем датчик вдоль исследуемой поверхности. При наличии дефектов в виде мелких трещин, несплошностей индикатор отклоняет свою стрелку, загорается красный индикатор на корпусе датчика.

При необходимости, можно подключить наушники или звуковые динамики к прибору и по изменению тона определять дефект.

3.2 Проведение лабораторной работы

3.2.1 Обучение работы с вихретоковым дефектоскопом

- Изучить инструкцию по работе с дефектоскопом
- Включить дефектоскоп и настроить его для работы на исследуемом образце
- Обнаружить дефекты
- Заполнить Акт по прилагаемой форме

3.2.2 Изучение возможностей обнаружения дефектов при наличии зазора между датчиком дефектоскопа и исследуемой поверхностью

- Взять лист бумаги и проложить его между датчиком и образцом с дефектом
- Обнаружить дефект
- Проложить несколько листов бумаги и повторить опыт

- Экспериментальным путем определить максимальный зазор между датчиком и исследуемой поверхностью, позволяющий успешно обнаружить дефекты

3.2.3 Изучение возможностей работы вихретокового дефектоскопа в сложных климатических условиях

- Поместить исследуемый образец в емкость с водой
- Включить дефектоскоп и опустить датчик дефектоскопа под воду и попытаться провести поиск дефектов. ВНИМАНИЕ! Под воду опускать ТОЛЬКО датчик. Сам прибор ДОЛЖЕН оставаться сухим!
- Сделать вывод о возможности работы прибора в условиях 100% влажности, при наличии осадков

3. Контрольные вопросы

Информация, которая необходима для ответа на вопросы, содержится в лекциях, учебных пособиях и методических указаниях к данной работе.

1. Какие материалы могут быть подвергнуты вихретоковой дефектоскопии?
2. Можно ли проводить ВТД под водой?
3. Какие виды дефектов не обнаруживаются ВТД?
4. Основные виды вихретоковых преобразователей.
5. Какие технологические операции можно выполнить с применением метода ВТД?
6. Можно ли применить данный метод для контроля изделия, покрытого электропроводящим защитным покрытием?
7. Как, по своим возможностям, соотносятся ВИК и вихретоковая дефектоскопия?

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;

- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 9.

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: Академия, 2009.
2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Академия, 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 при 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 15-20 мин., 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 полосу 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 10-15 гр. На литр смеси.

2. После нанесения слоя краски швы выдержать в течение 15-20 мин. 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.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 10.

Тема: «Контроль герметичности сварных соединений».

Цель: Ознакомить студентов с основными методами контроля изделий с помощью проникающих веществ.

Оснащение:

- справочные таблицы;
- набор сварочных конструкций;
- карточки- задания;
- бланки отчетов

Ход работы

I. Теоретическая часть

В настоящее время в различных областях техники широко применяют контроль изделий с помощью проникающих веществ. Методы испытаний различаются по виду проникающих веществ (жидкости или газы), назначению, областям применения, используемой технологической оснастке и др. Жидкие или газообразные пробные вещества проникают через несплошности конструкции вследствие наличия перепада давлений на ее стенке или за счет капиллярных сил. Для конструкций, работающих под избыточным относительно атмосферного давлением, перепад давлений считают

положительным, для вакуумных – отрицательным, а для конструкций с разомкнутым объемом – равным нулю.

Методы испытаний, при которых индикаторное вещество проникает через несплошности при положительном перепаде давлений, называют *компрессионными*, а при отрицательном – *вакуумными*.

В зависимости от способа индикации первичной информации различают :

- гидравлические,
- капиллярные,
- пузырьковые (пневматический, пневмогидравлический, вакуумный),
- манометрические (падение и нарастание давления,
- дифференциальный,
- микроманометрический),
- химический,
- искровой,
- акустический,
- радиоактивный,
- галогенный,
- катарометрический
- масс-спектрометрический методы испытаний.

Контроль швов на непроницаемость с помощью керосина.

