ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВИТЕБСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И. В.Шашлова

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА**

**СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ,

ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2-36 01 06 «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (ПО НАПРАВЛЕНІЯМ)»

2021

Автор: Асомов А. Н., преподаватель учреждения образования «Оршанский государственный политехнический колледж»

Разработано в соответствии с учебной программой учреждения образования, реализующего программы среднего специального образования, по учебной дисциплине «Контроль качества сварных конструкций», утвержденной директором колледжа, 2021 год.

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии № 6 – специальности 2-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства (по направлениям)»

Протокол № \_\_\_от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Пояснительная записка**

Программой учебной дисциплины «Контроль качества сварных конструкций» предусматривается изучение современных методов контроля качества процессов сварки, сварных соединений. Особое внимание уделяется неразрушающим методам контроля.

Изучение этой учебной дисциплины базируется на знаниях учащихся, полученных по учебным дисциплинам «Физика», «Химия», «Технология конструкционных материалов», «Технология и оборудование газопламенной обработки металлов», «Технология сварки плавлением», «Технология и оборудование сварки давлением».

Основной целью преподавания данной учебной дисциплины является ознакомление учащихся с основными необходимыми положениями различных методов контроля, физическими принципами основных методов контроля, а также с аппаратурой и материалами, методическими и технологическими вопросами применения контроля качества в производстве сварных конструкций.

Задачи изучения учебной дисциплины:

- дать целостное представление об области применения и технологии современных методов контроля качества сварных соединений;

- дать представление об устройстве и назначении оборудования, принадлежностей и дефектоскопических материалов;

- научить пользоваться стандартами и нормативной документацией на контроль качества сварных соединений;

- научить требованиям охраны труда при проведении контроля качества сварных соединений;

- научить выбирать наиболее эффективный и надежный метод контроля качества сварных соединений;

- научить проводить контроль качества в соответствии с технологическими требованиями;

- научить оформлять результаты контроля и делать выводы о качестве сварных конструкций.

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся должны знать на уровне представления:

- области применения методов контроля качества;

- общие сведения о неразрушающих методах контроля качества сварных соединений;

- общие сведения о разрушающих методах контроля качества сварных соединений;

- теоретические основы методов контроля качества;

должны знать на уровне понимания:

- классификацию основных методов контроля качества сварных соединений;

- технологические особенности рассматриваемых методов контроля;

- требования охраны труда при проведении контроля качества сварных соединений;

- принципы выбора наиболее эффективного и надежного метода контроля качества сварных соединений;

- устройство и назначение оборудования, принадлежностей и дефектоскопических материалов.

Должны уметь:

- пользоваться стандартами и нормативной документацией на контроль качества сварных соединений;

- выбирать наиболее эффективный и надежный метод контроля качества сварных соединений;

- проводить контроль качества соединений любым из рассмотренных методов контроля;

- оформлять результаты контроля и делать выводы о качестве соединений.

При изучении учебного материала следует соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами, Международной системой единиц (СИ), обращать внимание на знание требований по стандартизации и унификации, изучать вопросы охраны труда, безопасности жизнедеятельности и экологии при проведении работ с радиоактивными веществами.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений программой учебной дисциплины предусмотрено выполнение лабораторных работ, которые необходимо проводить после изучения соответствующих тем.

В целях контроля знаний учащиеся выполняют одну обязательную контрольную работу.

**Общие методические рекомендации по выполнению домашней**

**контрольной работы**

Приступая к изучению данной учебной дисциплины, учащийся-заочник должен ознакомиться с настоящими методическими рекомендациями, а также с рекомендуемой литературой.

Учебный материал необходимо изучать систематически в той последовательности, которая дана в программе. Переходить к изучению следующей темы можно только тогда, когда предшествующий материал полностью усвоен.

Рекомендуется следующая последовательность изучения учебного материала:

* ознакомление с содержанием темы и методическими указаниями по ее прохождению;
* усвоение программного материала по рекомендуемой литературе в соответствии с методическими указаниями по прохождению данной темы.

В процессе работы над учебным материалом рекомендуется вести конспект, в котором следует записывать основные положения изучаемого материала, иллюстрировать его чертежами, схемами и рисунками, а также делать ссылки на соответствующую литературу.

После изучения всего учебного материала программы должна быть выполнена домашняя контрольная работа.

Учебным планом учебной дисциплины предусмотрено выполнение одной домашней контрольной работы в соответствии с учебным заданием.

**Задания на домашнюю контрольную работу выбираются по таблице вариантов в соответствии с первой буквой фамилии и последней цифрой шифра учащегося. Каждый вариант состоит из пяти теоретических вопросов.**

Домашняя контрольная работа выполняется в школьной тетради объемом 12 листов. Тексты вопросов и ответов пишутся аккуратным, легко читаемым почерком чернилами (пастой) черного или фиолетового цвета без произвольных сокращений слов. Допускаются только общепринятые сокращения и аббревиатуры. На каждой странице необходимо оставлять поля шириной 25 мм для пометок и замечаний преподавателя. В конце тетради требуется оставлять не менее двух свободных страниц для рецензии.

Ответы на вопросы рекомендуется сначала писать в черновом виде на отдельных листах и только после всех исправлений и уточнений переписывать в тетрадь. Не допускается переписывание текста учебника или учебного пособия, нужно делать краткое конспективное изложение темы с технико-экономическими оценками и сравнениями различных способов контроля качества. Рекомендуется делать дополнения в соответствии со своим производственным опытом.

Схемы, чертежи и рисунки рекомендуется чертить графитными карандашами непосредственно на страницах работы или на отдельных листах плотной писчей бумаги. В текстовой и графической части следует соблюдать единую терминологию и обозначения в полном соответствии с действующими ГОСТами. Все рисунки должны иметь номера и названия.

На обложке домашней контрольной работы надо указать фамилию, имя, отчество, номер шифра, курс, специальность, наименование учебной дисциплины, номер контрольной работы. На последней странице выполненной работы указывается список используемых источников.

**Критерии оценки домашней контрольной работы**

Домашняя контрольная работа оценивается “зачтено”, если:

* выполнена в соответствии с вариантом;
* выполнены все задания;
* допущены незначительные ошибки в оформлении работы;
* есть несущественные недостатки в ответах.

Домашняя контрольная работа оценивается “не зачтено”, если:

-выполнена не в соответствии с вариантом;

- не раскрыто два задания, или есть грубые ошибки в заданиях

**Программа учебной дисциплины и методические**

**рекомендации по ее изучению**

**Введение**

Цель и задачи учебной дисциплины «Контроль качества сварных конструкций». Связь его с другими учебными предметами

Развитие сварочного производства. И роль контроля в повышении качества и надежности выпускаемой продукции. Развитие неразрушающих методов контроля, автоматизации контроля и применение ЭВМ. Службы контроля сварных конструкций в Республике Беларусь

Классификация видов технического контроля

Литература: [5, с.4-5]; [9, c. 5-9]

**Методические рекомендации**

Изучение следует начать с уяснения того, какое значение имеет качество продукции на современном этапе, какова его роль в деле ускорения научно-технического прогресса и совершенствования экономики. Здесь же следует обратить внимание на то, что в настоящий период задача заключается не только в определении показателей качества и разделении продукции на годную и непригодную, а в управлении качеством за счет систематического контроля и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество изделий.

Затем необходимо ознакомиться с терминологией по качеству, воспользовавшись ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения». Получить понятие о таких терминах, как «качество продукции», «дефект», «допустимый дефект», «недопустимый дефект», «критический дефект», «исправимый дефект», «неисправимый дефект», «брак» и др.

После этого можно перейти к ознакомлению с классификацией видов контроля качества сварных соединений, при этом следует иметь в виду, что главным классификационным признаком является характер взаимодействия или воздействия на контролируемый объект. По этому признаку методы испытаний подразделяются на два класса: разрушающего и неразрушающего контроля. Необходимо изучить классификационную таблицу, кратко пояснить применяемость каждого метода и его характеристику, отметив такие показатели как «чувствительность», «достоверность», «воспроизводимость результатов контроля» и др. Кроме учебников можно воспользоваться ГОСТ 3242-79 «Сварные соединения. Контроль качества». ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов». Закончить изучение темы можно ознакомлением с перспективами развития методов, автоматизацией и применением ЭВМ для контроля качества.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Скажите, что означает термин «качество продукции»?
2. Назовите и охарактеризуйте условия и факторы, влияющие на качество продукции.
3. Скажите, что означают термины: «допустимый дефект», «исправимый дефект», «неисправимый дефект»?
4. Назовите два класса методов контроля качества сварных соединений.

