

Утверждаю:
Генеральный директор
ООО «Технотест»



Г.Н. Тузенко
«03» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ» (ВИК)

Тема 1. Общие сведения по неразрушающему контролю. Требования СДАНК-02-2020.

Лекция: 3 ч.

Всего: 3 ч.

- Основные методы неразрушающего контроля (визуально-измерительный, капиллярный, магнитный, радиационный, ультразвуковой), область их применения, сравнительные характеристики; преимущества и недостатки.

Требования СДАНК-02-2020:

- Требования к персоналу;

- Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.

Существует два типа контроля: разрушающий и неразрушающий.

Разрушающий – когда ОК разрушается после проведенного контроля.

Неразрушающий – целостность и структура ОК не нарушается.

В нашей программе мы будем заниматься изучением неразрушающего типа контроля.

1. Основными методами неразрушающего контроля являются:

1.1. Визуальный и измерительный контроль.

Преимущества:

визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии.

Недостатки:

выявляет только поверхностные дефекты. Зависит от квалификации специалиста.

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) является базовым при выполнении НК. Без проведения ВИК нецелесообразно приступать к контролю другими методами: большинство нормативных и технических документов требует первоначального исправления дефектов, выявленных при ВИК. Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля.

Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла.

Цель визуального контроля – выявление вмятин, трещин, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов, а также отклонения геометрических форм и формы сварного соединения.

1.2. Капиллярный.

Капиллярный контроль – самый чувствительный метод НК. К капиллярным методам неразрушающего контроля относят методы, основанные на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в поверхностные и сквозные дефекты. Образующиеся индикаторные следы обычно регистрируются визуальным способом. С помощью капиллярных методов определяется расположение дефектов, их протяженность и ориентация на поверхности. Капиллярная дефектоскопия применяется при необходимости выявления малых по величине дефектов, к которым не может быть применен визуальный контроль. Контроль капиллярным методом проводится в соответствии с ГОСТ 18442. Простейшей разновидностью капиллярного контроля является метод «мел-керосин». В настоящее время керосин и мел почти полностью уступили место высокочувствительным пенетрантным системам, обеспечивающим лучшую проникающую способность и выявляемость дефектов.

Капиллярные методы используются для контроля объектов любых размеров и форм, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других ферромагнитных материалов. С помощью капиллярной дефектоскопии возможен контроль объектов из ферромагнитных материалов в случае, если применение магнитопорошкового метода невозможно в связи с условиями эксплуатации объекта или по другим причинам.

Капиллярная дефектоскопия применяется в таких отраслях промышленности, как энергетика, авиация, ракетная техника, судостроение, металлургия, химическая промышленность, автомобилестроение. Капиллярная дефектоскопия используется при мониторинге ответственных объектов перед приемкой и в процессе эксплуатации

В зависимости от способов получения первичной информации капиллярные методы подразделяют на:

- Цветной (хроматический);
- Яркостный (ахроматический);
- Люминесцентный;
- Люминесцентно-цветной

Процесс выявления несплошностей капиллярным методом подразделяют на пять стадий:

- Подготовка объекта (очистка) ;
- Заполнение полостей индикаторным пенетрантом;
- Удаление излишков индикаторного пенетранта;
- Нанесение проявителя;
- Контроль

В результате примененных при цветной дефектоскопии процессов на белом фоне контрастным цветом (как правило, красным) выделяются дефекты. Индикаторные следы несплошностей проявляются после высыхания проявителя; изготовитель может рекомендовать короткий срок дополнительной выдержки (например, пять минут или более)

для полного проявления индикаторных следов. Трещины, складки, несплавления в сварных швах обнаруживаются в виде цветных линий. Глубокие дефекты могут проявляться в виде точек, образующих линию. Поры обнаруживаются в виде рассеянных скоплений точек.

Особенность методики контроля сквозных дефектов (трещин, течей) на тонкостенных изделиях заключается в нанесении пенетранта и проявителя с разных сторон контролируемого изделия. Прошедший насквозь пенетрант будет хорошо виден с другой стороны контролируемого объекта.

Результат контроля оценивается визуально и может быть задокументирован с помощью фото- и видеоаппаратуры или перенесен на клейкую пленку.

При применении люминесцентных (флюоресцентных) пенетрантов исследование результатов происходит при ультрафиолетовом освещении в темном помещении. Дефекты проявляются в виде светящихся линий и точек желто-зеленых оттенков.

1.3. Магнитный.

