

А. А. Черепанов, Е. Л. Кротова, Л. Н. Кротов (Пермь, ПГТУ). **Постановка и решение обратной геометрической задачи магнитостатики для магнитной дефектоскопии.**

Достоверное определение размеров и формы неоднородности ферромагнетика по пространственному распределению магнитного поля рассеяния при неразрушающем контроле является актуальной задачей в настоящее время.

Потенциал магнитного поля U должен удовлетворять дифференциальному уравнению в частных производных эллиптического типа — уравнению Лапласа, граничным условиям на внешней границе S_e , обеспечивающим намагничивающее поле, и непрерывность тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля на границе раздела ферромагнетик–воздух — S_Γ . Таким образом, проблема сводится к краевой задаче вида

$$\Delta U = 0 \quad \mu_2(\partial U_1/\partial \tau)|_{S_\Gamma} = \partial U_2/\partial \tau, \quad \partial U/\partial \tau|_{S_e} = \mu \cdot H_{0\tau}. \quad (1)$$

Такие задачи в математической физике получили название прямых задач.

Одной из самых важных проблем магнитной дефектоскопии является определение формы и размеров дефектов, т. е., применительно к задаче (1), это означает, что по восстановленному из экспериментальных измерений магнитному полю U , определяется функция $f_\Gamma(x)$ формы границы S_Γ , по которой можно непосредственно определить размеры и форму неоднородности. Такие задачи получили название обратных задач. В данном случае определению подлежит граница воздух-ферромагнетик S_Γ , поэтому эта задача получила название обратной геометрической задачи. Математически обратная геометрическая задача магнитостатики может быть представлена в виде операторного уравнения

$$AS_\Gamma = U. \quad (2)$$

Решение задачи (2) связано с преодолением известных проблем, связанных с некорректностью обратных задач, т. е. с возможными не единственностью и неустойчивостью решения. В предлагаемом исследовании рассматриваются пути преодоления этих трудностей.

Ограничиваясь однозначными функциями формы границы $f_\Gamma(x)$ предлагается находить ее приближенное представление с помощью вейвлет анализа.

Коэффициенты разложения находятся из спектрального разложения восстановленного из экспериментальных измерений магнитного поля. Как показал анализ полученного решения, следует различать две возможные ситуации при восстановлении формы границы ферромагнетик-воздух, а именно — малые возмущения границы, когда амплитуды гармонических составляющих малы по сравнению с их пространственным периодом, Этот случай естественно назвать линейным восстановлением. И нелинейное восстановление, когда амплитуды гармонических компонент сравнимы и превосходят свои пространственные периоды, в этом случае приходится корректировать спектральные амплитуды магнитного поля рассеяния.

В заключение отметим, что рассмотренный метод восстановления формы границы ферромагнетик-воздух может быть применен и в случае пространственной задачи, однако это потребует программного обеспечения для решения трехмерной задачи магнитостатики и Фурье анализа по сферическим гармоникам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дякин В.В. Прямая и обратная задачи магнитостатики. — Дефектоскопия, 1996, № 3, с. 3–6.
2. Кротов Л.Н. Реконструкция границы раздела сред по пространственному распределению магнитного поля рассеяния. II. Постановка и метод решения обратной геометрической задачи магнитостатики. — Дефектоскопия, 2004, № 6, с. 36–44.

3. *Кротов Л. Н., Мельник Р. С., Яковлев М. В.* Приближенное восстановление формы дефекта поверхности сварного соединения магнитным методом. — В сб.: Доклады Всероссийской с международным участием научно-технической конференции «Сварка и контроль — 2004». Пермь, 2004, т. 2, с. 318–325.