

УДК 620.179.14
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗОНЕ
ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФЕКТА ОБЪЕКТА, НАМАГНИЧЕННОГО
СТАЦИОНАРНЫМ МАЛОГАБАРИТНЫМ МАГНИТОМ

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

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

При магнитографическом контроле с использованием для намагничивания объекта с уложенным на поверхность контролируемой зоны магнитносителем перемещаемого малогабаритного постоянного магнита вид сигналаграммы может значительно отличаться от ее вида при традиционном методе контроля и требует тщательного исследования и объяснения. Если при намагничивании постоянный магнит обращен к поверхности объекта гранью с одним полюсом, то металл и магнитная лента в зоне дефекта намагничиваются и тангенциально, и нормально поверхности объекта, причем обе составляющие напряженности намагничивающего поля изменяются в конкретной точке пространства во времени. Модуль напряженности поля, создаваемого магнитом в зоне дефекта, зависит не только от расстояния от точки наблюдения до плоскости симметрии магнита, но и от расстояния от полюса магнита до объекта контроля.

С целью объяснения вида сигнала, обусловленного дефектом, и определения вклада, вносимого стенками дефекта в результирующее поле в зоне несплошности, произведен расчет поля в зоне протяженного поверхностного дефекта в ферромагнитном объекте, намагниченном стационарным постоянным магнитом, обращенным к объекту гранью с одним полюсом. Расчет выполнен методом «магнитных зарядов». Приняты следующие допущения: намагничивание ферромагнитного объекта с плоской поверхностью осуществляется неподвижным постоянным магнитом в форме параллелепипеда шириной $2a$ и высотой L , расположенным на расстоянии δ от поверхности объекта контроля и обращенным к ней гранью с одним полюсом; ось ординат расположена в плоскости симметрии магнита; стенки несплошности перпендикулярны, а дно – параллельно поверхности объекта.

Результаты расчетов, показали, что наибольший вклад в формирование магнитного поля на поверхности объекта в зоне поверхностного дефекта вносят составляющие магнитного поля от действия «магнитных зарядов» на поверхности изделия и дне дефекта.

Вклад в результирующее поле компонент напряженности поля, обусловленных действием «магнитных зарядов», расположенных на боковых гранях дефекта, колеблется от 1 % до 30 % в зависимости от расстояния x_0 между плоскостями симметрии магнита и дефекта. Причем

если $-\frac{a}{2} \leq x_0 \leq \frac{a}{2}$, то этот вклад невелик. Поэтому в этих пределах изменения x_0 наличием «магнитных зарядов» на гранях магнита, возникающих под действием тангенциальной составляющей H_{0x} первичного поля, можно пренебречь и считать первичное поле однородным ($H_0 = H_{0y}$).

Тангенциальная составляющая магнитного поля в зоне дефекта, обусловленная только «магнитными зарядами» на боковых гранях несплошности, имеет асимметричный вид и с уменьшением отношения ширины дефекта к его глубине трансформируется из кривой, имеющей два положительных и два отрицательных (меньшей величины) экстремума, в кривую, имеющую один положительный и один отрицательный экстремум. Степень асимметрии увеличивается с увеличением ширины дефекта и его расстояния до плоскости симметрии магнита. Чем глубже дефект, тем больше погрешность от неучета неравномерности распределения «магнитных зарядов» на боковых гранях дефекта.

Установлено, что расчетная сигналограмма, соответствующая несплошности с дном, смещенной относительно плоскости симметрии неподвижного магнита, обращенного к объекту гранью с одним полюсом, имеет асимметричный вид и содержит два положительных и два отрицательных экстремума, а ее положительная часть имеет глубокий провал. Степень асимметрии сигнала зависит от расстояния дефекта до плоскости симметрии магнита и объясняется нахождением граней несплошности в поле разной напряженности.

Экспериментальные топографии суперпозиции тангенциальных компонент магнитных полей в зоне дефектов шириной $2b = 1,8$ мм и глубиной 3 мм, расположенных на расстоянии $x_0 = 4$ мм и $x_0 = 12$ мм от плоскости симметрии постоянного магнита размерами $50 \times 37 \times 15$ мм, получали с помощью измерителя магнитной индукции ИОН-3, преобразователь Холла которого располагался на расстоянии $y = 1,5$ мм от поверхности объекта, что обусловлено конструктивными возможностями преобразователя. Расстояние от ближайшей грани магнита до поверхности объекта составляло $\delta = 7$ мм.

Полученные на экране магнитографического дефектоскопа экспериментальные сигналограммы качественно близки к расчетным только для несплошностей, ширина которых больше чем в 2,5 раза превышает толщину сердечника индукционной головки дефектоскопа, что определяется разрешающей способностью измерительного устройства. Если несплошность имеет ширину меньше 2 мм, то характерный провал на сигналограмме отсутствует, а ее отрицательные экстремумы становятся много меньше по модулю положительного.