**Раздел 1 Качество сварки и дефекты сварных соединений**

**Тема 1.1 Общие сведения о качестве сварки и дефектах**

**сварных соединений**

Понятие о качестве продукции. Конструктивно-эксплуатационные и технологические факторы качества

Значение контроля исходных материалов перед сваркой. Документация на материалы. Контроль качества основного металла при наличии и отсутствии необходимой документации

Контроль качества сварочных материалов: электродов, сварочной и наплавочной проволоки, флюсов, защитных газов и материалов для дефектоскопии

Влияние качества заготовок и сборки под сварку на качество сварных конструкций. Требования нормативно-технической документации и стандартов к подготовке кромок и сборке сварных металлических конструкций и трубопроводов. Дефекты подготовки и сборки. Контроль качества подготовки кромок и сборки. Инструменты и приборы для контроля заготовок и сборки

Значение проверки технического состояния сварочного оборудования и инструмента для обеспечения высокого качества сварных швов. Периодичность контроля

Контроль технологической последовательности сварки и параметров режима

Требования к обеспечению дефектоскопичности изделий

Факторы влияющие на работоспособность конструкций. Нормы допустимости дефектов

Общие требования к сварочному оборудованию и средствам контроля

Требования к персоналу по контролю качества сварных соединений

Правила аттестации сварщиков. Значение проверки квалификации сварщиков

Понятие дефекта. Классификация дефектов сварки. Дефекты форм и размеров сварных швов. Наружные дефекты сварных швов. Внутренние дефекты сварных швов

Способы устранения дефектов

Литература: [1, c. 26-30, 12-22]; [3, c. 6-16]; [4, c. 6-23]; [5, c. 6-26]; [6, c. 18-19, 33-58]; [7, c. 4-25]; [9, c. 82-98, 99-125]

**Методические рекомендации**

Изучение темы рекомендуется начать с уяснения того, что на качество сварного соединения оказывает влияние комплекс различных факторов. Их можно сгруппировать как конструктивные, эксплуатационные, технологические, здесь же следует вспомнить сущность активного и пассивного контроля и управления качеством.

Затем можно перейти к рассмотрению этапов контроля. (до сварки, в процессе сварки, после сварки), установив логические связи между этапами, обеспечивающие активное воздействие на качество готового сварного изделия или сварной конструкции. При этом следует учесть, что основные требования к качеству сварки оговариваются в нормативно-технической документации (ГОСТ, ТУ, СНиП, технологических инструкциях, технических требованиях и т.п.). Необходимо составить классификационную таблицу этапов контроля: до сварки (предварительный), в процессе сварки (текущий), после сварки (окончательный).

После этого необходимо перейти к изучению контроля качества исходных материалов*.* Ознакомьтесь с документацией, сопровождающей материалы, заострив внимание на различии в контроле при наличии и отсутствии сертификатов, сопровождающих исходные материалы (основной и сварочные).

После этого рекомендуется ознакомиться с особенностями контроля качества основного металла, электродов, сварочной и наплавочной проволоки, флюсов, защитных газов и материалов для дефектоскопии.

Изучая контроль качества заготовок и сборки под сварку, следует пользоваться ГОСТами на типы и конструктивные элементы сварных соединений, выполняемых различными видами сварки (ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 8713-79, ГОСТ16037-80 и др.). Здесь необходимо обратить внимание на характерные дефекты заготовок, получаемых различными видами обработки, и их влияние на качество сварки, а также на зависимость качества сварки от качества сборки.

При изучении материала о проверке технического состояния оборудования, оснастки и инструмента следует иметь в виду, что он частично изучался в курсах «Оборудование для электрической сварки плавлением», «Технология и оборудование контактной сварки», но при этом необходимо увязать наиболее часто встречающиеся неисправности оборудования с конкретными сварочными дефектами.

Изучая материал о контроле технологии сварки, следует учитывать виды технологической документации, действующей на производстве. Здесь можно выделить контроль технологической документации в процессе изготовления сварных изделий. Здесь также уместно будет увязать отдельные отклонения и нарушения технической документации с конкретными сварочными дефектами.

Этап изучения предварительного контроля (до сварки) завершается ознакомлением с правилами проверки квалификации сварщиков, что учащимся-заочникам, как специалистам, должно быть хорошо известно. Здесь можно воспользоваться ЕТКС, правилами аттестации сварщиков, отметив особо необходимость испытаний дипломированных сварщиков, работающих на изготовлении ответственных конструкций, подведомственных ПРОМАТОМНАДЗОРу Республики Беларусь.

Изучение сварочных дефектов следует начать с их классификации, которую можно представить в виде таблицы. Затем следует ознакомиться с условными обозначениями различных дефектов по ГОСТ23055-78 «Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля» и их схематичным изображением [2, с.9-10].

После этого можно ознакомиться с влиянием дефектов на работоспособность сварной конструкции, увязав конструктивно-технологические и эксплуатационные факторы, оказывающие влияние на опасность тех или иных дефектов (объемные, трещиноподобные) для конкретной конструкции.

Особое внимание следует уделить конкретным дефектам, возникающим при различных видах сварки, причинам, их вызывающим, и способами устранения. Дефекты можно сгруппировать по расположению и способам выявления, например, наружные, или поверхностные, дефекты формы и размеров, дефекты-несплошности, выявляемые физическими методами контроля, и дефекты микроструктуры. По этому материалу рекомендуется составить таблицу со следующими графами: наименование дефекта, схематическое изображение дефекта, причины возникновения дефекта. Последнюю графу можно разделить: вид сварки (ручная, электродуговая в защитном газе, под флюсом, контактная и т.д.); вероятный источник возникновения дефекта (неисправность оборудования, некачественная заготовка или сборка под сварку нарушение параметров режима сварки или ТП). Можно ввести графу «Возможные способы устранения дефектов».

О причинах возникновения сварочных деформаций и напряжений вам известно из ранее изученных предметов спеццикла, поэтому этот материал следует просто повторить.

Подробно придется остановиться на нормах допустимости дефектов*,* а также и методах технологических приемах их устранения. Причем следует уяснить, что целесообразнее не исправление дефектов, а их предотвращение за счет предупредительного контроля.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Объясните, что называется браком сварных соединений?
2. Назовите, каким методам контроля подвергается основной металл.
3. Объясните, как осуществляется контроль заготовок?
4. Объясните, как осуществляется контроль сборки под сварку изделий?
5. Расскажите, какие дефекты возникают при сварке?
6. Назовите несколько способов устранения дефектов.

**Тема 1.2 Визуально-оптический и статистический контроль**

Визуально-оптический контроль как метод контроля качества заготовок под сварку, сварных швов и соединений. Подготовка сварных соединений к внешнему осмотру и измерению. Дефекты, выявляемые внешним осмотром. Измерение основных размеров сварных швов

Шаблоны, измерительный инструмент, оптические приборы, применяемые при внешнем осмотре (визуально-оптическом контроле)

Проведение контроля внешним осмотром. Оценка и оформление результатов контроля

Контроль труднодоступных мест

Понятие о статистическом анализе и регулировании качества.