Несмотря на свою простоту, контроль качества сварных соединений с помощью керосина достаточно эффективен и к тому же не требует сколько-нибудь значительных материальных затрат. Недаром им продолжают широко пользоваться и в наше время, богатое на различные высокофункциональные устройства и приборы. Керосин способен проникать сквозь мельчайшие трещины в сварных швах, благодаря чему позволяет обнаруживать мельчайшие дефекты. По своей эффективности способ контроля керосином эквивалентен гидравлическому испытанию с давлением 3-4 кгс/мм². Он основан на том же явлении капиллярности, что и контроль пенетрантами. К слову сказать, в некоторые пенетранты фирменного изготовления керосин входит в качестве составляющего компонента.

Проверка керосином сводится к ряду последовательных операций:

- Очистка шва с двух сторон от шлака, грязи и ржавчины.
- Покрытие одной из сторон (той, за которой удобнее наблюдать) водной суспензией каолина или мела (350-450 г на 1 л воды). После нанесения суспензии необходимо подождать, пока она высохнет. Для ускорения процесса покрытие можно просушить горячим воздухом.
- Обильное смачивание обратной стороны керосином - 2-3 раза в течение 15-30 минут, в зависимости от толщины металла. Это можно делать струей из краскопульта или паяльной лампы, а также с помощью кисти или кусочка ветоши.
- Наблюдение за стороной, на которую нанесена меловая или каолиновая суспензия, и маркирование проявляющихся дефектов.

Негерметичность швов обнаруживает себя появлением темных полос или точек на меловом или каолиновом покрытии, которые с течением времени расплываются в более

обширные пятна. Именно поэтому наблюдать за обратной стороной нужно сразу после нанесения керосина - чтобы зафиксировать первые проявления керосина, точно указывающие на место и форму дефекта. Проявляющиеся точки свидетельствуют о порах и свищах, полосы - о сквозных трещинах. Этот метод, при котором в качестве проникающего вещества используют керосин (*керосиновая проба*), получил широкое распространение благодаря своей простоте и сравнительно высокой чувствительности. С помощью керосина контролируют открытые изделия – емкости, элементы гидравлических и газовых систем. В ряде случаев этот метод используют и при испытаниях закрытых систем – топливных отсеков, баков, а также сварных соединений различных изделий. Высокая проникающая способность керосина обусловлена тем, что он не является полярно-активной жидкостью, имеет сравнительно низкую вязкость, хорошо растворяет пленки жира и устраняет пробки в неплотностях. В качестве индикатора течи используют меловую обмазку того же состава, что и при гидравлических испытаниях.

Различают четыре способа испытаний:

- керосиновый;
- керосинопневматический;
- керосиновакуумный;
- керосиновибрационный.

Контроль *керосиновым способом* выполняют следующим образом.

1. На места контроля, предназначенного для осмотра, наносят меловую обмазку.
2. Противоположную сторону изделия несколько раз смачивают керосином либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином.
3. После выдержки, определяемой ТУ на изделие, его осматривают, выявляя места течей по пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке.

Чувствительность и порядок осмотра изделий при испытаниях керосиновым способом:

Давление керосина, Па	Чувствительность, мм ³ · МПа/с	Порядок осмотра при толщине материала изделия, мм	
		до 6	свыше 6 до 25
-	$6,6 \cdot 10^{-2}$	1. Сразу после подачи керосина 2. Через 15...30 мин после подачи керосина	1. Через 3...5 мин после подачи керосина 2. Через 30...50 мин после подачи керосина
$2,9 \cdot 10^5$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	1. Через 1...2 мин после подачи давления 2. Через 15...30 мин после подачи давления	1. Через 1...2 мин после подачи давления 2. Через 30...40 мин после подачи давления

Иногда для повышения чувствительности контроля керосин окрашивают, растворяя в нем краски ярких цветов. Керосиновым способом могут быть выявлены течи диаметром до 0,1 мм в изделиях толщиной до 25 мм.

