

УДК 620.179.14

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Спиридонова Е.Н., Сокол А.А

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Неразрушающий контроль – контроль, при котором работоспособность технических устройств должна оставаться прежней, как до него. Основной задачей данного метода контроля является нахождение дефектов, а также определение прочности конструкций и некоторых других параметров из различных материалов. Приборы, используемые для контроля, определяют качество изготовленного изделия, при этом учитываются совокупность окружающих факторов, влияющих на погрешность контроля.

Приборы неразрушающего контроля – приборы, применяемые в различные методы неразрушающего контроля для определения качества и нужных характеристик, а также определения надёжности работы в дальнейшем проверяемых объектов.

Исходя из назначения прибора неразрушающего контроля, происходит один или несколько способов контроля. Разделение происходит по методам и задачам, решаемым прибором.

По ГОСТ 18353–79 методы неразрушающего контроля подразделяют на [1]:

- Акустический.
- Магнитный.
- Оптический.
- Проникающими веществами.
- Радиационный.
- Радиоволновый.
- Тепловой.
- Электрический.
- Электромагнитный.

Рассмотрим на примере нескольких методов и применяемые для них приборы.

Магнитный метод неразрушающего контроля

Благодаря этому методу можно определить взаимосвязь остаточного магнитного поля или его искажений с качеством исследуемого объекта. Он применяется для контроля твердости некоторых типов сталей, а также, при дефектоскопии ферромагнитных сплавов и материалов. Выделяют три главных вида таких исследований:

- Феррозондовый (измерение проводится феррозондовым дефектоскопом).
- Магнитопорошковый (измерение выполняется магнитно-порошковым дефектоскопом).

- Магнитографический (измерение выполняется магнитно-индукционным дефектоскопом).

Данные приборы настроены на регистрацию магнитных полей рассеяния прямо над имеющимися дефектами. Это позволяет выявить дефекты на простых поверхностях и, в некоторых случаях, непосредственно под ними.

При сканировании магнитным полем вдоль сварного соединения, в случае появлении на его пути дефекта, наступает разбалансировка феррозондового датчика, величина которой, заранее заданная, свидетельствует о наличии дефекта.

Для магнитопорошкового метода используют дефектоскопы нескольких видов: стационарные, передвижные, переносные. Первые чаще применяются на заводах, вторые и третьи – в полевых условиях.

Дефектоскоп состоит из источника тока, предметов для подведения тока к проверяемой поверхности, устройства для намагничивания поверхности, например, электромагнитов или соленоидов, предметов для нанесения порошка или суспензии, средств измерения магнитного поля.

Работа данного дефектоскопа базируется на создании магнитного поля над поверхностью проверяемого изделия. Для нахождения дефектов всю поверхность детали покрывают специальным порошком или суспензией. Наибольшее количество силовых линий магнитного поля будет сосредотачиваться над дефектом, например, в виде трещины, и только с удалением от нее будет уменьшаться. Частицы порошка скапливаются у дефекта, таким образом можно определить его наличие.

Рассмотрим способ контроля с помощью феррозонда. При его передвижении вдоль детали возникают всплески сигнала, величина которых напрямую связана с наличием дефекта на поверхности. Благодаря этому, могут быть обнаружены дефекты размером от 0,1 мм в глубину и несколько микрометров по ширине. В том числе можно выявить трещины и под немагнитным покрытием до 6 мм. Данным методом контролируются сварные, литые изделия и некоторые другие.

Магнитографический контроль основан на намагничивании поверхности шва и одновременной регистрации величины магнитного поля с помощью магнитной ленты. После этого информацию о величине магнитного поля анализируют магнито-чувствительными элементами, входящими в магнитографический дефектоскоп.

Для изготовления магнитной ленты используется триацетат или лавсан, на которые наносят ферромагнитные частицы. Благодаря магнитографическим дефектоскопам осуществляется расшифровка записей. Дефектоскопы делят по способу индикации: импульсные, телевизионные.

В первом случае на экране электроннолучевой трубки изображаются импульсы, имеющие различную амплитуду, в зависимости от размера дефекта. При использовании дефектоскопа с видео индикацией рельеф полей рассеяния изображается на мониторе в виде обычной магнитограммы отдельных участков сварного соединения.

В настоящее время актуальны дефектоскопы МД-9, которые используют импульсный метод намагничивания, МД-11 (телевизионное изображение), а также используются двойные типы дефектоскопов (МДУ-2У, МД-10ИМ, МГК-1).

Акустический метод неразрушающего контроля

Данный способ базируется на создании колебаний определенной частоты и амплитуды в проверяемом объекте, при анализе отраженного сигнала, можно определить реакцию объекта на эти колебания. При помощи программ создается двумерное сечение конструкции при этом, не разрушая её. Существует две главные группы методик данной дефектоскопии:

- Активные – подача колебаний определённой частоты и скважности и фиксация отклика на них проверяемой конструкции.
- Пассивные – измерение построено исключительно на приеме колебаний и импульсов.