Обратные связи в системе активного контроля качества сварки и производстве. Показатели качества. Формы учета и анализа качества сварных соединений. Документация по контролю качества сварки

Литература: [1, с. 214-224]; [3, с. 124-129]; [4, с.14-18]; [5, с. 50-67]; [6, с. 59-61]

**Методические рекомендации**

При изучении данной темы вначале следует повторить понятия активного или пассивного контроля и управления качеством. Затем можно рассмотреть функциональную схему контроля и управления качеством. Затем можно рассмотреть функциональную схему контроля и управления качеством, представленную в [2,с. 125]. После этого желательно определить задачи, решаемые в системе управления качеством, заострив внимание на комплексном характере системы. Так как в основе статистического анализа и регулирования качества лежат методы теории вероятности и математической статистики, не повредит освежить в памяти этот материал. Далее следует иметь в виду, что статистические данные (частота появления дефектов того или другого вида, среднее число дефектов на единицу длины шва и т.д.) собираются непосредственно на производственных участках, после чего производится их математическая обработка. Как правило, эти распределения случайных величин подчиняются экспоненциальному закону распределения. В результате такого анализа устанавливаются объемы контроля (объем выборки), достоверность контроля, производится оценка допустимости дефектов. Затем желательно отметить, что прогнозирование качества сварных соединений начинается еще на этапе проектирования сварных конструкций по задаваемым статистическим параметрам уровней дефектности, получаемых опытным путем. Здесь следует подчеркнуть, что наиболее точная и объективная оценка может быть получена при использовании комплекса основных показателей качества. Они не являются стабильными величинами и зависят от воздействия внешних факторов при изготовлении и эксплуатации изделий. Можно отметить такие показатели как структура материала, его химический состав, механические свойства, коррозионные свойства, типовые, электрические, оптические, химические, магнитные свойства, а также комплексные эффекты (магнитострикция, эффект Холла и т.д.), так как любое отклонение этих свойств от требований НТД является дефектом.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите показатели качества изделий.
2. Скажите, какие формы учета и анализа качества сварных соединений?
3. Назовите известную вам документацию по контролю качества.
4. Расскажите, как прогнозируется качество сварных изделий?

**Раздел 2 Неразрушающие методы контроля**

**Тема 2.1 Радиационные методы контроля**

Сущность и классификация радиационных методов контроля. Область применения

Природа и свойства рентгеновских и гамма-лучей

Радиоактивные нуклиды (изотопы), применяемые для радиационного контроля. Единицы измерения ионизирующих излучений. Конструкция, типы рентгеновских трубок, их маркировка. Рентгеновские аппараты, конструкция, принципиальные и электрические схемы, марки

Гамма-аппараты, их типы и конструкция

Назначение и характеристика радиографических пленок, усиливающих экранов, металлических экранов, эталонов чувствительности и других принадлежностей для радиографического контроля. Схемы зарядки кассет. Сущность процесса фиксирования дефектов на радиографической пленке. Выявляемые дефекты и их изображение на снимке. Чувствительность снимка. Схемы просвечивания по стандартам. Оценка качества при радиографировании сварных швов

Электрорадиография, ее сущность. Аппаратура, применяемая при электрорадиографии. Радиоскопический контроль. Сущность метода, его достоинства и недостатки. Радиоскопические детекторы. Радиоскопические установки с электронно-оптическими преобразователями. Рентгено-телевизионные установки, их типы и схемы

Радиометрический контроль, его сущность, схема, достоинства и недостатки. Методика проведения контроля

Воздействие ионизирующих излучений на организм человека. Санитарные нормы облучения. Индивидуальные дозиметры. Охрана труда при радиационном контроле

Правила хранения, транспортировки и эксплуатации радиоактивных изотопов. Устройство контейнеров для хранения и трансформации радиоактивных изотопов

Литература: [1, с. 91-143]; [3, с. 29-62]; [4, с. 118-182]; [5, с. 68-89]; [6, с. 80-96]; [7, с. 50-82]; [9, c. 273-360]

**Методические рекомендации**

Изучение радиационных методов контроля рекомендуется начать с уяснения их преимуществ, позволяющих применять эти методы как обязательные при контроле ответственных изделий. Составив классификационную таблицу радиационных методов, следует перейти к изучению физических основ радиационного контроля.

Вспомнив природу и сущность рентгеновских и гамма излучений, необходимо зарисовать схему рентгеновской трубки, схему и условия возникновения тормозного излучения при переходе электронов на близкие к ядру электронные оболочки. Здесь надо иметь в виду, что для целей контроля качества применяются не естественные радиоактивные вещества, например, уран, а искусственно полученные изотопы. Затем следует выписать единицы измерения ионизирующих излучений (энергия излучения, активность радиоактивного изотопа, интенсивность ионизирующего излучения, мощность поглощенной дозы, эквивалентная доза излучения и т.д.) и изотопы, применяемые для контроля качества сварных соединений, с указанием их основных параметров. Также можно составить таблицу основных параметров рентгеновских и гамма излучений (длина волны, частота). Завершить изучение этой темы необходимо четким перечислением свойств рентгеновского и гамма излучения, позволяющих использовать их для контроля качества сварных конструкций.

Изучение рентгеновских аппаратов следует начинать с принципиальной блок-схемы рентгеновской установки, назначения каждого блока, остановиться на конструкции рентгеновской трубки. Затем необходимо рассмотреть блок-схемы рентгеновских аппаратов трех типов (моноблоки, кабельные, импульсные), указав рациональные области применения аппаратов каждого типа. Затем необходимо перейти к изучению конкретных аппаратов, применяемых в сварочном производстве, после чего обзорно ознакомиться с устройствами для контроля больших толщин (линейными ускорителями, бетатронами, микротронами).

Изучение гамма-аппаратов желательно начать с составления принципиальной блок-схемы и уяснения назначения и конструктивных особенностей каждого блока. Затем можно составить классификационную таблицу гамма-дефектоскопов, взяв за основу такие признаки: условия использования, степень коллимации рабочего пучка, конструктивное исполнение. Завершить изучение темы можно рассмотрение кинематических или конструктивных схем и технических характеристик гамма-дефектоскопов (ГУП-Со-5; Стапель 5М, Гаммарид-11; Гаммарид-21 и др.).

Перейдя к изучению вспомогательного оборудования и материалов для радиационного контроля, в первую очередь следует рассмотреть строение рентгеновской пленки и процессы, протекающие в чувствительном слое при облучении рентгеновскими или гамма излучениями, после чего обзорно ознакомиться с типами экранных и безэкранных рентгеновских пленок и их характеристиками. После этого следует изучить металлические усиливающие экраны, защищающие пленки от рассеянного излучения, и на флуоресцирующие экраны, позволяющие сокращать время экспозиции от 10 до 50 раз, обратив внимание на их взаимное расположение при контроле. Затем следует изучить устройство кассет, компенсационные фильтры, диафрагмы и эталоны чувствительности. Следует учесть, что институтом им. Е.О. Патона разработана специальная фотобумага, значительно снижающая стоимость контроля.

Теперь можно приступать к изучению методов радиационной дефектоскопии.

Изучая радиографический метод*,* следует зарисовать его схему и описать сущность выявления изображения на рентгеновской пленке различных по характеру дефектов. Затем следует остановиться на технологии контроля: выбор источника излучения, выбор пленок и экранов, выбор схем и режимов просвечивания, подготовка изделия к просвечиванию, выполнение просвечивания, обработка снимков, расшифровка, оформление результатов контроля. При этом необходимо руководствоваться ГОСТ 7512-82 и ГОСТ 23055-78. Закончить изучение следует выводами о преимуществах, недостатках и рациональных областях применения радиографии.

Электрорадиографический метод контроля. Следует отметить, что в этом методе, в отличии от радиографии, детектором является полупроводниковый слой, нанесенный на проводящую подлотку. Необходимо перечислить свойства рентгеновских и гамма излучений, позволяющие в данном случае получить изображение сварного шва с дефектами. Далее необходимо рассмотреть схему последовательности процесса получения электрооентгенограммы (от зарядки пластины до ее очистки), характеризуя каждый переход технологического процесса контроля. После этого необходимо рассмотреть конструктивные особенности и характеристики электрорадиографических аппаратов, например, ЭРГА-П2; АРЕКС-2; ЭРЕНГ-2М. Закончить изучение темы можно анализом преимуществ и недостатков метода и сравнением его чувствительности с чувствительностью радиографии и указанием рациональных областей его применения.

