

УДК 620.179.14

ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ РИСУНКОВ ДЕФЕКТОВ НА ПЛЕНКЕ, ВИЗУАЛИЗИРУЮЩЕЙ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

В. А. НОВИКОВ, Г. И. СКРЯБИНА, А. В. ШИЛОВ, А. В. КУШНЕР
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В последние годы для неразрушающего контроля ферромагнитных объектов, с целью обнаружения в них дефектов, начали применять магнитную пленку, визуализирующую магнитные поля. Она содержит помещенные в миниатюрные капсулы с гелем и равномерно распределенные в нем частички никеля. В зависимости от своего расположения эти частички по-разному отражают падающий свет. Пленка окрашивается в светлые тона, когда частицы располагаются параллельно ее поверхности, и темнеет, когда они ориентированы перпендикулярно поверхности. Пленка имеет толщину 0,15 мм и может многократно использоваться для неразрушающего контроля после восстановления (размагничивания).

В процессе контроля пленку укладывают на поверхность ферромагнитного объекта и намагничивают вместе с ним. Под действием полей рассеяния дефектов, находящихся в объекте, на пленке возникают индикаторные рисунки, по присутствию которых судят о наличии дефектов в изделии. Однако метод контроля является индикаторным и не позволяет даже приблизительно определить величину несплошности по виду ее индикаторного рисунка, а также сделать заключение, превышает ли она браковочный уровень, установленный нормативно-технической документацией. Другими словами, при визуализации полей рассеяния дефектов на магнитной пленке индикаторные рисунки дефектов необходимо оценить количественно для сравнения с индикаторными рисунками минимальных недопустимых несплошностей. Поэтому расчет формирования индикаторных рисунков дефектов на пленке, визуализирующей магнитные поля, с целью их количественной оценки, является важной и актуальной задачей.

Приняты следующие допущения:

- пленка уложена на плоскую поверхность контролируемого ферромагнитного объекта;
- постоянное внешнее поле H_0 направлено параллельно поверхности объекта и пленки, контроль производится в приложенном поле;
- ферромагнитные частицы, находящиеся в капсулах, имеют вытянутую форму и распределены равномерно, а при отсутствии поля – ориентированы хаотически;
- размеры частиц много больше длин волн видимого света (дифракция света на частицах отсутствует);

– лучи света направлены перпендикулярно поверхности пленки и проникают лишь в тонкий поверхностный слой геля глубиной не более длины ферромагнитной частицы;

– свет отражается только от ферромагнитных частиц, находящихся у поверхности пленки;

– угол падения света на частицу равен углу его отражения;

– поглощение света ферромагнитными частицами отсутствует;

– суммарный отраженный световой поток зависит от количества ферромагнитных частиц, отражающих свет;

– количество ферромагнитных частиц, участвующих в формировании отраженного светового потока, пропорционально отношению суммарной напряженности поля в точке к напряженности насыщения H_s магнитной пленки (напряженности, при которой все ферромагнитные частицы ориентированы вдоль поля);

– дефект имеет форму цилиндра и располагается внутри пластины параллельно ее поверхности.

Экспериментальную проверку полученных результатов расчетов производили на образцах размерами 500x50x25 мм, выполненных из стали Ст3. В образцах параллельно грани шириной 50 мм были выполнены сквозные отверстия разного диаметра, располагавшиеся на различной глубине.

Методика контроля заключалась в следующем. На поверхность образца укладывали визуализирующую магнитные поля пленку и образец намагничивали приставным П-образным электромагнитом. В процессе намагничивания фотографировали цифровой камерой магнитоноситель в зоне индикаторных рисунков дефектов, получали его цифровое изображение, из которого попиксельно считывали в файл значения интенсивности изображений составляющих зеленого, красного и синего цвета. Строили графики зависимости интенсивности изображения на магнитоносителе от расстояния поперек индикаторных рисунков дефектов для составляющей цвета, имевшей наибольшие значения.

В работе рассмотрены вопросы формирования индикаторных рисунков дефектов на пленке, визуализирующей магнитные поля в процессе магнитнографического контроля ферромагнитных объектов. Представлены полученные математические выражения, описывающие характер изменения коэффициента отражения света поперек индикаторных рисунков дефектов на пленке при контроле объектов в приложенном поле. Приведены результаты расчетов, учитывающие влияние границ раздела сред, глубины залегания дефекта, его диаметра, режима намагничивания. Представлены соответствующие экспериментальные зависимости, проводится их сравнительный анализ с результатами расчетов.