Колебания, превышающие 20 кГц, называются ультразвуком. Он позволяет проверить конфигурацию и качество большинства материалов.

Основные преимущества данной методики:

- низкая цена оборудования;
- компактность установок;
- безопасность использования;
- высокая чувствительность и пространственное разрешение нахождения дефекта.

Тем не менее, ультразвуковой метод практически не применяется в конструкциях с крупнозернистой структурой и чрезмерной шероховатостью.

Акустический дефектоскоп состоит из генератора электрических импульсов, которые в дальнейшем попадают на излучатель в виде пьезоэлектрического преобразователя. Пьезоэлектрический преобразователь, в свою очередь, устанавливается на исследуемый объект и возбуждает в нем ультразвуковой импульс. Попадая внутрь, ультразвуковая волна отразится либо от внутренней стенки (если нет погрешностей в структуре), либо от самого дефекта. После этого отраженная ультразвуковая волна попадет на пьезоэлектрический преобразователь, сигнал усиливается и попадает на генератор развертки электроннолучевой трубки монитора, где можно производить анализ параметров дефекта.

Радиоволновой метод неразрушающего контроля

Задачей этого метода является фиксация изменяющихся параметров электромагнитных волн, проходящих сквозь исследуемый объект. Чаще всего волны имеют сверхвысокочастотный диапазон длиной 1-100 мм. Применяется предпочтительно в диэлектриках, а также полупроводниках и металлических объектах с тонкими стенками.

С его помощью можно выявить:

- всевозможные расслоения, воздушные пузыри, трещины и т. п.
- инородные частицы всевозможной формы и размера;
- неоднородности структуры.

В зависимости от источника различают активные и пассивные методы:

- Пассивные – контроль излучения проверяемого объекта и сред, находящихся за ним, в диапазоне сверхвысоких частот.

- Активные – применение маломощных источников сверхвысоких частот – излучений.

При активных методах контроля используются, как правило, маломощные источники сверхвысоких частот-излучений, с интенсивностью излучения равной 1 Вт.

Электрический метод неразрушающего контроля

Данный метод заключается в создании электрического поля внутри изучаемого предмета путем прямого или косвенного воздействия. При прямом воздействии исследуют электрическое возмущение поля при воздействии спектростатического, переменного стационарного и постоянного тока. При косвенном воздействии – исследуются возмущения неэлектрического происхождения. Взаимодействие электрического поля с исследуемым объектом постоянно оценивается и сравнивается с емкостью и потенциалом образца, т.е. с исходными заданными характеристиками.

Принцип действия основывается на регистрации падения потенциала. Для этого изучаемый объект помещается в электрическое поле для определения нужных характеристик материала, и анализируется реакция объекта на источник электрического поля. В качестве источника исследования может выступать электрический конденсатор, являющийся также электро-емкостным преобразователем.

Эти методы используются в случаях:

- распознавание дефектов;
- измерение толщины слоев и стенок;
- разбраковка металлов по маркам.

Необходимость контакта с исследуемым объектом, высокие требования к чистоте поверхности объекта, затруднения при автоматизации процесса, и большая зависимость полученных данных от окружающей среды являются основными недостатками данного метода.

В первую очередь определяются емкость и потенциал. Если через исследуемый объект или его зону проходит ток, то на плотность и силу между электродами, прилегающими к поверхности объекта, влияют неоднородности материала. Это физическая основа электрического метода.

Оптический метод неразрушающего контроля

Основными сферами применения являются:

- исследование вентиляционных каналов на проходимость;
- нахождение скрытых пустот в материалах;
- исследование различных конструкций и сооружений;
- исследование специального оборудования (сантехника, трубопровод и т.д.).

Основой исследования является изучение взаимодействия изучаемого объекта и оптическим излучением, которое представляет собой ультрафиолетовые и инфракрасные области спектра. Так как они скрыты от человеческого поля зрения, то для фиксации их параметров во время

взаимодействия с объектом используется специальное измерительное оборудование. Оно различается в зависимости от типа фиксируемого излучения.

На начальных этапах исследования применялись бароскопы. Они состоят из нескольких тонких трубок с увеличивающими устройствами и подсветкой. В результате развития технологий на смену им пришли эндоскопы, которые могут использоваться для осмотра не только внешней поверхности объекта, но и для труднодоступных участков.

Основным преимуществом таких устройств является измерение на значительных расстояниях, оснащение их фото и видеокамерами. Также они имеют особую конструкцию, защищающую прибор от пыли и влаги. Источник освещения не нагревается. Это позволяет использовать данный метод даже на взрывопожароопасных объектах.

Одними из основных методов данного контроля являются:

- внешнее наблюдение. Используется для обнаружения выраженных несовершенств на поверхности материала;
- перископический метод. Он позволяет изучать вытянутые узкие проемы в прямом направлении;
- эндоскопический метод. Позволяет проводить проверку вытянутых форм изогнутой формы.

Радиационный метод неразрушающего контроля

В данном методе анализируется и регистрируется ионизирующее излучение, взаимодействующее с изучаемым объектом.