Изучениерадиоскопического метода необходимо начать с уяснения его сущности: просвечивание изделий проникающими излучениями с преобразованием на детекторе скрытого радиационного изображения в светотеневое или электронное при последующем усилении и передаче этих изображений на выходной экран. Необходимо зарисовать блок-схемы радиоскопических установок и ознакомиться с устройством и принципом действия рентгеновского электронно-оптического преобразователя, элетронно-оптического усилителя и рентген-видикона. После этого необходимо изучить технологию контроля и отечественные установки для контроля (интроскоп РИ-60ТК, рентгенвидикон ЛИ-423 ит.п.). Завершить изучение этой темы можно сравнительным анализом преимуществ и недостатков метода, сравнением его чувствительности с чувствительностью радиографии, определением рациональных областей применения.

Изучать радиометрический метод можно в той же последовательности: сущность метода заключатся в преобразовании скрытого радиационного изображения сварного шва с дефектами в пропорциональный электрический сигнал (напряжение, ток); изобразить блок-схему радиометрии; ознакомиться с радиометрическими детекторами (сцинциляционными счетчиками, ионизационными камерами, газоразрядными счетчиками). Следует отметить преимущества данной методики контроля, ее недостатки, чувствительность и область применения.

Обзорно необходимо ознакомиться с принципами рентгеновской вычислительной томографии (получение подслойного рентгеновского изображения).

Тема «Техника безопасности и охрана труда при радиационном контроле» особенно важна, так как при всех методах радиационного контроля создаются особо вредные условия труда. Здесь следует обязательно знать документы, которыми необходимо пользоваться: «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП-72/80 и 950-72; «Правила радиационной безопасности» НРБ-2000; «Санитарные правила при радиационной дефектоскопии № 1171-74» и т.д. Необходимо знать сущность воздействия проникающих ионизирующих излучений на организм человека и меры, принимаемые для защиты от них, а также установленную допустимую дозу и предел дозы, индивидуальные средства защиты и регистрации излучений

**Вопросы для самоконтроля**

1. Объясните процесс получения рентгеновского излучения и гамма-излучения.
2. Объясните на чем основано выявление дефектов при просвечивании ионизирующим излучением.
3. Назовите несколько типов рентгеновских аппаратов.
4. Назовите преимущества и недостатки ксерографии и флюорографии.
5. Изобразите основные схемы радиоскопического контроля.

**Тема 2.2 Ультразвуковые методы контроля**

Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Природа ультразвуковых колебаний, их получение. Типы и скорость ультразвуковых волн. Распространение ультразвука. Свойства ультразвуковых колебаний

Методы ультразвукового контроля: эхо-метод, теневой, зеркально-теневой, эхо-зеркальный, эхо-теневой. Характеристика и области их применения. Ультразвуковые дефектоскопы, их типы. Функциональная блок-схема дефектоскопа

Пьезопреобразователи, их типы, конструкция. Стандартные образцы, испытательные (тест-образцы) и вспомогательные приспособления

Основные параметры ультразвукового контроля: частота колебаний, угол ввода луча, мертвая зона, разрешающая способность, точность измерения глубинометра

Чувствительность контроля: предельная, условная, реальная и др. Эталонирование чувствительности

Измерение дефектов. Основные измеряемые характеристики: наибольшая амплитуда сигнала, координаты (глубина, расстояние) дефекта, условные размеры (длина, высота, ширина) дефекта, число дефектов, параметры формы дефектов

Технология и схемы контроля стыковых, угловых и нахлесточных соединений. Дефекты этих соединений. Оценка качества соединений согласно нормативно-технической документации. Оформление результатов контроля. Требования безопасности труда при ультразвуковом контроле

Литература: [1, c. 61-91]; [3, c. 62-99]; [4, c. 24-115]; [5, с. 89-111]; [6, c. 96-117]; [7, c. 42-50]; [9, c. 373-461]

**Методические рекомендации**

Изучение методов ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений рекомендуется начинать с изучения физических основ ультразвуковых методов. Вначале следует уяснить природу (упругие механические колебания материальной среды с частотой выше 20кГЦ), получение и свойства ультразвуковых колебаний, используемых в дефектоскопии. Здесь особо следует отметить, что свойства ультразвука во многом определяются характером и упругими свойствами среды, в которой он распространяется, и выделить такие свойства, как направленность, ближняя и дальняя зоны, отражение от несплошностей, затухание.

Перейдя к изучению методов ультразвукового контроля, следует вначале составить их классификацию (термины и определения акустических методов регламентированы ГОСТ 23929-85; ГОСТ 14782-86). В тетради желательно зарисовать схемы ЭХО-метода, теневого, зеркально-теневого и других и указать рациональные области применения каждого из них.

Изучение подтемы «Ультразвуковые дефектоскопы» следует начать с их назначения и конструкции. Для этого нужно ознакомиться с общим видом и функциональной блок-схемой любого дефектоскопа, имеющегося в вашем учебнике, и записать в тетрадь назначение каждого блока. Затем следует остановиться на конструкции ультразвуковых пьезопреобразователей, зарисовав схемы прямого, наклонного и раздельно-совмещенных преобразователей и указать способы ввода ультразвука в изделие. После этого можно познакомиться со стандартными образцами и вспомогательными приспособлениями.

В заключение подтемы можно ознакомиться с техническими характеристиками двух-трех ультразвуковых дефектоскопов, выпускаемых в настоящее время (УД 3-71, А1214, [EPOCH 1000](http://www.ruscontrol.com/defektoskop-epoch-1000.html) и т.д.).

Прежде чем переходить к изучению технологии ультразвукового контроля, следует ознакомиться с параметрами контроля (длина волны, частота колебаний, угол ввода, мертвая зона, чувствительность реальная, условная и предельная и т.д.), эталонированием чувствительности.

При изучении технологии контроля рекомендуется выделить такие его этапы: подготовка к контролю, поиск дефектов, измерение дефектов, оценка качества сварного соединения, после чего подробно рассмотреть технологию каждого этапа. Изучая измерение дефектов, надо уяснить, как определяются координаты и условные размеры дефектов и классифицируется дефективность.

После этого следует ознакомиться с контролем стыковых соединений больших и малых толщин, угловых, тавровых нахлесточных соединений из различных материалов. Для закрепления материала можно решить несколько задач по определению параметров контроля.

В заключение темы можно записать преимущества ультразвукового контроля, одним из которых является легкая автоматизация процесса, и ознакомление с правилами техники безопасности.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите особенности распространения ультразвуковых волн в твердых телах.
2. Назовите основные элементы конструкции ультразвукового дефектоскопа.
3. Опишите схему перемещения искателя во время ультразвукового контроля.
4. Какие существуют схемы прозвучивания сварных соединений?

**Тема 2.3 Магнитные и электромагнитные методы контроля**

Физические основы и классификация магнитных и электромагнитных методов контроля.

Их классификация и область применения. Магнитопорошковая дефектоскопия, ее сущность

Схемы намагничивания и размагничивания. Магнитные порошки и суспензии, их характеристика. Аппаратура для магнитопорошковой дефектоскопии. Последовательность контроля. Чувствительность метода

Магнитографический метод контроля, сущность, область применения. Чувствительность метода. Применяемая аппаратура, ее типы, технические данные. Методика проведения контроля

Феррозондовый и вихретоковый методы, их сущность, области применения. Аппаратура применяемая при этих методах контроля

Техника безопасности труда при проведении контроля магнитным и электромагнитным методом

Литература: [1, с. 49-61]; [3, с. 99-109]; [4, с. 212-247]; [5, с. 111-130]; [6, с. 125-133]; [7, с. 82-91]; [9, с. 227-265]

**Методические рекомендации**

При изучении темы желательно вспомнить характеристики магнитного поля, магнитные свойства материалов, особенности поведения ферромагнитных материалов в переменных магнитных полях, после чего перейти к явлению искажения магнитных полей дефектами-несплошностями и структуре полей рассеяния над сварным соединением. Далее следует классифицировать методы магнитного контроля, составив классификационную таблицу и кратко охарактеризовав каждый метод.

Затем желательно ознакомиться со способами, схемами и средствами намагничивания и размагничивания, отметив, для выявления каких характерных дефектов рекомендуется каждый метод.