При *керосинопневматическом способе* контроля изделие после смачивания керосином обдувают струей сжатого воздуха под давлением 0,3...0,4 МПа, что повышает чувствительность контроля и ускоряет выявление дефектов.

Керосиновакуумный способ основан на применении переносных вакуумных камер, устанавливаемых на контролируемое изделие со стороны меловой обмазки. При этом так же, как и при керосинопневматическом способе, повышаются чувствительность и производительность контроля.

При *керосиновивбрационном способе* на изделие, смоченное керосином, воздействуют ультразвуковыми колебаниями, что существенно ускоряет процесс проникновения керосина в неплотности и также повышает чувствительность и производительность контроля.

Чувствительность способов испытаний керосином существенно зависит от чистоты последнего. Примеси, растворяемые керосином, повышают его вязкость, что приводит к уменьшению потока через течь, которая при малых размерах может закупориться. Особое влияние на чувствительность испытаний оказывают компоненты смазок, применяемых при сборке гидро- и газовых систем и вымываемых керосином из объектов в процессе контроля. Использование загрязненной проникающей жидкости может привести к невыявлению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации изделия, могут проявиться в виде значительных течей.

Испытание сжатым воздухом применяется только для закрытых сосудов. Для испытания в сосуд с предварительно заглушенными отверстиями подается сжатый воздух под давлением 1,0—2,0 атм. Снаружи все швы смачиваются мыльной водой, и сжатый воздух, выходя через неплотности, образует мыльные пузыри, по которым определяют пороки в швах и исправляют их.



Рис.1. Цистерна, подготовленная для проверки на герметичность с использованием керосина

Испытание воздухом

Необходимо отметить, что испытание воздухом при неправильной подготовке изделий или подаче воздуха без чувствительного манометра и предохранительного клапана представляет значительную опасность. Крышки и заглушки перед испытанием должны быть надежно закреплены. Применять сжатый воздух давлением свыше 2 атм не рекомендуется вследствие опасности разрушения конструкций.

Гидравлическое испытание

При гидравлическом испытании проверяется прочность и плотность различных сосудов, котлов и трубопроводов, работающих под давлением. При этом испытании сосуд с плотно закрытыми отверстиями наполняется водой. Воздух из него выходит через верхнее отверстие, которое после заполнения также заглушается. Затем давление доводится до необходимой величины, и сосуд подвергается тщательному осмотру. Швы, имеющие пороки, дают течь и потение, а слабые места даже разрушаются. После выдержки и осмотра давление в сосуде доводится до рабочего, и металл сосуда на расстоянии 15—20 мм от швов подвергается обстукиванию легкими ударами молотка (весом 0,4—1,5 кг) с круглым бойком для предупреждения образования вмятин. Величина давления при испытании устанавливается соответствующими инструкциями по контролю и правилами освидетельствования. Обычно испытательное давление на 25—100% больше рабочего. Рабочее место, где производится испытание, должно быть оборудовано в соответствии с правилами по технике безопасности.

II. Практическая часть.

1. Технологическая задача: Провести испытания на герметичность швов сварных конструкций. Данные контроля занести в таблицу.

№ п/п	Наименование образца	Наличие бракованных участков	Причины возникновения и способы устранения брака

2. Технологическая задача: Укажите способы контроля качества сварных швов емкости для хранения нефтепродуктов. Выберите наиболее эффективный. Обоснуйте ответ.



2. Тестовое задание.

1. Ржавчина, окалина, масло, краска, влага являются причиной образования дефектов, которые называют:

- 1) поры; 3) включения;

2) трещины; 4) несплавления.

2. Трещины, непровары, несплавления относят к группе дефектов, которую называют:

1) объемные; 3) случайные;

2) трещиноподобные; 4) аварийные.

3. Самые опасные дефекты в сварных швах:

1) поры; 3) трещины;

2) включения; 4) наплывы.

4. Самые опасные концентраторы напряжений в сварных швах:

1) поры; 3) наплывы;

2) включения; 4) трещины.

