

УДК 537.8

Владимир Бержанский, Виктор Вишнеvский, Назар Луговской, Федор Панков, Анатолий Прокопов

Таврический Национальный университет им В.И. Вернадского, Украина

РОЛЬ ПОЛЯ СМЕЩЕНИЯ В МАГНИТООПТИЧЕСКОЙ ВИХРЕТОКОВОЙ ИНТРОСКОПИИ

Vladimir Berzhansky, Viktor Vishnevskii, Nazar Lugov'skyu, Fedor Pankov, Anatolii Prokopov

THE BIAS FIELD IMPACT IN MAGNETOOPTIC EDDY CURRENT INTROSCOPY

Магнитооптическая (МО) вихретоковая (ВТ) интроскопия является относительно новым видом дефектоскопии металлоконструкций [1-3]. Основным ее преимуществом является непосредственная визуализация дефектов в режиме реального времени, малые габариты и относительная простота изготовления основных деталей интроскопа. Однако возможности МО ВТ интроскопии изучены далеко не полностью. Так, например, практически отсутствуют исследования по оптимизации характеристик МО сенсоров и влияния на наблюдаемые вихретоковые образы таких характеристик интроскопа, как частота тока возбуждения, величина и знак действующих магнитных полей. Поэтому цель настоящей работы заключалась в проведении подобных исследований и, насколько это возможно, устранении указанных недостатков.

Принцип работы МО вихретокового интроскопа основан на реакции подвижной доменной структуры (ДС) сенсора на распределение магнитных полей, создаваемых ВТ в исследуемом проводящем материале. Визуализация ДС осуществляется с помощью эффекта Фарадея, в результате действия которого происходит вращение плоскости поляризации проходящего света в зависимости от направления локальной намагниченности. Наличие дефектов в металлическом объекте приводит к изменению траекторий вихревых токов и соответствующему изменению конфигурации порождаемых ими магнитных полей.

Для генерации вихревых токов в работе использован индуктор, который питается от мощного источника тока пилообразной формы амплитудой до 20А. Регистрация изменений ДС осуществляется стробоскопическим методом, причем вид ДС зависит от фазы, то есть положения импульса засветки относительно амплитуды переменного магнитного поля.

Основным элементом интроскопа является МО сенсор, регистрирующий магнитные поля рассеяния. В качестве такого сенсора выступают эпитаксиальные пленки разбавленных феррит-гранатов, в которые для увеличения магнитооптической добротности вводится максимально возможное количество ионов Вi. Для исследования были выбраны пленки с разными типами магнитной кристаллографической анизотропии: «легкая плоскость», «легкая ось», «угловая фаза». Регистрация эффекта Фарадея осуществлялась в отраженном поляризованном свете, поэтому на пленки напылением в вакууме наносилось металлическое зеркальное покрытие.

В экспериментах использовались металлические тест-объекты из Al сплава и нержавеющей стали. В них были заранее созданы различного вида дефекты: линейные протяженные дефекты – щели шириной от 500 до 10 мкм, цилиндрические полости, а так же полированные пластины толщиной 5 мм с высококачественными и визуально невидимыми сварными швами.

Конструкция интроскопа такова, что матричный светодиодный излучатель освещает исследуемую область МО плёнки феррит-граната, установленной на тестовый образец, поляризованным белым светом. Отражаясь от зеркала, свет дважды проходит сквозь пленку и меняет в зависимости от магнитного состояния пленки свою поляризацию. После отражения свет проходит анализатор, линзовую систему и попадает на ПЗС-матрицу, которая подклю-

чена к персональному комп'ютеру. Оптические и МО ВТ изображения в режиме реального времени фиксируются в форматах цифровой фотографии или фильма, если необходимо наблюдение динамического изменения доменной структуры.