Ионизирующие излучения подразделяются на:

- корпускулярное (масса частичек отличается от нуля). Это альфа-, бета-излучение, нейтронное излучение;
- электромагнитное, в нем, длина волны очень мала (включает рентгеновское и гамма-излучение).

Для исследований чаще всего применяются рентгеноскопия и гамма-скопия. Различаются они лишь используемыми источниками излучения. Тем не менее, они имеют общую методику контроля.

Рентгенографический контроль является наиболее используемым в данном методе. Генерирование рентгеновского излучения происходит при помощи рентгеновской трубки: в ней излучение возникает при взаимодействии быстрых электронов с атомами вещества анода. Полученные данные рентгенографии можно наблюдать на пленке или пластине.

Это наиболее достоверный метод контроля объектов, соединенных сваркой, контроля трубопроводов и приборов, используемых при проведении проверки промышленной безопасности. С его помощью можно выявить как трещины, так и шлаковые, а также вольфрамовые инородные включения в стальных сварных и литых изделиях (толщина до 80 мм), изделиях из легких сплавов – до 250 мм.

Нельзя обнаружить:

- неоднородности, включения, размер которых меньше, чем удвоенная чувствительность контроля;

- трещины в случае несовпадения направления просвечивания;
- неоднородности и включения, когда их изображения на регистрируемых фотоснимках совпадают с изображениями инородных включений, острых углов, перепадов трещин.

Тепловой метод неразрушающего контроля

При этом виде контроля инфракрасное излучение преобразовывается после регистрации в видимый спектр.

Благодаря точности, универсальности и возможности проводить контроль удаленно, этот метод в настоящее время приобрел большую популярность.

Выделяют два основных вида контроля: активный и пассивный.

В случае, когда объект не испускает тепловое излучение, которого было бы достаточно для проведения контроля, применяется активный метод. По этой причине исследуемый объект приходится нагревать внешними источниками. Такой вид контроля применяется, например, к многослойным объектам и объектам искусства.

Когда же тепловое поле возникает в объекте в процессе его эксплуатации, применяется пассивный метод. Он более распространен, чем активный. Главным достоинством данного метода является исследование объекта без вмешательства в его работу и внешнего нагрева. Чаще всего объектами, исследуемыми таким способом, являются эксплуатируемые электроприборы, контакты, находящиеся под напряжением и иные промышленные конструкции.

Необходимость использования приборов чаще всего возникает при пассивном методе контроля. Для бесконтактного измерения применяются пирометры, измерители тепловых потоков, тепловизоры, логгеры, инфракрасные термометры.

В настоящее время часто используются термопары, манометрические и жидкостные термометры, термокарандаши.

После исследования данные считываются и перемещаются на персональный компьютер (ПК) для последующей обработки и архивации.

Контроль дефектов проникающими веществами

Сущность данного метода заключается в проникновении веществ в существующие дефекты.

Выделяют две группы методов:

- капиллярный;
- контроль течеисканием.

При капиллярном контроле на подготовленную поверхность наносят жидкость-индикатор, проникающую внутрь дефектов благодаря капиллярным силам. После чего поверхность обдувают или протирают, а жидкость, заполнившая дефекты, остается. Следующим шагом является нанесение проявителя (вещество поглощает жидкость из дефектов, но остается окрашенной).

Контроль течеисканием делят на следующие виды:

- гидравлические – воздействуют давлением жидкости с одной стороны исследуемого объекта;

- пневматические – напор воздуха, под давлением, воздействует на исследуемый объект в течение некоторого времени;
- вакуумные – используют перепад давления посредством откачки воздуха из объекта;
- химической индикацией течей – наносят вещество-индикатор, подают газ под высоким давлением, который проходит через дефекты и окрашивает эти места;
- керосином и пенетрантами – на швы наносят меловую краску, затем смачивают керосином или пенетрантами. Дефекты будут видны по ржавым пятнам на меле;
- газоаналитические – происходит подача газа с одной стороны шва, а с другой его оценка, которая попадает в анализатор утечки.

Электромагнитный метод неразрушающего контроля

Этот метод применим для материалов, проводящих электрический ток. С его помощью можно определить размер детали и ее форму, распознать трещины, пустоты, инородные включения. Заключается в анализе взаимодействия верхних слоев объекта с электромагнитными полями вихревых токов.

В качестве прибора измерения применяют электромагнитный преобразователь. Благодаря переменному электромагнитному полю катушки в верхнем слое создаются вихревые токи, которые создают собственное переменное электромагнитное поле, взаимодействующее с полем возбуждения. Тем самым устанавливается баланс, который при выявлении дефекта будет нарушаться модификацией интенсивности электромагнитного поля вихревых токов. Это регистрируется электрической схемой прибора.

Перемещать преобразователь необходимо со скоростью не более 20 мм/с, а зазор между ним и деталью должен быть неизменным в заданных пределах.

Литература

1. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki-numbers.ru/gost/gost-18353-79> – Дата доступа: 10.05.2020