5. При удалении дефектных мест длина удаляемого участка должна равняться длине дефектного участка плюс с каждой стороны:

1) 1-2 мм; 3) 10-20 мм;

2) 5-10 мм; 4) 20-40 мм.

6. Число исправлений одного и того же дефектного участка зависит от категории ответственности конструкции и не должно превышать:

1) двух; 3) четырех;

2) трех; 4) семи.

7. Зачистка шва предполагает удаление:

1. неровности;

2. шлаковой корки;

3. брызг застывшего металла.

8. Что должно подвергаться зачистке после сварки?

1. Только сварной шов.

2. Только околошовная зона.

3. Сварной шов и околошовная зона.

9. Брызги металла удаляются с поверхности сварного шва и околошовной зоны при помощи:

1. зубила и молотка;

2. шлифовального круга, закрепленного в шлифовальной машине;

3. круглой шлифовальной металлической щеткой, закрепленной в шлифовальной машине.

10. Ширина околошовной зоны, подвергаемой зачистке, составляет не менее:

1. 40 мм;

2. 20 мм;

3. 80 мм.

11. Шлаковую корку со сварного шва можно удалить:

1. молотком и зубилом;
2. молотком-шлакоотделителем;
3. шлифовальным кругом, закрепленным на пневмомашине.

12. Контроль, который предусматривает проверку: квалификации сварщиков, качества сварочных материалов, состояния сварочного оборудования и аппаратуры, сборочно-сварочных приспособлений:

- 1) предварительный; 3) приемочный;
- 2) пооперационный; 4) срочный.

13. Контроль, который включает проверку качества подготовки и сборки деталей под сварку, соблюдения режимов сварки, порядка выполнения многослойных швов и т.д.:

- 1) предварительный; 3) приемочный;
- 2) пооперационный; 4) срочный.

14. Контроль, производимый после завершения всех предусмотренных технологическим процессом операций, результаты которого фиксируют в сдаточной документации на изделие:

- 1) предварительный; 3) приемочный;
- 2) пооперационный; 4) срочный.

15. Приемочный контроль, при котором проверяют все сварные соединения:

- 1) сплошной; 3) обязательный;
- 2) выборочный; 4) оперативный.

16. Приемочный контроль, при котором проверяют часть сварных соединений:

- 1) сплошной; 3) необходимый;
- 2) выборочный; 4) срочный.

17. Документ, в котором указываются завод-изготовитель основного металла, марка и химический состав металла, номер плавки, профиль и размер материала, масса металла и номер партии, результаты всех испытаний, стандарт на данную марку материала:

- 1) аттестат; 3) диплом;
- 2) калькуляция; 4) сертификат

18. Операции, выполняемые для проверки правильности соблюдения технологии данного производства и качества его продукции:

- 1) контрольные; 3) регистрирующие;
- 2) технологические; 4) выпускающие.

19. Контроль, при котором выявляют дефекты, обнаруживаемые невооруженным глазом, а также с помощью лупы 10-кратного увеличения:

- 1) физический; 3) оперативный;
- 2) визуальный; 4) объективный.

20. Испытания, при которых определяют прочность, твердость, пластичность металла:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1) аналитические; | 3) технологические; |
| 2) физические; | 4) механические. |

Вывод: _____

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.

3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 11.

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: Академия, 2009.
2. Овчинников В. В. Лабораторный практикум. Контроль качества сварных соединений – М: Академия, 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 др.).

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.

$$a_n = A_n / F, \quad (1)$$

где, a_n - ударная вязкость,

A_n - работа, затраченная на разрушение образца,

F - площадь образца.

$$A_n = A_k - A_d, \quad (2)$$

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

A_d - 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.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;

- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 12.

Тема: «Изучение технической документации по контролю качества».

Цель: изучить техническую документацию по контролю качества.

Требования к содержанию отчета по работе:

6. Записать дату, тему и цель работы.
7. Ознакомиться с правилами и условиями выполнения лабораторного или практического задания.
8. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.
9. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
10. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.