При изучении магнитопорошкового методарекомендуется остановиться на его сущности, составе магнитных порошков и суспензий, последовательности контроля, чувствительности, а в завершение ознакомиться с современными магнитопорошковыми дефектоскопами, в которых многие операции, кроме осмотра, автоматизированы, а результаты контроля представляются в виде фотографий или дефектограмм-реплик. Изучая магнитографию, рекомендуется соблюдать аналогичную последовательность: сущность метода, принципиальная схема метода, чувствительность и область применения, последовательность выполнения контрольных операций, магнитографические дефектоскопы (МДУ-2У; МД-40Г и др.)

Перейдя к изучению индукционных и феррозондовых методов, при которых в качестве входного преобразователя используются индукционные и феррозондовые датчики, следует иметь в виду, что они находят все большее применение, так как отличаются простотой конструкции дефектоскопов, повышенной надежностью и удобством. Последовательность изучения материала аналогична предыдущим методам.

Заканчивая изучение темы, следует остановиться на сущности вихретокового контроля, схемах формирования поля вихревых токов при отсутствии и наличии дефектов, технологии выполнения и применяемости метода; при этом очень важно запомнить, что вихретоковым методом можно контролировать любые металлы, после чего ознакомиться с выпускаемыми в настоящее время вихретоковыми дефектоскопами (ВД 3-71 и т.д.).

**Вопросы для самоконтроля**

1. Объясните на чем основано выявление дефектов при магнитных методах контроля?
2. Скажите, какие бывают схемы намагничивания при магнитных методах контроля?
3. Скажите, какие дефекты выявляются при магнитных методах контроля?
4. Объясните, на чем основан феррозондовый метод контроля.
5. Объясните сущность вихретоковых методов контроля.

**Тема 2.4 Капиллярные методы контроля**

Физические основы капиллярной дефектоскопии. Классификация капиллярных методов

Люминесцентный метод, область его применения. Аппаратура и материалы для люминесцентного метода. Методика контроля. Дефекты, выявляемые с помощью этого метода, его чувствительность

Люминесцентно-цветной метод

Техника безопасности труда при проведении капиллярного контроля

Литература: [1, с.41-49]; [3, с. 109-111]; [4, с. 184-211]; [5, с. 130-147]; [6, с. 118-125]; [7, с. 91-93]; [9, с. 209-216]

**Методические рекомендации**

Изучение капиллярных методов следует начать с уяснения физических основ явления капиллярного проникновения сорбции панетранта (индикатора), регистрации индикаторных следов. После этого можно составить классификационную таблицу методов капиллярного контроля, в зависимости от способа получения первичной информации, выделив люминесцентный метод, цветной метод (метод красок), люминесцентно-цветной, яркостный и комбинированный методы.

Затем рекомендуется ознакомиться с технологией выполнения каждого метода, воспользовавшись схемами, позволяющими наглядно воспроизвести каждую операцию (очистка поверхности, нанесение пенетранта, удаление пенетранта с поверхности и т.д.).

Изучая материалы для дефектоскопии (пенетранты, проявители и т.д.), следует не только запомнить их наименование и состав, но и их свойства, а также размеры выявляемых с их помощью дефектов. Этот материал рекомендуется занести в тетрадь в виде таблицы. Здесь же можно ознакомиться с устройством аэрозольного баллона.

После этого можно перейти к изучению аппаратуры для капиллярного контроля, которую можно подразделить на источники ультрафиолетового излучения, портативные дефектоскопические комплекты, стационарные лабораторные и цеховые установки и т.д. (например, КЛ-20Л; КД-31Л; КД-40ЛЦ и др.).

Особо можно остановиться на оценке качества капиллярного контроля, которое характеризуется порогом, классом и дифференциальной чувствительностью (можно воспользоваться ГОСТ 18442-80 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования»).

**Вопросы для самоконтроля**

1Объясните на чем основано выявление дефектов при капиллярных методах.

2 Укажите классификацию капиллярных методов.

3 Скажите, на какие этапы делят проведение капиллярного контроля?

4 Назовите дефекты, которые можно выявить капиллярными методами.

**Тема 2.5 Контроль непроницаемости сварных соединений**

Понятие герметичности. Причины нарушения герметичности сварных соединений. Требования к герметичности различных конструкций. Классификация методов контроля герметичности

Испытания непроницаемости сварных соединений керосином

Разновидность этого метода контроля, методика их проведения, чувствительность

Пузырьковые методы: пневмогидравлический, пневматический и вакуумный. Методика их проведения. Применяемое оборудование. Чувствительность пузырьковых методов

Химический метод контроля герметичности. Гидравлические испытания, их назначение и методика проведения

Манометрический метод

Контроль герметичности галогенным методом, его сущность, чувствительность. Галогенные течеискатели, их типы, технические данные, конструкция

Контроль герметичности масс-спектрометрическими течеискателями. Сущность, чувствительность метода. Применяемая аппаратура, ее типы, технические данные, конструкция. Технологические приемы масс- спектрометрического метода

Техника безопасности труда при проведении контроля герметичности

Литература: [1, c. 31-40]; [3, c. 111-122]; [4, c. 248-289]; [6, c. 69-70]; [7, c. 29-42]; [9, c. 217-224]

**Методические рекомендации**

Изучение следует начинать с определения понятий непроницаемость (герметичность), натекание, утечка, после чего уяснить, какие конкретные сварные конструкции должны подвергаться контролю непроницаемости в обязательном порядке. Следует иметь в виду, что негерметичность сварного соединения вызывается наличием в нем сквозных дефектов, поиск и определение места и величины которых является основной задачей данных методов контроля.

Выбор конкретного метода течеискания согласно ГОСТ18353-79 зависит от класса герметичности, устанавливаемого проектными нормативами в данной отрасли, и характеризуется величиной допустимых течей.

Рекомендуется составить классификационную таблицу методов контроля герметичности, руководствуясь ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» и ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества».

После этого можно переходить к изучению конкретных видов и методов контроля герметичности.

Масс-спектрометрический метод. Этот метод рекомендуется применять для контроля ответственных конструкций. Здесь необходимо уяснить почему именно гелий применяется в качестве пробного газа. Затем можно отметить параметры масс-спектрометрического контроля (чувствительность, разрешающая способность и т.д.) и перейти к изучению конструкции масс-спектрометрического контроля (чувствительность, разрешающая способность и т.д.) и перейти к изучению конструкции масс-спектрометрического дефектоскопа, в заключение проанализировав конструкцию конкретного течеискателя, например ПТИ-10. После этого можно перейти к изучению основных методов масс-спектрометрического контроля: накоплением, вакуумированием, методом щупа. Желательно зарисовать в тетрадь схему каждого метода, описать технологию и отметить чувствительность.

Изучая галогенный (галоидный) метод, следует отметить его применяемость и чувствительность, а также уяснить физические основы метода. Необходимо записать пробные газы и принцип их обнаружения датчиками течеискателей. Изучая конструкцию течеискателей, следует выделить их преимущества: небольшие габариты, на примере любого течеискателя, например, ГТИ-6 или ВГТИ-7, затем следует зарисовать в тетради схему галогенного контроля и описать его методику. Изучение контроля течеискателем желательно завершить ознакомлением с высокопроизводительными и автоматизированными установками.

Затем следует перейти к наиболее доступным методам контроля герметичности-капиллярным (можно начать именно с этих методов).

При изучении метода керосиновой пробы необходимо прежде всего остановиться на физических основах метода, отметив свойства керосина, позволяющие использовать его в качестве пробного вещества. Рекомендуется отметить размер выявляемых дефектов и чувствительность метода. Перейдя к изучению технологии контроля, нельзя забывать о подготовке к контролю, методике проведения контроля и регистрации сквозных дефектов в виде керосиновых пятен на меловой поверхности. Следует отметить, что кроме стыковых соединений, керосином можно контролировать нахлесточные соединения. Зарисуйте схему контроля. После этого можно обзорно ознакомиться с люминесцентным (люмогидравлическим) методом контроля герметичности.

Пузырьковые методы также достаточно просты и доступны, поэтому находят довольно широкое применение. Их можно дифференцировать на пневматические (пенным индикатором), пневмогидравлические («аквариум» «бароаквариум») и вакуумные. Изучая методику пневматических испытаний, следует отметить последовательность их выполнения, индикацию дефектов и чувствительность. Обязательно следует отметить, при каком давлении сжатого воздуха проводятся испытания замкнутых и открытых изделий, а также правила техники безопасности при работе со сжатыми газами. Также надо иметь в виду, что зимой пенообразователи необходимо добавлять вещества, понижающие температуру замерзания.

