

УДК 620.179.14

## ДЕФЕКТОСКОПИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЗУАЛИЗИРУЮЩЕЙ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ПЛЕНКИ

В. А. НОВИКОВ, Г. И. СКРЯБИНА, А. В. ШИЛОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Для визуализации магнитных полей разработана специальная пленка, представляющая собой немагнитную основу, на которой закреплены миниатюрные капсулы, содержащие залитые в гель частички никеля. В зависимости от своего расположения эти частицы по-разному отражают падающий свет. Пленка окрашивается в светлые тона, когда частицы ориентированы параллельно ее поверхности, и темнеет, если частицы расположены перпендикулярно. Если пленку поместить в магнитное поле, то частицы никеля выстраиваются по касательным к силовым линиям поля и позволяют судить об его направлении и величине. В отличие от магнитных лент, применяемых в магнитографической дефектоскопии, на пленку записывается как тангенциальная, так и нормальная составляющая поля. Это позволяет расширить возможности метода контроля, сделав его более информативным.

Для количественной оценки результатов контроля разработана программа, позволяющая значения интенсивности изображений индикаторных рисунков дефектов на пленке попиксельно экспортировать в таблицу и по усредненным значениям интенсивности изображений построить графики соответствующих зависимостей.

Для исследований применяли образцы из стали Ст3 с искусственными и естественными дефектами различного вида и типа. В образце толщиной 25 мм были выполнены отверстия диаметром 1 мм, 1,5 мм, 2 мм, 2,5 мм на глубине от 2,5 до 22,5 мм с шагом 2,5 мм. Применяли стандартные образцы предприятия СОП 2353.08 из стали 45 и СОП 2353.09 из стали 20, содержавшие канавки шириной 0,2 мм и глубиной 0,1 мм, 0,2 мм, 0,5 мм, 1 мм, 2 мм на поверхности с параметром шероховатости Ra 1,25 и дефекты глубиной 0,6 мм, 1,5 мм и 3 мм на поверхности пластины с параметром шероховатости Rz160. Узкие протяженные несплошности получали электроэрозионным методом. Локальные дефекты имитировали путем засверливания углублений в пластинах. Образцы с реальными дефектами в виде трещин были отобраны из числа забракованных изделий предприятий: элементы матрицы штампа, щит электродвигателя, проходные резцы для деревообрабатывающего токарного станка.

Контроль объектов производили без предварительной зачистки поверхности деталей. Намагничивание деталей осуществляли при помощи электромагнита, запитанного от источника тока ВСА-5К. Представленные

ниже результаты экспериментальных исследований выполнены при различных режимах намагничивания и оптимальных углах наблюдения. Индикаторные рисунки дефектов фиксировали в приложенном магнитном поле, а также после его отключения.

В работе установлены закономерности влияния на количественные характеристики индикаторных рисунков дефектов: предварительной подготовки пленки, напряженности действующего магнитного поля, параметров несплошностей; рассмотрены вопросы обнаружения в приложенном поле и на остаточной намагниченности дефектов различного типа и вида, размеров и глубины залегания, их выявляемость в зависимости от условий контроля; произведены расчеты формирования индикаторных рисунков дефектов при оценке результатов контроля в отраженном и прошедшем излучении.

Установлено, что при угле наблюдения  $\pm 50^\circ$  от нормали к поверхности пленки размах сигнала, обусловленного дефектом, остается неизменным и резко падает вне этого интервала. Результаты расчета формирования индикаторного рисунка отверстия, продольная ось которого параллельна поверхности пластины, совпадают с результатами экспериментальных исследований при оценке результатов контроля в отраженном и прошедшем излучении.

Наибольшая разрешающая способность метода имеет место при контроле в приложенном поле постоянного магнита, перемещаемого над пленкой. При этом можно различить два локальных углубления, которые перекрываются. Два протяженных наружных паза шириной 0,2 мм и глубиной 1,5 мм, пересекающиеся под углом  $5^\circ$ , четко различаются на визуализирующей магнитные поля пленке по всей длине несплошностей. Разрешающая способность дефектов внутренней поверхности возрастает с увеличением режима намагничивания и уменьшением глубины залегания дефекта. Так, при напряженности поля более 550 А/см минимальное расстояние между двумя различаемыми протяженными дефектами составляет от 1,5 до 2 мм в образцах толщиной от 6 до 10 мм соответственно.

Дефект диаметром 2 мм обнаруживается на глубине до 22,5 мм. С ростом напряженности поля размах сигналов, обусловленных дефектами, расположенными на различной глубине от поверхности объекта, возрастает, достигая постоянной величины при напряженности поля тем большей, чем больше глубина залегания дефекта. Закономерности нарушаются при приближении несплошности к внутренней и наружной поверхности образца (толщина образца – 25 мм, глубина залегания дефекта – 2,5 и 22,5 мм).