Оснащение:

- справочные таблицы;
- набор сварочных материалов;
- карточки- задания;
- бланки отчетов.

Порядок выполнения работы:

Краткие теоретические сведения:

Большое значение для обеспечения качества выпускаемой продукции имеет контроль в процессе производства. Внимательное и непрерывное наблюдение за состоянием оборудования, аппаратуры, приспособлений, приборов и инструментов, а также за ходом выполнения сварочных операций каждым сварщиком позволяет своевременно обнаружить дефекты сварки и принять меры по устранению причин их образования.

Операционный контроль за ходом технологического процесса осуществляют технологи, мастера и другие инженерно-технические работники, ответственные за работу данного участка цеха, предприятия. При операционном контроле необходимо обращать внимание на строгое соблюдение последовательности и режимов изготовления сварных изделий в целом, так как качественное выполнение сварных соединений отдельных элементов или детали конструкции еще не гарантирует высокого качества изделий в целом.

На предприятии после проведения контроля за выполнением технологического процесса в целом или какой-либо операции составляется "Акт-заключение комиссии по результатам контроля соблюдения технологии" и принимаются меры к виновным в нарушении.

Задание "Оформление акта-заключения"

Ознакомиться с "Актом-заключением комиссии по результатам контроля соблюдения технологии" (приложение 1) и заполнить его в соответствии со следующей ситуационной задачей.

Ситуационная задача.

Наименование участка - цех 140

наименование операции - сварка узлов рамного (таврового) набора

Технологический процесс № 30 - 053/928 "Изготовление плоских и объемных секций для судов проекта RST 22 М, раздел 3 "Сварка плоских секций", подраздел 3.2 "Сварка узлов набора":

3.2.1 "Заварить узлы рамного набора:

- 1) сварку узлов производить в жестко-закрепленном состоянии к столу или стенду;
- 2) сварку узла выполнять от его середины к краям, сварку вести обратно-ступенчатым способом от середины узла к краям участками длиной 500-600 мм.

Режимы сварки должны соблюдаться в соответствии с таблицей 2 технологического процесса.

3.2.2. Зачистить сварные швы в узлах от пленки и околошовную зону от брызг металла. Заточить наплывы, неровности по сварным швам. Сдать сварку БТК."

Процедуру соблюдения технологии проводила комиссия в составе - инженер-технолог сварочного производства, контролер ОТК, мастер. Комиссия должна проверить соблюдение режимов сварки и соблюдение сварочной технологии.

Комиссией было выявлено:

1. на сварочном оборудовании отсутствуют амперметр и вольтметр;
2. сварка узлов выполняется "на проход";
3. завышены размеры сварного шва.

Контрольные вопросы для закрепления знаний.

1. К каким дефектам сварного соединения и сварной конструкции приведут вышеперечисленные нарушения технологии сварки узлов?

2. Перечислите инструменты и приспособления для замера размеров шва

3. Назовите виды шаблонов, которые применяются для контроля размеров шва

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр «Академия», 2018.
8. Лукьянов В.Ф.и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Лабораторная работа № 13.

Тема: «Выбор методов контроля качества металлов и сварных соединений».

Цель работы: ознакомить учащихся с основными видами и средствами технического контроля

Порядок выполнения работы

1. Система технического контроля в сварочном производстве

Важнейшей функцией системы организации производства продукции предприятием-изготовителем является ее технический контроль, под которым понимают проверку соответствия объекта контроля установленным техническим требованиям.

Система технического контроля предусматривает организацию на предприятии службы технического контроля, которая наряду с технологическими службами должна обеспечивать высокое качество выпускаемой продукции.

Система технического контроля включает следующие основные элементы:

- объект контроля –продукция ;
- метод и средства контроля;
- исполнители;
- техническая документация.

Под объектом контроля понимают продукцию на той или иной стадии технологического процесса, средства производства и технологические процессы.

Метод контроля – это совокупность определенных принципов и правил выполнения контроля.

К средствам контроля относят контрольно-измерительные приборы, инструменты, аппаратуру, материалы, применяемые при контроле (например, рентгеновская пленка).

