

ВИХРЕТОКОВАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ СПЛАВОВ И СВАРНЫХ ШВОВ

П. А. ШМЫКОВА¹, С. А. ВОЙНАШ²

Научный руководитель А. В. ИШКОВ¹, канд. техн. наук, проф.

¹Алтайский государственный университет

Барнаул, Россия

²Рубцовский индустриальный институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова

Рубцовск, Россия

Введение. Вихретоковый неразрушающий контроль – это универсальный метод обнаружения дефектов в изделиях из токопроводящих материалов. Его ключевое преимущество заключается в возможности проверки каждой единицы продукции непосредственно в условиях производства. Дюралюминий и алюминиево-магниевые сплавы играют важную роль в современном машиностроении. Благодаря оптимальному соотношению прочности и малого веса эти материалы активно используются в аэрокосмической отрасли. Кроме того, их применяют при создании высокоскоростных поездов, таких как японские «Синкансэн», а также в других сферах, где требуются легкие и прочные конструкции.

Конструктивное исполнение датчика. Создан инновационный сверхкомпактный вихретоковый преобразователь (ВТП), предназначенный для точечного измерения физических характеристик алюминиевых пластин и сварных швов [1, 2]. Его ключевое преимущество – уникальная разрешающая способность: прибор позволяет исследовать микрзоны размером в сотые доли миллиметра на глубине до 5 мм, что недоступно большинству аналогов.

Результаты экспериментов и их анализ. В качестве объекта исследования использовалась пластина из дюралюминия толщиной 5 мм, содержащая три искусственных дефекта в виде несквозных прорезей шириной 1 мм. Глубина расположения дефектов составляла 1, 3 и 4 мм от контролируемой поверхности. Экспериментальные исследования проводились при напряжении возбуждения ВТП $U_{в} = 3$ В и рабочей частоте $\omega = 750$ Гц. Сканирование осуществлялось со стороны поверхности, не содержащей дефектов, что позволило оценить чувствительность метода к скрытым дефектным зонам.

Анализ полученных данных (рис. 1) показал, что все три дефекта были надежно детектированы по снижению амплитуды выходного сигнала U_u .

Наблюдалась четкая корреляция между глубиной залегания дефекта и величиной сигнального отклика:

- для дефекта на глубине 1 мм – снижение амплитуды 0,8 В;
- для дефекта на глубине 3 мм – снижение амплитуды 0,3 В;
- для дефекта на глубине 4 мм – снижение амплитуды 0,09 В.

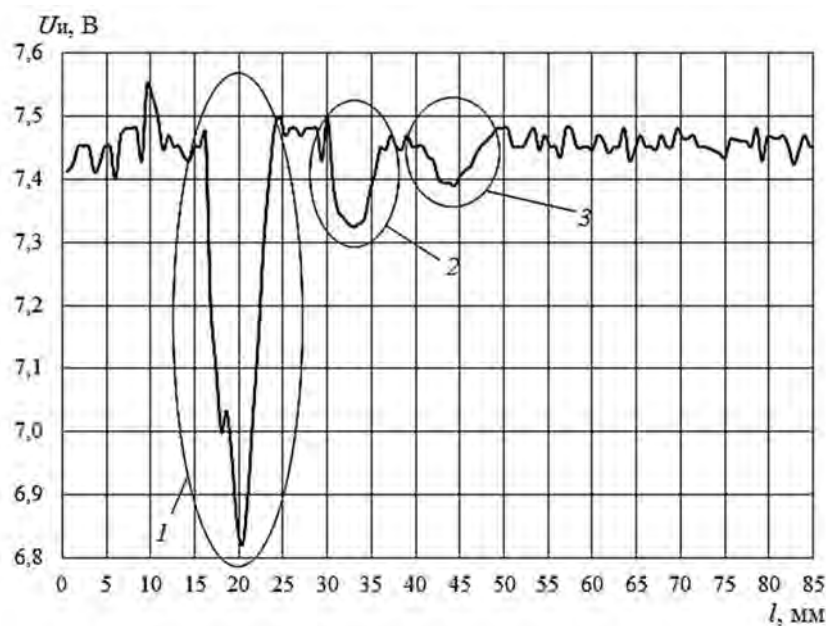


Рис. 1. Результаты сканирования пластины № 1

Экспериментально подтверждена возможность обнаружения дефектов шириной 1 мм, расположенных на глубине до 4 мм от контролируемой поверхности.

Выводы. Результаты исследования демонстрируют возможность детектирования глубинных дефектов в металлических конструкциях с помощью модернизированного вихретокового контроля. В отличие от традиционного подхода, ограниченного выявлением поверхностных дефектов (трещин, нарушений сплошности), применение сверхминиатюрных преобразователей с локализованным магнитным полем и специализированного ПО обеспечило значительное увеличение глубины контроля (до 4 мм) и высокую пространственную разрешающую способность. Ключевым фактором стало оптимальное подбирание частоты возбуждающего поля, что позволило существенно расширить диагностические возможности метода.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития Алтайского государственного университета на 2021–2030 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030», проект «Разработка цифровых измерительных систем для исследования металлов и интерметаллических структур».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измерение толщины тонких металлических пленок с использованием вихретокового программно-аппаратного комплекса / А. О. Катасонов, С. А. Войнаш, И. В. Ворначева [и др.] // Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023). – 2024. – Р. 1–8.
2. Исследования металлических пленок Ni-Al разными физическими методами / А. О. Катасонов, А. В. Ишков, С. А. Войнаш [и др.] // Вестник машиностроения. – 2024. – Т. 103, № 2. – С. 156–161.