Магнитная дефектоскопия представляет собой комплекс методов неразрушающего контроля, применяемых для обнаружения дефектов в ферромагнитных металлах (железо, никель, кобальт и ряд сплавов на их основе). К дефектам, выявляемым магнитным методом, относят такие дефекты как: трещины, волосовины, неметаллические включения, несплавления, флокены. Выявление дефектов возможно в том случае, если они выходят на поверхность изделия или залегают на малой глубине (не более 2-3 мм).

Магнитные методы основаны на изучении магнитных полей рассеяния вокруг изделий из ферромагнитных материалов после намагничивания. В местах расположения дефектов наблюдается перераспределение магнитных потоков и формирование магнитных полей рассеяния. Для выявления и фиксации потоков рассеяния над дефектами используются различные методы.

Наиболее распространенным методом магнитной дефектоскопии является магнитопорошковый метод. При использовании метода магнитопорошковой дефектоскопии (МПД) на намагниченную деталь наносится магнитный порошок или магнитная суспензия, представляющая собой мелкодисперсную взвесь магнитных частиц в жидкости. Частицы ферромагнитного порошка, попавшие в зону действия магнитного поля рассеяния, притягиваются и оседают на поверхности вблизи мест расположения несплошностей. Ширина полосы, по которой происходит оседание магнитного порошка, может значительно превышать реальную ширину дефекта. Вследствие этого даже очень узкие трещины могут фиксироваться по осевшим частицам порошка невооруженным глазом. Регистрация полученных индикаторных рисунков проводится визуально или с помощью устройств обработки изображения.

1.4. Радиационный.

Радиографический контроль (РК) основан на зависимости интенсивности рентгеновского (гамма) излучения, прошедшего через облучаемое изделие, от материала поглотителя и его толщины. Если контролируемый объект имеет дефекты, то излучение поглощается неравномерно и, регистрируя его распределение на выходе, можно судить о внутреннем строении объекта контроля.

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, инородных включений (вольфрамовых, шлаковых), а также для выявления недоступных для внешнего осмотра подрезов, выпуклости и вогнутости корня шва, превышения проплава.

Минимальный размер дефекта, который может быть обнаружен радиографическим методом, зависит от его формы и местонахождения. Лучше всего выявляются дефекты, имеющие протяженность вдоль пучка проникающего излучения. Изображение на снимке границ таких дефектов получается более резким, чем дефектов, имеющих криволинейную форму. Если дефект расположен под углом к направлению просвечивания, то чувствительность радиационного метода ухудшается и зависит от величины раскрытия дефекта и угла между направлением просвечивания и направлением дефекта. Экспериментально установлено, что дефекты с малым раскрытием (трещины) не выявляются, если угол пучка излучения по отношению к оси трещины больше 7° .

Радиографический контроль не выявляет следующие виды дефектов:

- если их протяженность в направлении просвечивания менее удвоенного значения абсолютной чувствительности контроля;
- трещин и непроваров с раскрытием менее 0,1 мм, если толщина просвечиваемого материала до 40 мм, 0,2 мм – при толщине материала от 40 до 100 мм, 0,3 мм – при толщине материала от 100 до 150 мм;
- трещин и непроваров, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания;
- если изображение несплошностей и включений совпадает на радиографическом снимке с изображением посторонних деталей, острых углов или резких перепадов толщин свариваемых элементов.

Допустимые размеры дефектов в контролируемых объектах указывают в чертежах, технических условиях, правилах контроля или другой нормативно-технической документации. При отсутствии НТД, допустимые несплошности и включения могут быть определены по ГОСТ 23055-78 «Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля».

1.5. Вихретоковый.

Вихретоковый метод неразрушающего контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, создаваемых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля (ОК) этим полем.

Впервые вихревые токи были обнаружены французским учёным Араго (1786—1853) в 1824г. в медном диске, расположенном на оси под вращающейся магнитной стрелкой. За счёт вихревых токов диск приходил во вращение.

В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (одна или несколько), называемая вихретоковым преобразователем (ВТП). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электромагнитном объекте.

Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на катушках или их сопротивление, получают информацию о свойствах объекта и о положении преобразователя относительно его.

Вихретоковый контроль обеспечивает возможность поиска дефектов и оценку свойств объектов контроля, имеет широкий спектр применения в промышленности, как при изготовлении деталей, так и при их ремонте. Современное оборудование вихретокового контроля позволяет обрабатывать и хранить данные, полученные при проведении контроля, а автоматические, многокоординатные системы сканирования дают возможность производить визуализацию ОК с высокой точностью.