Исследования показали, что при данной конструкции интроскопа наилучшие результаты для диагностики дефектов демонстрируют пленки с анизотропией «легкая ось». Изучались разные режимы возбуждения ВТ в диапазоне частот от 13 до 80 КГц. Вид динамической ДС и чувствительность к обнаружению линейных дефектов зависит от поля смещения H_{\perp} - постоянного однородного поля подмагничивания, подаваемого на индуктор одновременно с сигналом возбуждения ВТ.

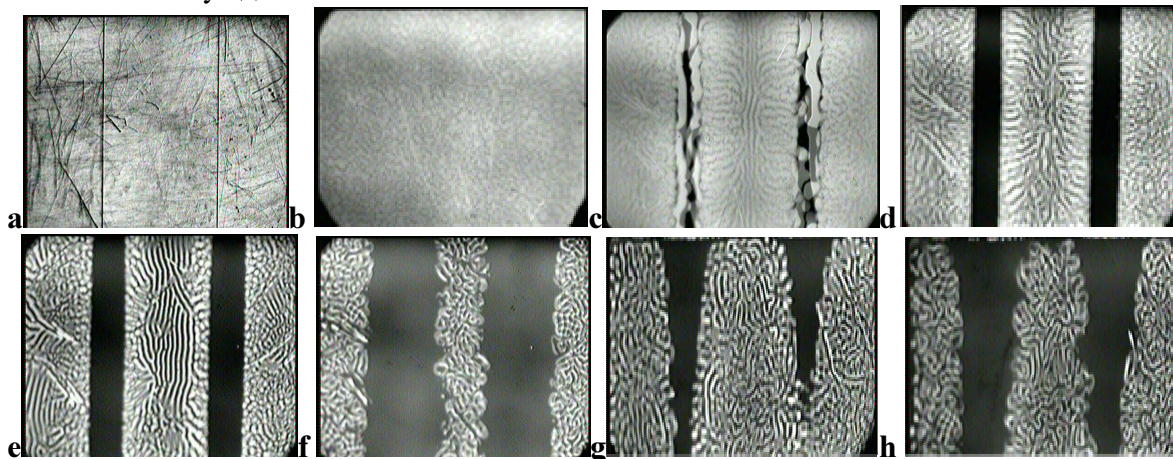


Рис1. а - фото тест-объекта с двумя щелями шириной 10 и 15 мкм, б - вид свободной ДС сенсора при $H_{\perp} = 0$; с, d, e, f - визуализация щелей при $H_{\perp} = 0$; 6; 18 и 26 Э, соответственно; g, h - визуализация экранированных щелей при $H_{\perp} = 18$ и 24 Э. Параметры переменного магнитного поля: $H_{\perp} = 120$ Э, $f = 13$ КГц.

Было проведено детальное исследование влияния поля смещения на вид как свободной ДС МО сенсора, так и ДС, контактирующей с тест-объектом. Частично эти результаты показаны на приведенном рисунке. Для исследования возможности обнаружения скрытых дефектов была проведена их экранировка пластинами толщиной 0.15 и 0.75 мм. Эффективность обнаружения таких дефектов также отражена на рисунке (g, h).

В докладе обсуждаются основные механизмы, которые лежат в основе магнитооптической вихретоковой интроскопии, и влияние на визуализацию дефектов таких параметров, как величина и знак поля смещения, частота возбуждения вихревых токов, степень экранирования дефектов.

Литература

1. Fitzpatrick G.L., Thome D.K. et al. Magneto-optic Eddy Current Imaging of Aging Aircraft: A New NDI Technique / Materials Evaluation. – 1993. – Vol. 51, No. 12. p. 1402
2. Абакумов А.А., Магнитная интроскопия. М. «Энергоатомиздат». 1996. 272 с.
3. Вишневецкий В.Г., Бержанский В.Н., Козик Г.П. и др., Магнитооптический вихретоковый контроль: интроскопический и магнитографический методы. Ученые записки ТНУ, Серия «Физ.-мат. науки». Том 24 (63). 2011 г. № 2. С. 127-140.