Пневмогидравлические методы «аквариум» и «бароаквариум» можно изучать в следующей последовательности: схема испытаний, контрольный газ, испытательное давление, индикация дефектов, рациональная область применения.

Последний из пузырьковых методов - вакуумный имеет основное преимущество - возможность контроля при одностороннем доступе к шву (сварному соединению). Здесь можно рассмотреть конструкцию вакуумных камер и вакуумных установок, методику проведения контроля и индикацию дефектов.

Гидравлическими испытаниями выявляются как локальные течи, так и общая негерметичность в открытых, закрытых сосудах и трубопроводах, а также производиться контроль прочности. Следует отметить, что эти испытания являются заключительными и проводятся после проведения интроскопии. Необходимо понять, что в качестве пробного и контрольного вещества используют рабочую жидкость, не влияющую на коррозийную стойкость контролируемого изделия. Затем следует определить физическую сущность гидроиспытаний - проникновение жидкости в полости сквозных дефектов и регистрацию их на противоположной стороне шва сварного соединения. После этого можно рассмотреть методы: наливом воды под напором, без напора, поливом струей воды, с применением люминесцентных индикаторных покрытий, падением давления.

Рассматривая манометрический метод контроля герметичности, следует отметить, что он позволяет определить как локальные утечки, так и суммарную (интегральную) негерметичность сварных трубопроводов и других изделий, работающих под давлением.

Этот метод основан на измерении давления жидкостей или газов с помощью манометров. Далее следует запомнить, что для определения интегральных утечек применяется способ падения давления, а для определения величины локальных утечек - способ дифференциального манометра. При изучении этого материала желательно ознакомиться со схемами контроля и технологией контроля, запомнить, что испытания проводятся после выполнения интроскопии, устранения выявленных недопустимых дефектов и опрессовки. Здесь надо иметь в виду, что давление и время опрессовки, давление и время выдержки под давлением при проведении манометрического контроля, а также допустимая величина падения давления оговаривается в технической документации.

Изучая химический метод контроля герметичности, следует сначала отметить, что этот метод основан на использовании химических реакций для индикации течей. Рассматривая технологию контроля, надо запомнить, что с наружной стороны шов покрывают индикаторным составом, а внутрь изделия подают жидкую или газообразную испытательную среду, в состав которой входит химически активное пробное вещество, которое проникнув через сквозной дефект, вступит в реакцию с компонентами индикаторного состава, что вызовет появление на нем цветных пятен. Далее можно записать примеры индикаторов для различных пробных веществ. Обзорно можно рассмотреть катарометрический метод (он основан на том, что электрическое сопротивление нагретой платиновой проволоки изменяется в присутствие пробного газа, прошедшего через сквозной дефект, что регистрируется прибором как изменение напряжения стрелочной, звуковой и световой индикаций) и радиационный метод, а также акустический, инфракрасный, искровый и др. Для закрепления материала рекомендуется дать сравнительный анализ изученных методов.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Расскажите, на каком физическом явлении основаны методы капиллярной дефектоскопии?
2. Назовите основные технологические операции капиллярного контроля.
3. Объясните в чем сущность метода керосиновой пробы?
4. Объясните, для каких конструкций применяют гидравлический метод течеискания?
5. Объясните, от каких факторов зависит выбор методов контроля герметичности изделий?

**Раздел 3 Разрушающие методы контроля**

**Тема 3.1 Механические испытания сварных соединений**

Классификация методов механического испытания сварных соединений и швов

Испытание на статическое растяжение сварного шва и сварного соединения. Формы и размеры образцов. Порядок проведения испытаний. Показатели испытаний

Испытание сварного соединения на статистический и ударный изгиб. Форма и размеры образцов. Порядок проведения испытаний, их показатели

Испытания на сплющивание и ударный разрыв. Форма и размеры образцов. Порядок испытаний, их показатели

Испытание сварных швов, сварных конструкций на усталость. Измерение твёрдости

Требования безопасности труда при проведении механических испытаний

Литература: [1, с. 148-179]; [3, с. 23-26]; [4, с. 12-14, 18-23]; [5, с. 147-171]; [6, с. 61-69]; [7, с. 94-113]

**Методические рекомендации**

Механические испытания регламентированы ГОСТ6996-66 и проводится для определения механических свойств сварного соединения и его участков. В начале изучения этой темы можно классифицировать механические испытания, выделив статические, динамические (ударные) и циклические (усталостные), и кратко охарактеризовать каждый вид испытаний и его назначения. Используя ГОСТ6996-66, следует ознакомиться с порядком проведения испытаний, обработкой результатов испытаний и испытательным оборудованием.

Затем следует изучить каждый вид испытаний. Изучая испытания металла шва и направленного металла на растяжение, нужно обратить внимание на то, что форма образцов при этих испытаниях различна (круглые - при испытаниях наплавленного металла; плоские - при испытаниях сварного соединения).

Изучая испытания на статический изгиб, следует отметить, что они проводятся для определения пластичности сварного соединения, при этом показателем пластичности служит угол загиба, при котором образуется первая трещина в любом месте образца. Далее можно ознакомиться с формой образцов и методикой контроля, а также испытаниями на хрупкость образцов с надрезом, в вершине которых выращивается усталостная трещина.

Испытания на ударный изгиб проводятся для определения ударной вязкости при данной температуре σн, при этом надо обратить внимание на форму образцов, методику испытаний и образование для каждого вида испытаний.

Далее можно ознакомиться с определением твердости сварного соединения по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу, отметив, что по числу твердости можно приближенно оценить предел прочности при растяжении. Например, для углеродистых сталей 

Испытания при переменных нагрузках выполняются как на образцах, так и на готовых изделиях и конструкциях. Пределом выносливости считают наибольшее напряжение, которое металл выдерживает без разрушения при заданном цикле нагружений (107 циклов для стали). Для испытаний применяются пульсаторы или вибраторы, позволяющие развить мощное переменное усилие.

В заключение темы нужно ознакомиться с правилами оформления результатов механических испытаний и документами, которые выдаются лабораторией после проверки, а также с основными требованиями безопасности труда при проведении механических испытаний.

**Вопросы для самоконтроля**

1 Дайте определение понятию «механические свойства металлов».

2 Объясните, каково назначение механических испытаний?

3 Классифицируйте механические испытания образцов по характеру нагружения?

4 Дайте определение статическим испытаниям.

6 Дайте определение динамическим испытаниям.

7 Дайте определение усталостным испытаниям.

8 Дайте характеристику испытаниям на растяжение.

**Тема 3.2 Металлографическте исследования сварных**

**соединений**

Цели проведения металлографических исследований

Сущность металлографического исследования сварных соединений. Виды металлографического контроля. Контроль вида излома

Оборудование, приспособления и инструменты для проведения металлографических исследований

Способы подготовки образцов для проведения микро- и макроанализа

Травление металла шва. Микроструктуры, макроструктуры соединений

Дефекты, выявляемые при металлографическом контроле

Химический анализ

Литература: [1, с. 148-179]; [3, с. 23-26]; [4, с. 12-14, 18-23]; [5, с. 147-171]; [6, с. 61-69]; [7, с. 94-113]

**Методические рекомендации**

Металлографические исследования помогают выявить изменения, происходящие в структуре металла при различных режимах сварки и термообработки, а также дефекты шва и установить причины их образования.

Здесь подробно надо ознакомиться с характеристиками, определяемыми при макро- и микроисследованиях. При макроисследованиях, которые выполняются на изломах, засверленных отверстиях и специально подготовленных образцах, выявляются форма и размеры сварного шва и сечений, направление роста кристаллитов, размеры, зоны термического влияния, дефекты сварного соединения. При исследовании изломов определяют вид разрушения (пластичное или хрупкое). На образцах определяют распределение серы и фосфора (ликвации) в сварном соединении с помощью засвеченной бромсеребряной фотобумаги, выдержанной в 5% водном растворе серной кислоты. Бумага накладывается на шов, выдерживается в таком положении и фиксируется. Сера и фосфор будут видны в виде коричневых пятен.