Область применения вихретокового метода контроля:

- неразрушающий контроль лопаток паровых турбин, тепловые канавки, поверхность осевого канала роторов турбин и т.д., сварные соединения и гибы трубопроводов, корпусное оборудование, резьбовые соединения, детали любой формы и размеров промышленного и транспортного оборудования;
- толщинометрия измерение толщины тонких труб и тонкого листового проката, определение коррозионных повреждений, толщины защитных покрытий;
- структуроскопия оценка исходного и текущего состояния металла тепломеханического оборудования ТЭС. Оценка качества термообработки, определение состава контролируемого вещества, сортировка объектов;
- измерение глубины поверхностных трещин в электропроводящих магнитных и немагнитных материалах.

Основными преимуществами вихретокового метода являются:

- высокая чувствительность к микроскопическим дефектам, которые находятся на поверхности либо в непосредственной близости от исследуемого участка металлического объекта;
- возможность проведения бесконтактного контроля (измерения);
- высокая производительность (возможность проведения контроля на высоких скоростях);
- простота автоматизации.

Недостатки вихретокового метода контроля:

- возможное искажение одного параметра другими, при организации многокоординатного контроля
- контроль только электропроводящих изделий
- относительно невысокая глубина контроля

Ультразвуковой метод контроля был предложен советским физиком С.Я. Соколовым в 1928 году и в настоящее время является одним из основных методов неразрушающего контроля. Методы ультразвуковой дефектоскопии позволяют производить контроль сварных соединений, сосудов и аппаратов высокого давления, трубопроводов, поковок, листового проката и другой продукции. Ультразвуковой контроль является обязательной процедурой при изготовлении и эксплуатации многих ответственных изделий, таких как части авиационных двигателей, трубопроводы атомных реакторов или железнодорожные рельсы.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля ультразвуковой метод обладает важными преимуществами:

- высокая чувствительность к наиболее опасным дефектам типа трещин и непроваров;
- низкая стоимость;
- безопасность для человека (в отличие от рентгеновской дефектоскопии);
- возможностью вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса;
- при проведении УЗК исследуемый объект не повреждается;
- возможность проводить контроль изделий из разнообразных материалов, как металлов, так и неметаллов.

К недостаткам ультразвукового метода контроля можно отнести невозможность оценки реального размера и характера дефекта, трудности при контроле металлов с крупнозернистой структурой из-за большого рассеяния и сильного затухания ультразвука, а также повышенные требования к состоянию поверхности контроля (шероховатости и волнистости). А также отсутствия документации.

1.7. Тепловой.

Тепловой контроль – один из видов неразрушающего контроля, основанный на фиксации и преобразовании инфракрасного излучения в видимый спектр. Тепловой метод применяется во всех отраслях промышленности, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов.

В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля (ТНК) стал одним из самых востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве. В России повышение интереса к тепловому контролю, во многом связано с принятием Федерального закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении», регламентирующим энергоаудит объектов с целью экономии ресурсов. Согласно данным в законе определениям, базовым методом контроля текущего состояния промышленных объектов является тепловой метод. Основными достоинствами теплового контроля являются: универсальность, точность, оперативность, высокая производительность и возможность проводить контроль дистанционно.

По одной из классификаций, можно выделить следующие виды теплового контроля:

- Тепловизионный контроль
- Контроль теплопроводности
- Контроль температуры
- Контроль плотности тепловых потоков.

Условно различают пассивный и активный тепловой контроль. Пассивный ТНК не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия. Активный ТНК напротив, предполагает нагрев объекта внешними источниками.

Пассивный метод теплового контроля подразумевает, что возникновение теплового поля в объекте контроля происходит при его эксплуатации или изготовлении. Тепловой

контроль с использованием пассивного метода является наиболее распространенным методом ТК и широко применяется практически во всех отраслях современной промышленности. Основное преимущество метода — контроль объектов без вывода из эксплуатации и отсутствие необходимости дополнительных манипуляций, связанных с нагревом объекта. Типичные объекты пассивного теплового контроля — это строительные конструкции, работающие электроприборы, контакты под напряжением и другие промышленные объекты. Приборы теплового неразрушающего контроля, наиболее часто применяемые при пассивном методе это тепловизоры, пирометры, инфракрасные термометры, измерители тепловых потоков и логгеры данных.