Под исполнителями контроля понимают специалистов отдела технического контроля (ОТК) и работников центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ), занимающейся проверкой и ремонтом средств измерения.

При техническом контроле выявляют отклонения объекта контроля от установленных требований НТД (нормативно-технической документации).

2. Виды и средства технического контроля

В зависимости от требований к сварным соединениям и категории их ответственности устанавливается определенная система организации контроля продукции на предприятии. В основу этой системы положена классификация видов технического контроля по отдельным признакам.

1) По стадиям технологического процесса контроль разделяют на:

- А) входной (предварительный);
- Б) операционный (текущий);
- В) окончательный (готовой продукции).

К входному контролю предъявляют основной и сварочный материалы (присадочную проволоку, флюсы, газы, электроды), полуфабрикаты и комплектующие. Под термином предварительный контроль понимают не только проверку материала, но и работоспособности сварочного оборудования и квалификации исполнителей работ.

Операционному контролю подвергают технологические процессы по отдельным операциям маршрутной технологии после ее завершения или во время исполнения.

2) По объему контролируемой продукции:

- А) сплошной;
- Б) выборочный.

Сплошной контроль выполняют для ответственных сварных конструкций. Выборочный – при контроле изделий крупносерийного и массового производства.

3) По месту проведения контроля:

- А) стационарный;
- Б) подвижный (скользящий).

Стационарный контроль производится на специальном оборудованном контрольном пункте или в специальном помещении (например, рентгеноконтроль выполняют в изолированных боксах).

Подвижный контроль производится непосредственно на рабочем месте (например, ультразвуковой контроль)

4) По характеру контроля:

- А) инспекционный;
- Б) летучий.

Под инспекционным контролем понимают выборочный контроль продукции специальными лицами (инспекторами) для дополнительной проверки качества проконтролированной продукции.

Летучий контроль выполняется с произвольной периодичностью, носит инспекционный характер и выполняется работниками ОТК. При этом контролируется соблюдение технологических процессов (контроль технологической дисциплины), например, последовательность выполнения швов, соблюдение правил хранения и условий транспортировки изделий на соответствие требованиям технической документации.

При проверке соблюдения технологического процесса особое внимание уделяется рациональной организации рабочих мест, которая предполагает наличие необходимой технологической документации, оснастки и контрольно-измерительных приборов и инструмента и их состояния, соблюдения правил и норм техники безопасности, состояние рабочего места и соответствие его требованиям технологической документации. Такую проверку часто называют контролем производственной дисциплины.

5) По цели контроля:

- А) приемочный;
- Б) статистический.

Приемочный контроль имеет отбраковочный характер и проводится с целью отделения годной продукции от брака. Статистический контроль используется в крупносерийном и массовом производстве в системе управления качеством продукции. Статистический контроль является средством профилактического воздействия на ход технологического процесса с целью его корректировки и исключения появления брака.

6) По возможности использования проконтролированной продукции:

- А) разрушающий;
- Б) неразрушающий.

Разрушающий контроль применяют для получения контролируемых количественных показателей продукции. В некоторых случаях контроль проводят с частичным нарушением целостности материала изделия, т.е. путем испытаний без разрушения изделия.

Неразрушающий контроль не оказывает влияния на целостность продукции и косвенно характеризует ее качество.

7) По средствам контроля и получения информации:

А) визуальный;

Б) инструментальный.

Визуальному контролю подвергают 100% изделий.

Инструментальный контроль является более совершенным, т.к. осуществляется с помощью разнообразных технических средств контроля.

Технические средства контроля можно разделить на следующие группы.

1) По характеру измерения контролируемого параметра:

А) контрольно-измерительные инструменты и приборы;

Б) контрольно-сортирующие устройства.

Контрольно-измерительные средства являются основными средствами контроля. Контрольно-сортирующие средства предназначены для сортировки объектов контроля по двум группам: годен, негоден; либо по нескольким группам, исходя, например, из геометрических размеров.