Далее следует сравнить подготовку образцов для макро- и микроисследований, а также составы реактивов для их обработки.

Изучая микроисследования сварных соединений, надо обратить внимание на то, что при этом выявляется строение металла в отдельных участках или зонах сварного соединения при увеличении в 100-1000 раз. Выявляется величина зерна, содержание углерода, микродефекты и т.д. в качестве документа контроля используются микрофотографии при соответствующем увеличении.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Объясните, каково назначение металлографического контроля?
2. Объясните, с какой целью производят травление металла?
3. Объясните, как производят подготовку металла для металлографического контроля.
4. Расскажите последовательность проведение макроанализа.
5. Расскажите последовательность проведение микроанализа.
6. Расскажите какие дефекты можно выявить, проведя металлографические исследования.

**Тема 3.3 Коррозионные испытания сварных соединений**

Общие понятия о коррозионных испытаниях сварных швов и соединений

Виды коррозии. Классификация способов испытания на стойкость против общей и межкристаллитной коррозии

Образцы для испытаний. Методика проведения испытаний коррозионных испытаний

Техника безопасности при проведении испытаний на коррозионную стойкость соединений

Литература: [1, с. 148-179]; [3, с. 23-26]; [4, с. 12-14, 18-23]; [5, с. 147-171]; [6, с. 61-69]; [7, с. 94-113]

**Методические рекомендации**

В начале изучения темы следует вспомнить, что называется коррозией и какие процессы лежат в основе коррозийных явлений. Необходимо разобраться в основных видах коррозии, которым подвержены сварные швы, и причинах их возникновения. Нужно знать, что коррозия может быть общей, межкристаллитной и усталостной и имеет различные проявления.

Рекомендуется ознакомиться с различными методами определения коррозионной стойкости сварных соединений и порядком подготовки образцов для различных испытаний. Необходимо знать технику проведения коррозионных испытаний и уметь дать оценку коррозионной стойкости на основании разработанных методик.

**Вопросы для самоконтроля**

1 Объясните, каково назначение коррозионных испытаний?

2 Назовите известные Вам методы проведения коррозионных испытаний.

3 Опишите технику проведения коррозионных испытаний.

**Тема 3.4 Химический и спектральный анализ сварных**

**соединений**

Значение контроля химического состава исходных материалов и наплавленного металла для обеспечения высокого качества сварных соединений. Методика отбора проб на химический анализ

Спектральный анализ. Сущность спектрального анализа, его значение для сортировки металла. Персональные и стационарные стилоскопы

Фотографический и фотоэлектрический способы определения состава сварных швов. Методы локального спектрального анализа

Литература: [1, с. 148-179]; [3, с. 23-26]; [4, с. 12-14, 18-23]; [5, с. 147-171]; [6, с. 61-69]; [7, с. 94-113]

**Методические рекомендации**

Химический анализ проводится при исследовании сварных соединений, а также при разработке и освоении, а также при разработке и освоении новой сварочной технологии. При исследовании сварных соединений обычно проводят химический анализ основного, присадочного (электродов и проволоки) и направленного металла шва.

Необходимо ознакомиться с физической сущностью спектрального анализа и оборудованием для его проведения. Нужно знать устройство и оптическую схему стилископа СЛП, а также устройство генератора для возбуждения дуги типа ПГД.

Следует ознакомиться с назначением и проведением газового анализа, применяемым оборудованием, методами определения содержания кислорода, азота и водорода в металле сварного шва, а также знать порядок оформления результатов анализа.

**Вопросы для самоконтроля**

1 Объясните, каково назначение спектрального анализа.

2 Укажите цель проведения химического анализа.

3 Назовите этапы проведения спектрального анализа.

4 Назовите этапы проведения химического анализа.

**Тема 3.5 Выбор метода и организация контроля металлов и**

**сварных соединений**

Требования, предъявляемые к контролю качества металлов и сварных соединений различных конструкций.

Выбор метода контроля качества металлов и сварных соединений в зависимости от назначения, габаритов и формы изделия и от условия работы

Литература:[1, с. 142-147]; [3, с. 16-22]; [4, с. 14-18]; [6, с. 4-17, 30-33]

**Методические рекомендации**

В связи с тем, что материал темы освещен в специальной литературе недостаточно, его изучение может встретить затруднения, поэтому рекомендуем: следовать нижеприведенным указаниям.

В современных условиях имеется большое разнообразие видов неразрушающего контроля (согласно ГОСТ18353-79 предусмотрено 9 видов Н.К.), поэтому при выборе вида, метода и средств контроля необходим тщательный анализ их технико-экономическая активности. При выборе метода контроля учитывается не только назначение сварной конструкции, но и возможность использования метода на предприятии-изготовителе изделия или строительно-монтажной площадке. Далее следует отметить, что система контроля характеризуется такими взаимосвязанными параметрами, как объект контроля, метод контроля, средства контроля, документация на контроль, условия контроля, исполнитель (контролер). Повышение категории (класса) сварного соединения требует применения более совершенных методов, средств документации, более высокой квалификации контролеров. При этом может повыситься производительность контроля, но одновременно возрастут затраты на оборудование контроля, заработную плату контролеров и т.д. из этого можно сделать выбор, что при функционировании системы контроля взаимодействуют два фактора: эффект - желательный результат, и затраты - нежелательный результат. Поэтому эффективность системы контроля определяется соотношением эффекта и затрат.

Однако необходимо иметь в виду, что учитывается и такой фактор, как выявляемость, то есть вероятность обнаружения дефекта. Это отношение числа обнаруженных дефектов к общему числу дефектов. Выявляемость во многом зависит от типа дефекта, что в свою очередь зависит от чувствительности метода, контролепригодности конструкции и т.п. Современные методы контроля не всегда дают информацию о реальных дефектах, каждый метод имеет определенный диапазон выявляемых дефектов и их размеров.

Поэтому здесь следует повторить характерные особенности и чувствительность изученных методов контроля.

Далее следует иметь в виду, что разработана методика определения эффективности применения метода контроля через К Т.Э.-комплексный показатель технико-экономической эффективности,  связывающий анализируемые факторы контроля (фактор размера дефекта, фактор затрат по контролю, фактор контролепригодности конструкции и фактор условий контроля) с коэффициентами весомости факторов (αі) при этом сумма αі = 1. Таким образом, критерием выбора метода контроля является К Т.Э.= max.

Для выбора факторов контроля можно воспользоваться методиками, разработанными различными научными институтами.

Таким образом, пользуясь достаточно простым математическим аппаратом, мы имеем возможность не только выбрать оптимальный и рациональный метод контроля, но и оценить его экономическую эффективность.

В заключение изучения темы желательно кратко ознакомиться с организацией службы контроля, предварительно вспомнив о нормативном и оптимальном уровнях качества, обеспечивающих минимум затрат при достаточном запасе надежности конструкции. Затем следует записать в тетради задачи, решаемые путем организации контроля качества, структуру службы контроля, которая должна обеспечить выполнение двух функций контроля-предупредительной и приемочной.

После этого рекомендуется ознакомиться с организацией контроля на вашем предприятии и новыми образцами форм «Контроль-учет» КУ-1 и «Контроль сборочных работ» КСР-1.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите требования к контролю качества металлов и сварных соединений различных конструкций.
2. Объясните, исходя из каких условий выбираются методы контроля качества?
3. Расскажите организацию службы контроля в заводских и монтажных условиях.