Активный метод теплового контроля применяется, когда во время эксплуатации объект самостоятельно не выделяет тепловое излучение достаточное для проведения ТК. При активном методе теплового контроля, объект нагревается различными внешними источниками. Типичные объекты, контролируемые данным методом это многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты, требующие внешней тепловой нагрузки.

В зависимости от способа измерения температуры, приборы теплового контроля разделяют на: контактные и бесконтактные.

В настоящее время, наиболее распространёнными приборами для контактного измерения температуры являются: термопары, металлические и полупроводниковые сопротивления, термоиндикаторы, термокарандаши, манометрические и жидкостные термометры. К бесконтактным приборам теплового контроля относятся тепловизоры, термографы, квантовые счетчики, радиационные пирометры и др.

Среди приборов теплового контроля, самыми востребованными в настоящее время являются тепловизоры. Доля задач теплового контроля, решаемая с помощью тепловизоров настолько велика, что часто употребляется термин тепловизионный контроль.

Тепловизор — устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветовое поле, где определённой температуре соответствует определённый цвет. В большинстве моделей тепловизоров, информация записывается в память устройства и может быть обработана на ПК при помощи специального программного обеспечения.

Различают наблюдательные и измерительные тепловизоры. Наблюдательные приборы просто выдают инфракрасное изображение наблюдаемого объекта, а измерительные могут присваивать цифровому сигналу каждого пикселя, соответствующую ему температуру, в результате чего получается тепловая карта контролируемой поверхности.

Лабораторий неразрушающего контроля, которые применяют вышеперечисленные методы на объектах повышенной опасности, должны быть аттестованы согласно СДАНК 01-2020. Требования, предъявляемые к работникам, проводящим контроль, должны соответствовать «Правилам аттестации персонала в области неразрушающего контроля» СДАНК 02-2020.

И так, поговорим о требованиях и правилах аттестации персонала.

В связи с отменой ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля» в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 06.08.2020 года №1192, Наблюдательным советом Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве (координирующий орган – АО «НТЦ «Промышленная безопасность»), было принято решение о введении с 1 января 2021 года для использования в рамках Единой системы оценки соответствия СДАНК-02-2020 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля».

Настоящий документ устанавливает требования к персоналу в области неразрушающего контроля (НК) и порядок (процедуры) его аттестации в Системе неразрушающего контроля, сформированной в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28

марта 2001 г. № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации».

Правила распространяются на аттестацию персонала, выполняющего НК технических устройств (в том числе передвижных), применяемых (эксплуатируемых) на опасных производственных объектах (далее – ОПО), зданий и сооружений на ОПО, предназначенных для осуществления технологических процессов, хранения сырья или продукции, перемещения людей и грузов, локализации и ликвидации последствий аварий, при осуществлении видов деятельности в области промышленной безопасности, для обеспечения контроля фактического технического состояния технических устройств, зданий и сооружений на ОПО и контроля качества работ, выполняемых в отношении них.

Аттестация персонала проводится в целях подтверждения его компетентности при выполнении видов деятельности, связанных с НК технических устройств, зданий и сооружений, применяемых и (или) эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

Персонал в области НК в зависимости от его подготовки и производственного опыта аттестуется по трем уровням профессиональной квалификации – I, II, III.

Настоящие правила охватывает деятельность по изготовлению, строительству, монтажу, ремонту, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании, обследовании и экспертизе технических устройств, зданий и сооружений (далее объектов) с применением следующих методов (видов) НК:

- визуального и измерительного (ВИК);
- ультразвукового (УК);
- акустико-эмиссионного (АЭ);
- радиографического (РК);
- магнитного (МК);
- вихретокового (ВК);
- проникающими веществами: капиллярного (ПВК), течеискания (ПВТ);
- вибродиагностического (ВД);
- электрического (ЭК);
- теплового (ТК);
- оптического (ОК).

Экзаменационные центры осуществляют: Аттестация в системе неразрушающего контроля
Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля СДАНК-02-2020 Стр. 3 из 38
прием и анализ документов у кандидатов на аттестацию; подготовку необходимых средств НК для проведения экзаменов; проведение экзаменов на I и II уровни с оформлением соответствующих протоколов. Решение об аттестации на основании представленных экзаменационным центром документов принимает Независимый орган, при котором он организован. Удостоверение оформляется Независимым органом. Экзаменационный центр руководствуется организационными и методическими документами, документами системы менеджмента, сборниками экзаменационных вопросов Независимого органа, а также использует экзаменационные образцы, утвержденные Независимым органом.

