

Виды (методы) неразрушающего контроля металлопродукции (обзор)

Как отмечалось в Первой информации «Неразрушающий контроль - важнейшая технологическая операция определения качества продукции» в соответствии с ГОСТ 18353 различают девять видов НК: *магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновый, тепловой, оптический, радиационный, акустический (ультразвуковой) и проникающими веществами* и каждый из них разделяется на методы, количество которых может быть весьма значительным (например, в акустическом контроле ГОСТ 23829-85 выделяет 16 основных методов, в более поздних источниках упомянуты уже до 25 методов). Таким образом, общее число вариантов реализации разных технологий НК весьма и весьма значительно. Если учесть, что все они имеют свою теоретическую базу и гигантский объем экспериментального опробования в лабораторных условиях и на производстве, становится понятно, что НК – мощная и весьма востребованная отдельная область науки и техники.

Интересно, что, несмотря на сложность и «научность» знаний в этой области, отдельные методы НК **известны даже ребенку**. Кто не знает, например, **метод свободных колебаний** – именно с его помощью мы проверяем в быту целостность посуды: стукнул по бокалу в магазине карандашом и слушаешь чистоту звука (рисунок 1). Если стекло целое - звук чистый и звонкий, если треснутое – дребезжащий и короткий.



Рисунок 1- К методу свободных колебаний

Не менее известно и применение данного метода на железнодорожном транспорте – каждый пассажир, выйдя подышать из поезда на остановке, видел человека в яркой куртке с молотком на длинной ручке, который проходя вдоль состава стучит по элементам вагона. Это тоже простейшее использование метода свободных колебаний – простукивание крышки буксы в попытке обнаружения трещин.

Или другой бытовой пример (рисунок 2) – если при сжатии арбуз трещит (то есть он созрел и при нагружении - лопается внутри), значит - он спелый. Это пример самого востребованного в настоящее время из *пассивных методов* акустического контроля - *метода акустической эмиссии*.



Рисунок 2 – К методу акустической эмиссии

А уж иллюстраций *методов течеискания* (рисунок 3) вокруг нас можно найти множество.



Рисунок 3 – К методу течеискания

Наверное, любой человек делал в медицинских учреждениях рентгеновские снимки своих внутренних органов, а также исследования с коротким названием - УЗИ, а значит, в принципе, имеет представления о **радиационном виде НК** и **акустическом (ультразвуковом) виде НК**.

Приведем здесь только ряд принципов, положенных в основу нескольких распространенных видов НК.

Упомянутый выше **метод свободных колебаний (МСК)** – один из самых древних методов НК – по дребезжащему звуку при простукивании гончарных керамических изделий судили об их целостности. В соответствии с *ГОСТ 23829-85* МСК – это метод акустического контроля, основанный на возбуждении свободных затухающих упругих колебаний в объекте контроля (ОК) или его части и анализе параметров этих колебаний. Обычно данный метод разделяют на **интегральный МСК** и **локальный МСК**. В их основу положено измерение частоты собственных колебаний и наличие зависимостей между постоянными упругости материала ОК, физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками ОК. На аналогичных измерениях и зависимостях базируются и **методы вынужденных колебаний**, которые совместно с

МСК составляют большую часть акустического вида НК – *методы собственных колебаний*.

Если забыть о «возрасте» видов НК, а порассуждать и выявляемых дефектах, то самая простая градация видов НК очевидна:

- виды, ориентированные на выявление поверхностных дефектов и
- виды, ориентированные на выявление внутренних дефектов.

К последним, в первую очередь относятся акустический (ультразвуковой) вид, о котором речь пойдет в отдельной статье, и радиационный.

К первым – вид, связанный с проникающими веществами, магнитный и вихре-токовый виды НК.

Широкое применение на практике нашел вид НК **проникающими веществами**, который базируется на их проникновении в полости дефектов ОК. При выявлении невидимых или слабовидимых глазом поверхностных дефектов заменяется термином **«капиллярный контроль»**, при выявлении сквозных дефектов - термином **«течеискание»** (ГОСТ 18353).

Особой универсальностью отличается капиллярный контроль (*ГОСТ 18442*), основанный на проникновении внутрь дефекта индикаторной жидкости (пенетранта), хорошо смачивающей материал ОК с последующими анализом и регистрацией индикаторного рисунка. Технология данного вида НК достаточно проста (рисунок 4): сначала пенетрант наносят на поверхность ОК; под действием капиллярных сил он затягивается внутрь поверхностных дефектов даже малого раскрытия. Затем на поверхность ОК наносят проявитель, который за счет диффузии «вытягивает» проникший в полости дефекта пенетрант на поверхность, образуя индикаторный рисунок.

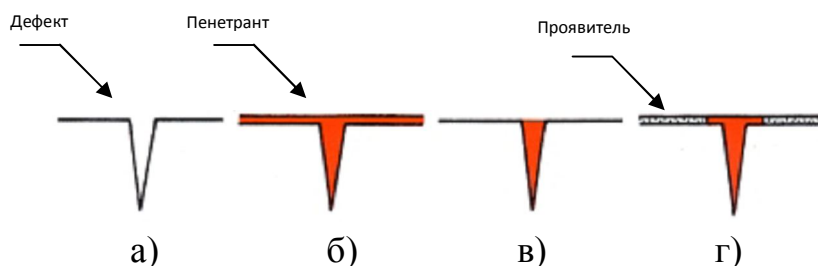


Рисунок 4

- а) – очистка поверхности ОК;
- б) – нанесение пенетранта (красный);
- в) – удаление пенетранта с поверхности ОК;
- г) – нанесение проявителя

Индикаторные следы в виде линий говорят о выявлении трещины, в виде отдельных точек – о выявлении отдельных компактных дефектов, например, пор. Чувствительность и наглядность контроля повышают путем использования *цветных и флуоресцирующих пенетрантов*.