2) По степени воздействия на ход технологического процесса:

А) средства пассивного контроля;

Б) средства активного контроля.

Средства пассивного контроля относятся к обычным контрольно-измерительным средствам, фиксирующим полученный результат или контрольно-сортирующим устройствам. Средства активного контроля встраиваются в технологическое оборудование и используются для непосредственного управления технологическими процессами. При достижении предельных значений контролируемых параметров эти устройства автоматически управляют режимом работы оборудования, обеспечивают заданную точность, и обладают значительно большей эффективностью предупреждения брака.

3) По степени автоматизации:

А) ручные;

Б) механизированные;

В) автоматические.

Средства ручного контроля используют там, где применение механизированных автоматических контрольных устройств затруднено или практически невозможно. Эффективность использования автоматических контролирующих устройств обусловлено возможностью получения документа или протоколирования результатов контроля. При использовании механизированных средств контроля протоколирование результатов контроля осуществляет контролер.

Задание

1. Провести контроль качества сварных соединений



Отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткое изложение теоретического материала, ответы на задания к практической части работы и выводы.

Критерии оценки лабораторной работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.
2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.

4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф. и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов н/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.

Практическое занятие № 1.

Тема: «Изучение сопроводительной документации».

Цель работы: научиться вести учёт и отчётность по качеству и количеству на принятую и забракованную продукцию

Порядок выполнения работы

1. Отдел контроля качества

Из положения «Об отделе контроля качества»

1.1. Отдел контроля качества является самостоятельным структурным подразделением предприятия.

3. Задачи Функции подразделения :

3.1 Обеспечение выпуска предприятием качественной и конкурентоспособной продукции.

Проверка поступающих на предприятие материальных ресурсов (сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий) и подготовка заключений о соответствии их качества стандартам и техническим условиям. Составление актов приемочного контроля по качеству материальных ресурсов.

3.2 Предотвращение выпуска предприятием продукции, не соответствующей требованиям стандартов и технических условий, утвержденным образцам (эталонам), проектно-конструкторской документации. Операционный контроль на всех стадиях производственного процесса.

Проведение выборочного инспекционного контроля за качеством отдельных технологических операций (в том числе транспортировки), технологическим оборудованием и инструментом.

Оценка сортности продукции, выпускаемой предприятием. Клеймение принятой и забракованной продукции. Оформление в установленном порядке документации на принятую и забракованную продукцию.

Выявление причин несоответствия продукции требованиям нормативно-технической документации, определение возможности исправления брака и устранения дефектов, проведение мероприятий по их устранению. Проведение повторных проверок, понижение сортности продукции. Обеспечение изъятия из оборота продукции при невозможности (нецелесообразности) устранения дефектов и брака. Анализ и технический учет брака продукции.

3.3 Материально-техническое и методологическое обеспечение (нормативно-технической и технологической документацией, справочными материалами) поставок

продукции.

Определение номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений.

Организация двустороннего обмена информацией о качестве товара с потребителями. Оформление результатов контрольных операций, ведение учета показателей качества продукции, брака и его причин, составление периодической отчетности о качестве продукции.

Оформление документов, удостоверяющих качество продукции. Систематический контроль за состоянием контрольно-измерительных средств предприятия.

Своевременное проведение мероприятий, связанных с введением новых нормативов и стандартов. Участие в испытаниях новых образцов продукции, разработка технической документации на эту продукцию. Подготовка продукции к аттестации и сертификации. Участие в разработке разделов о качестве и комплектности договоров на поставку продукции.

Анализ рекламаций, изучение причин возникновения дефектов и нарушений технологии производства, выпуска брака и продукции пониженной сортности.

3.4 Соблюдение условий поставки, комплектности продукции по договорам.

