

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ ВИХРЕТОКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ*

Грачева Я.И.¹, Лепендин А.А.¹, Поляков В.В.^{1,2}

¹ Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия,

² Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

E-mail: pvv@asu.ru

Одним из эффективных методов обнаружения и исследования таких дефектов в металлах и сплавах, как трещины, пустоты и макроскопические включения, является метод вихревых токов [1-3]. Результаты вихретоковых определяются совместным действием большого числа различных факторов - электрическими и магнитными свойствами материала, дефектами структуры, геометрическими параметрами объекта исследований, режимами измерений и особенностями измерительных устройств. Сложность разделения этих факторов является существенным недостатком вихретокового метода, ограничивающим возможности его применения. Перспективный подход для решению данной задачи заключается в обработке результатов измерений с помощью проекционных методов многомерного анализа данных, позволяющих разделить влияние на информативные параметры дефектов структуры и мешающих факторов. В настоящей работе такой подход рассмотрен на примере материалов на основе алюминия.

Исследования образцов, изготовленных из алюминия и алюминий-магниевого сплава, проводилось с помощью измерительно-вычислительного комплекса, в котором была реализована схема многочастотных вихретоковых измерений [1]. В части образцов создавались искусственные подповерхностные дефекты в виде отверстий различной длины и диаметра, моделировавшие внутренне трещины. Кроме того, образцы имели различные толщины, сопоставимые с глубиной скин-слоя или превышавшие его. Результатом этих измерений являлось получение экспериментальных годографов системы «датчик – образец», строившихся в диапазоне частот от 100 Гц до 10 кГц. Полученные годографы отражали одновременное воздействие на импеданс системы всех влияющих факторов. Годографы для образцов с различиями в структуре существенно отличались, в то же время из-за их перекрывания исследовать дефектную структуру было весьма затруднительно.

Для анализа результатов многочастотных вихретоковых измерений был привлечен метод главных компонент [2]. Согласно этому методу совокупность экспериментальных данных, описывавших конкретный образец, рассматривалась как точка многомерного пространства. Проекция этих точек на плоскости главных компонент образовывали кластеры, объединявшие образцы с близкими характеристиками и позволявшие разделить влияние отдельных факторов. Предложенный подход обеспечил повышение надежности и достоверности при обнаружении и исследовании дефектов структуры. Результаты исследований могут быть использованы как научная основа для расширения возможностей неразрушающей вихретоковой дефектоскопии металлических материалов.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-08-00914.*

Литература.

1. Egorov A.V., Polyakov V.V., Salita D.S., Psakhie S.G., Chernyavskii A.G., Vorobei I.V.: Inspection of aluminum alloys by a multi-frequency eddy current method // Defence Technology. 2015. Vol. 11. Pp. 99-103.
2. Egorov A.V., Kucheryavskiy S.V., Polyakov V.V. Resolution of effects in multi-frequency eddy current data for reliable diagnostics of conductive materials // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 2017. Vol. 160. Pp. 8-12.