Уровень квалификации	Требования	
	к образованию	к специальной подготовке
I уровень	Среднее общее, среднее профессиональное	Подготовка по программам, утвержденным Независимым органом
II уровень	Среднее профессиональное или высшее по специальности,	Подготовка по программам, утвержденным Независимым органом

	предусматривающей обучение по НК	
III уровень	Среднее профессиональное или высшее по специальности, предусматривающей обучение по НК	Подготовка по программам, утвержденным Независимым органом или самостоятельная подготовка в процессе работы по НК с разработкой методических документов

Лицо, аттестованное на I уровень квалификации, выполняет работы, по НК в соответствии с письменными инструкциями и под руководством персонала II или III уровней. В соответствии с областью аттестации, указанной в квалификационном удостоверении, специалист I уровня может быть уполномочен работодателем выполнять следующие действия в соответствии с инструкцией НК: настраивать оборудование НК; осуществлять НК; записывать и классифицировать результаты контроля в соответствии с нормами и критериями, установленными в нормативных технических и методических документах; представлять результаты контроля. Лицо, аттестованное на I уровень, не несет ответственность за выбор применяемого метода (вида) контроля или способа контроля, не проводит оценку результатов контроля.

Лицо, аттестованное на II уровень квалификации, выполняет работы по НК в соответствии с разработанными методиками НК. В соответствии с областью аттестации, указанной в квалификационном удостоверении, специалист II уровня может быть уполномочен работодателем: выбирать способ контроля НК для используемого метода (вида) контроля; определять ограничения в применении метода (вида) контроля; перерабатывать правила, стандарты, спецификации и методики по НК в инструкции по НК применительно к существующим рабочим условиям; настраивать и проверять настройку оборудования; осуществлять контроль и руководить им; интерпретировать и оценивать результаты в соответствии с применяемыми стандартами, правилами, спецификациями или методиками; выполнять и руководить за выполнением всех обязанностей персонала II или I уровней; руководить персоналом II или I уровня; оформлять результаты НК.

Лицо, аттестованное на III уровень квалификации, выполняет работы и руководит операциями по НК в соответствии с областью аттестации, указанной в квалификационном удостоверении, в том числе. самостоятельно осуществляет выбор методов (видов) и способов НК, оборудования и персонала; выполняет и руководит любыми заданиями для персонала всех уровней; руководит персоналом НК всех уровней; разрабатывает, проводит редакторскую или техническую правку и подтверждает инструкции и методики по НК; интерпретирует стандарты, правила, спецификации и методики; оценивает и интерпретирует результаты контроля; участвует в приеме квалификационных экзаменов на I, II, III уровни квалификации, если он уполномочен Независимым органом; определяет конкретные методы (виды) контроля, методики и инструкции по НК для их применения.

Кандидат, проходящий аттестацию, сдает квалификационный экзамен. Квалификационный экзамен охватывает данный метод (вид) НК по одному или более секторам объектов контроля. Квалификационный экзамен на I и II уровни квалификации включает: общий экзамен по физическим основам и закономерностям конкретного метода (вида) НК; специальный экзамен по технологии НК данным методом (видом) объектов конкретного вида по действующим стандартам, нормативным и методическим документам; экзамен на знание правил безопасности; практический экзамен, подтверждающий производственные навыки кандидата и включающий разработку технологических карт или письменных инструкций для специалистов II уровня с итоговым

собеседованием.

Общий экзамен включает только вопросы, отобранные случайным образом из сборника экзаменационных вопросов по общему экзамену Независимого органа, действующего на дату экзамена. От кандидата требуется, как минимум, дать ответы на экзаменационные вопросы с вариантами ответов, количество которых приведено в таблице 1.

Метод НК	Количество вопросов
АЭ, ВК, ТК, РК, УК, ВД	40
МК, ПВК, ПВТ, ВИК, ЭК, ОК	30

В экзамен по радиографическому контролю должны быть включены вопросы по радиационной безопасности. Экзамен по радиографическому контролю может включать вопросы по рентгеновскому или гамма-излучению, либо по обоим сразу в соответствии с процедурой Независимого органа.

Практический экзамен на I и II уровни квалификации должен подтвердить владение кандидатами средствами НК, технологией контроля, умение провести регистрацию, проанализировать результаты в соответствии с нормативными и методическими документами и для кандидатов II уровня - составить заключение по результатам контроля. Заключительной частью практического экзамена является итоговое собеседование.