Контроль за:

- качеством, комплектностью, упаковкой, консервацией продукции;
- соответствием выпускаемой продукции стандартам, техническим условиям, утвержденным образцам (эталонам), проектно-конструкторской документации;
- наличием товарного знака предприятия на готовой продукции;
- правильностью хранения в подразделениях предприятия и на складах материальных ресурсов и готовой продукции;

3.5 Укрепление производственной дисциплины, повышение ответственности всех звеньев производства за качество выпускаемой продукции. Разработка предложений по повышению качества выпускаемой продукции, а также по повышению требований к качеству потребляемых предприятием материальных ресурсов (сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий).

2. Ведение учёта и отчётности по качеству и количеству на принятую и забракованную продукцию

При производстве продукции иногда случается брак. Узнает о нем предприятие либо еще на стадии контроля качества, либо получив рекламацию от заказчика или потребителя. Какой-то брак исправляется, а какой-то может оказаться и неустранимым.

Определение производственного брака и причины возникновения

В соответствии с нормативными документами, производственный брак – это продукция, полуфабрикаты, детали, узлы и работы, которые не соответствуют стандартам, техническим условиям, строительным нормам (правилам) и не могут быть использованы по своему прямому назначению без дополнительных затрат на их исправление.

Производственный брак классифицируют в зависимости от характера дефектов и момента обнаружения.

В зависимости от характера дефектов различают брак:

исправимый (частичный) – изделия признаны непригодными, но могут быть доведены до заданного уровня качества путем дополнительных затрат с учетом экономической целесообразности;

неисправимый (окончательный) – изделия признаны непригодными и их исправление технически невозможно или экономически нецелесообразно, так как затраты на изготовление аналогичной новой продукции ниже, чем расходы на исправление брака.

В зависимости от места обнаружения брак подразделяется на:

- внутренний, обнаруженный в организации до отправки покупателю,
- внешний, обнаруженный покупателем.

Причиной брака могут стать как «объективные обстоятельства», например, поломка оборудования либо отключение электричества, так и «субъективные обстоятельства» – виной является поставщик материалов либо работник компании. Продавцу некачественных комплектующих выставляется претензия, которая взыскивается в добровольном или судебном порядке.

Документальное оформление брака

1. При внутреннем браке при отсутствии виновных лиц для документального подтверждения потерь от брака используют следующие документы:

- акт о выявлении брака (как устранимого, так и неустранимого);
- акт об уничтожении брака;
- акт об устранении брака.

Унифицированной формы первичного документа, подтверждающего факт возникновения брака продукции, законодательством не установлено, поэтому предприятие должно разработать форму самостоятельно.

Самостоятельно разработанная форма акта о браке должна содержать обязательные для первичного документа реквизиты:

- наименование забракованного изделия;
- номенклатурный, технический номер изделия;
- в чем состоит брак и его причины;
- количество забракованной продукции;
- исправимый брак или нет;
- кем допущен брак;
- стоимость брака по статьям затрат.

Задание

1. Какие инструменты изображены на фотографии, для чего они предназначены и как ими пользоваться?



Схематично изобразите их и сделайте соответствующие записи

Отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, краткое изложение теоретического материала, ответы на задания к практической части работы и выводы.

Критерии оценки практической работы работы:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе;
- правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится в том случае, если:

- правильно выполнил все задания;
- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;
- сделал поверхностные выводы по выполненной работе;
- ответил не на все контрольные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:

- неправильно выполнил задания;
- не сделал или сделал неправильные выводы по работе;
- не ответил на контрольные вопросы.

Список используемой литературы:

1. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. – ИЦ «Академия», 2016.

2. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. Практикум.. – ИЦ «Академия», 2016.
3. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении. - ИЦ «Академия», 2017.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. – М.: Машиностроение. 2016
5. Лупачев В.Г. Ручная дуговая сварка.- Минск. Высшая школа. 2016.
6. Чернышев Г.Г. Сварочное дело.- М.: Академия, 2016.
7. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций. – М.: Издательский центр ‘Академия’, 2018.
8. Лукьянов В.Ф. и др. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях. – Ростов р/Д: Феникс, 2019
9. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – Минск: Дизайн ПРО. 2016.