

МЕТОД ВИЗУАЛИЗИРУЮЩЕЙ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ПЛЕНКИ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

© 2022 г. В. А. Новиков^{1*}, Андрей Владимирович Шилов^{1**}, А. В. Кушнер^{1***}.

¹ Белорусско-Российский университет, 212030, Могилев, Проспект мира, 30.

e mail: *- novikovva@tut.by; *e mail:* ** - shilov.andrej.80@gmail.com;

- *e mail:* *** - kushnerandrej@tut.by.

Цель работы – ознакомить с основными результатами исследований и перспективами применения метода контроля, основанного на использовании визуализирующей магнитные поля пленки.

Пленка содержит немагнитную основу, к которой прикреплены миниатюрные капсулы, содержащие гель. В нем находятся частицы слабомагнитного металла никеля. В зависимости от расположения частиц никеля пленка по-разному отражает падающий свет. Если частицы расположены параллельно поверхности пленки, то она окрашивается в светлые тона, а если перпендикулярно, то становится темной.

Метод контроля заключается в фиксации индикаторных рисунков дефектов на пленке, помещенной на намагниченный объект. Остановимся на наиболее важных результатах исследований, а также перспективах применения метода контроля:

– при тангенциальном намагничивании объекта на пленке, даже если она находится в нескольких миллиметрах от поверхности объекта, возникают вызванные магнитными полями рассеяния дефектов индикаторные рисунки, которые позволяют распознать вид несплошностей, установить их расположение, отличить компактные дефекты от протяженных;

– в зависимости от угла наблюдения индикаторные рисунки протяженных дефектов имеют вид светлых полос, по обе стороны которых располагаются темные полосы, или прилегающих друг к другу темных и светлых полос;

– посередине межполюсного пространства электромагнита на пленке наблюдается узкая светлая полоса, аналогичная индикаторному рисунку, вызванного полем протяженного дефекта, т. к. при приближении к полюсам увеличивается нормальная составляющая внешнего поля, и пленка темнеет. Если увеличить расстояние между полюсами электромагнита, то зона однородного поля увеличится, пленка намагнитится более равномерно, и светлая полоса исчезнет. Это объясняет причину отсутствия помехи на пленке, когда электромагнит и пленка находятся с разных сторон пластины;

– определены условия контроля изделий толщиной до 30 мм, позволяющие уверенно обнаруживать дефекты: расстояние между полюсами электромагнита – не меньше 200 мм; напряженность поля, создаваемого электромагнитом при отсутствии объекта – 500 ... 650 А/см; индикаторные рисунки дефектов нужно фотографировать в приложенном поле при постоянной чувствительности матрицы цифровой камеры и угле наблюдения $\alpha \leq 40^\circ$.

– установлен основной информативный параметр пленки – коэффициент диффузного отражения света r , равный отношению отраженного светового потока от пленки к падающему. Изменение $r(x)$ поперек индикаторного рисунка дефекта имеет вид остроконечного импульса с двумя минимумами по обе стороны. Аналогично изменяется H_z магнитного поля у поверхности объекта с дефектом. Поэтому $r(x)$ можно использовать для оценки величины и глубины залегания дефектов в ферромагнитных объектах;

– разработаны теоретические и экспериментальные основы количественной оценки величины и глубины залегания дефектов в ферромагнитных объектах путем компьютерной обработки изображений их индикаторных рисунков на пленке, созданы технические средства и методики магнитного контроля стальных деталей и заготовок с поверхностью в состоянии поставки после литья;

– установлены два информативных параметра индикаторного рисунка дефекта – приращение коэффициента диффузного отражения света от пленки и расстояние между его минимумами. Глубину залегания дефекта определяют по предварительно построенному графику зависимости глубины залегания несплошности от расстояния между минимумами $r(x)$, а о величине дефекта h_d судят по предварительно построенному графику зависимости h_d от приращения $r(x)$. Появилась возможность определять величину плоских дефектов наружной и внутренней поверхности в объекте толщиной до 30 мм, а также диаметр внутренней несплошности и глубину ее залегания.

Для определения количественных характеристик дефектов с помощью пленки, визуализирующей магнитные поля, была разработана методика экспериментальных исследований и спроектирована и изготовлена установка. Установка состоит из электромагнита постоянного тока с П-образным сердечником, на полюсах которого располагается контролируемый образец с уложенной на его поверхность визуализирующей магнитные поля пленкой, светодиода и стабилизированного по току источника питания, светофильтра и двояковыпуклой линзы, помещенных в корпус, цифровой камеры и устройства обработки информации. Магнитную пленку освещал и с помощью оптической системы, которая позволяла получить на выходе параллельный пучок света. Фотографирование изображений индикаторных рисунков дефектов на пленке, помещенной на объект, производили в приложенном поле электромагнита. Съемка выполнялась в темном помещении, чтобы исключить влияние посторонних источников света. Из полученного цифрового изображения индикаторных рисунков дефектов были попиксельно считаны в массив значения интенсивности излучения, пропорциональные диффузно отраженному от пленки световому потоку Φ_r , затем цифровую камеру устанавливали навстречу световому излучению Φ_0 . Строили график зависимости коэффициента диффузного отражения света от расстояния поперек индикаторного рисунка дефекта [1].

В настоящее время визуализирующая магнитные поля пленка большого формата (210×297 мм) производится в Российской Федерации, ее можно многократно использовать, а также длительное время хранить полученные на ней изображения индикаторных рисунков дефектов. Авторы провели сравнение возможностей российской пленки и пленки «Flux-detector», наиболее уязвимые поверхности которых были ламинированы, при контроле объектов с реальными дефектами сплошности. Установлено, что в приложенном магнитном поле более четкими и контрастными получаются изображения индикаторных рисунков дефектов на пленке "Flux-detector", а при контроле на остаточной намагниченности – на пленке ООО НПК "ПРОФ-МАГНИТ".

Метод визуализирующей магнитные поля пленки не требует предварительной механической подготовки поверхности объекта (даже стального литья), позволяет осуществлять оперативный контроль объектов, производить дефектоскопию под водой, на большой высоте, во взрывоопасных помещениях, определять наличие измененных номеров кузовов автомобилей.

Метод контроля реализован при дефектоскопии стальных литых заготовок опор рамы автомобиля «БелАЗ», ножей куттерных LASKA FLT-330, деталей железнодорожного транспорта.

Результаты исследований показывают, что метод визуализирующей магнитные поля пленки имеет большие перспективы широкого применения в промышленности для дефектоскопии ферромагнитных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. 21905 С1 ВУ, МПК G 01N 27/85. Способ магнитографической дефектоскопии объекта и устройство для его осуществления /В.А. Новиков, А.В. Шилов; заявитель и патентообладатель Белорусско-Российский ун-т.–№ а20130262; заявл.04.03.2013; опубл. 28.02.2018, Бюл. № 6.– 8с.