Другим широко используемым методом НК является главный представитель магнитного вида НК – *магнитопорошковый метод*. Его используют в авиации, на железнодорожном транспорте, в химическом машиностроении, при контроле трубопроводов и т.д.

Метод основан на притяжении магнитных частиц силами неоднородных магнитных полей рассеяния (H_d), возникающих над дефектами (рисунок 5) в намагниченной детали.

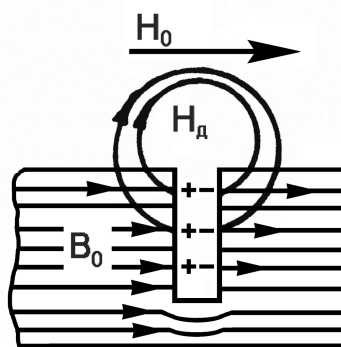


Рисунок 5 – Магнитные поля при наличии поверхностного дефекта

Магнитный контроль в зависимости от физико-химических свойств ОК, его формы и размеров, типа и расположения искомых дефектов, а также мощности намагничивающих устройств с точки зрения воздействия магнитного поля на ОК проводят *способом приложенного магнитного поля (СПП)* или *способом остаточной намагниченности (СОН)*. Контроль в приложенном поле (рисунок 6) заключается в том, что деталь намагничивают и одновременно контролируют, при СОН ОК вначале намагничивают, затем устраняют намагничивающее поле и только после этого начинают контроль.

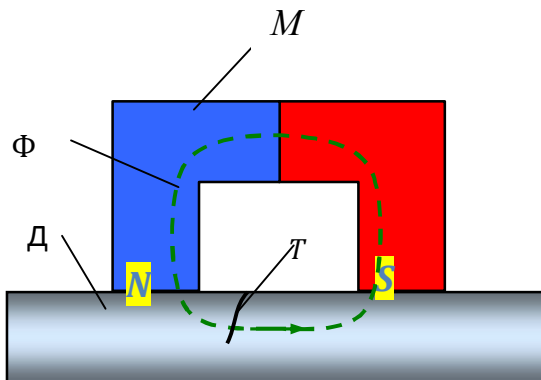


Рисунок 6 – Проведение магнитного контроля

Д-деталь; М-магнит; Φ – магнитный поток, Т-трещина

Популярность метода определяется высокими производительностью и чувствительностью: при использовании магнитной суспензии со стандартным черным порошком магнитопорошковым контролем (МПК) выявляются микротрещины раскрытием от 0,001мм и глубиной 0,01мм и более.

Вихретоковые методы основаны на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля, создаваемого *вихретоковым преобразователем (ВТП)* с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля.

Впервые, вихревые токи были обнаружены французским ученым Д.Ф. Араго в 1824 г. в медном диске, расположенном на оси под вращающейся магнитной стрелкой. За счет вихревых токов диск приходил во вращение. Это явление, названное явлением Араго, было объяснено несколько лет спустя М. Фарадеем с позиции открытого им закона электромагнитной индукции.

В качестве ВТП используют обычно индуктивные катушки (одну или несколько). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на зажимах катушки или ее сопротивление, получают информацию о свойствах объекта, наличии дефекта и о положении преобразователя относительно него (рисунок 7).

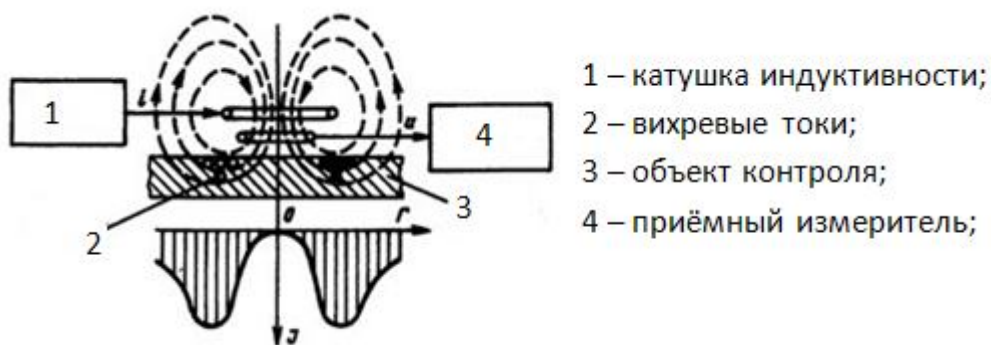


Рисунок 7 – Общая схема вихретокового вида НК

Вихретоковый контроль – бесконтактный, так как между катушкой и ОК всегда имеется зазор, достаточный для ее свободного перемещения, что способствует достижению высоких скоростей сканирования и, следовательно, высокой производительности контроля и является весомым достоинством данного вида НК.

Приведенный небольшой анализ видов и методов НК абсолютно не претендует на полноту, а служит лишь иллюстрацией разнообразия принципов и вариантов реализации технологий НК. Часть видов и методов, нашедших наиболее широкое применение на практике, Вы сможете изучить на курсах дистанционного обучения, реализуемых в настоящее время МИПКИ и фирмой «ЗОНД».