**Задания на домашнюю контрольную работу по дисциплине**

**«Контроль качества сварных конструкций»**

1. Составьте классификационную таблицу методов контроля качества сварных конструкций и кратко охарактеризуйте каждый метод
2. Составьте таблицу дефектов сварных швов и соединений по следующей схеме (таблица 1)

Таблица 1 – Дефекты сварных швов и соединений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  дефекта | Возможное  расположение в сварном соединении | Условное  обозначение дефекта | Возможные причины образования  дефекта | Для какого вида сварки характерен дефект |
|  |  |  |  |  |

1. Опишите мероприятия по предупреждению дефектов в сварных конструкциях
2. Опишите влияние дефектов на прочность сварных соединений и способы исправления дефектов
3. Опишите мероприятия по контролю качества основного и сварочного материалов, заготовок и сборки под сварку
4. Изложите технологию контроля качества сварных конструкций и изделий внешним осмотром и обмером
5. Составьте классификационную таблицу методов контроля непроницаемости (герметичности) и кратко охарактеризуйте каждый метод
6. Опишите сущность, оборудование и методы масс-спектрометрического контроля
7. Сравните вакуумный метод контроля герметичности с другими пузырьковыми методами
8. Опишите методики выполнения гидравлических испытаний и укажите рациональные области применения
9. Опишите физические основы и методы магнитного контроля, способы намагничивания и намагничивающие устройства
10. Опишите технологию проведения вихретокового и феррозондового контроля
11. Дайте описание сущности, оборудования и технологии капиллярного метода
12. Сравните методы, позволяющие выявлять поверхностные дефекты
13. Составьте классификационную таблицу радиационных методов контроля и кратко охарактеризуйте каждый метод
14. Сравните природу, получение и свойства рентгеновских и гамма-лучей
15. Сравните оборудование для рентгеновского и гамма-контроля
16. Сравните радиографический и электрорадиографический (ксерорадиографический) методы контроля
17. Опишите радиоскопический и радиометрические методы контроля
18. Опишите вредное воздействие проникающих излучений на организм человека. Каковы способы охраны труда и окружающей среды при контроле проникающими излучениями?
19. Опишите природу, получение и свойства ультразвука, позволяющие применить его для контроля качества сварных конструкций
20. Выполните сравнительный анализ методов ультразвуковой дефектоскопии
21. Дайте блок-схему ультразвукового дефектоскопа, охарактеризуйте назначение его узлов и опишите порядок настройки дефектоскопа на параметры
22. Опишите технологию ультразвукового контроля, поиск дефектов, определение их координат и размеров
23. Обоснуйте целесообразность применения ультразвуковой дефектоскопии в сварочном производстве
24. Составьте классификационную таблицу разрушающих методов контроля и кратко охарактеризуйте каждый метод. Обоснуйте необходимость применения разрушающих методов контроля
25. Сравните между собой статические, динамические и циклические испытания
26. Опишите цели, преследуемые металлографическими исследованиями, составьте классификационную таблицу металлографических исследований
27. Обоснуйте целесообразность применения металлографических исследований и опишите технологию макро- и микроисследований
28. Обоснуйте целесообразность химического и спектрального анализа и опишите методику их выполнения
29. Опишите методы коррозионных испытаний сварных соединений, включая испытания на межкристаллитную коррозию
30. Сравните химическую и электрохимическую коррозию сварных соединений. Обоснуйте необходимость применения коррозионных испытаний сварных соединений
31. Раскройте сущность статистических методов контроля и управления качеством сварки
32. Докажите, что качество сварки можно прогнозировать и планировать
33. Опишите организацию контроля качества на предприятии, где Вы работаете, применяемые виды контроля

Таблица 2 - Варианты заданий для домашней контрольной работы по учебной дисциплине «Контроль качества

сварных конструкций»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первая буква фамилии | Последняя цифра шифра | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| А Б В | 5;14;17; 28; 33 | 1;12;16  27; 31 | 2;13;17;  28; 32 | 3;14;18 22; 33 | 4;8;19; 23; 34 | 5; 9; 20; 24; 35 | 6;10;21 25; 29 | 7;11;15 26; 30 | 1; 9;17; 25; 33 | 2;10;18;26; 34 |
| Г Д Е | 3;11;19;27; 35 | 4;12;20 28; 29 | 5;13;21;22; 30 | 6;14;15 23; 31 | 7; 8;16; 24; 32 | 1;13;18 23; 35 | 2;14;19 24; 29 | 3; 8;20; 25; 30 | 4;9; 21; 26; 31 | 5;10;15;27; 32 |
| Ж З И | 6;11;16;28; 33 | 7;12;1722; 34 | 1;10;19;28; 30 | 2;11;20 22; 31 | 3;12;21 23; 32 | 4;13;15 24; 33 | 5;14;16 25; 34 | 6;8;17; 26; 35 | 7; 9;18; 27; 29 | 1;14;20;26; 32 |
| К Л М | 2; 8; 21; 27; 33 | 3; 9;15; 28; 34 | 4;10;16;22; 35 | 5;11;17 23; 29 | 6;12;18 24; 30 | 7;13;19 25; 31 | 1;11;21 24; 34 | 2;12;15 25; 35 | 3;13;16 26; 29 | 4;14;17;27; 30 |
| Н О П | 5; 8;18; 28; 31 | 6; 9;19; 22; 32 | 7;10;20;23; 33 | 1; 8;15; 22; 29 | 2; 9;16; 23; 30 | 3;10;17 24; 31 | 4;11;18 25; 32 | 5;12;19 26; 33 | 6;13;20 27; 34 | 7;14;21;28; 35 |
| Р С Т | 1;12;15;24; 22 | 2;13;16 25; 33 | 3;14;17 26; 34 | 4;8;18; 27; 35 | 5;9;19; 28; 29 | 6;10;20 22; 30 | 7;11;21 23; 31 | 1;9;16; 22; 34 | 2;10;17 23; 35 | 3;11;18;24; 29 |
| У Ф Х | 4;12;19;25; 30 | 5;13;20 26; 31 | 6;14;21 27; 32 | 7; 8;15; 28; 33 | 1;13;17 27; 29 | 2;14;18 28; 30 | 3; 8;19; 22; 31 | 4; 9;20; 23; 32 | 5;10;21 24; 33 | 6;11;15;25; 34 |
| Ц Ч Ш | 7;12;16;26; 35 | 1;10;18 25; 31 | 2;11;19 26; 32 | 3;12;20 27; 33 | 4;13;21 28; 34 | 5;14;15 22; 35 | 6; 8;16; 23; 29 | 7; 9;17; 24; 30 | 1;14;19 23; 33 | 2; 8; 20; 24; 34 |
| Щ | 3; 9; 21; 25; 35 | 4;10;15 26; 29 | 5;11;16 27; 30 | 6;12;17 28; 31 | 7;13;18 22; 32 | 1;11;20 28; 35 | 2;12;21 22; 29 | 3;13;15 23; 30 | 4;14;16 24; 31 | 5; 8;17; 25; 32 |
| Ю, Я | 6; 9;18; 26; 33 | 7;10;19 27; 34 | 1; 8;21; 26; 30 | 2; 9;15; 27; 31 | 3;10;16 28; 32 | 4;11;17 22; 33 | 5;12;18 23; 30 | 6;13;19 24; 35 | 7;14;20 25; 29 | 2;11;21;25; 30 |

**Список используемых источников**

1. Волченко, В.Н. Контроль качества сварных конструкций / В.Н.Волченко. – Москва: Машиностроение, 1986. – 152 с.
2. Кретов, Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении / Е.Ф.Кретов. – Санкт-Петербург: Издательство «Свен», 2007. – 296 с.
3. Куликов, В.П. Контроль качества сварных соединений / В.П.Куликов, В.Г.Лупачев. – Минск: Полымя, 2001. – 479 с.
4. Моцохин, С.Б. Контроль качества сварных соединений / С.Б.Моцохин. – Москва: Стройиздат, 1985. – 233 с.
5. Овчинников, В.В. Контроль качества сварных соединений / В.В.Овчинников. – Москва: Академия, 2009. – 204 с.
6. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: Справочник в 2-х книгах / под ред. В.В. Клюева. – Москва: Машиностроение, 1986.
7. Ханапетов, М.В. Контроль качества сварных соединений / М.В.Ханапетов. – Москва: Стройиздат, 1979. – 180 с.
8. Шебеко, Л.П. Контроль качества сварных соединений / Л.П.Шебеко, А.П.Яковлев. – Москва: Стройиздат, 1972. – 170 с.
9. Щербинский, В.Г. Методы дефектоскопии сварных соединений / В.Г.Щербинский. – Москва: Машиностроение, 1987. – 160 с.