СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ К ВНУТРЕННИМ ДЕФЕКТАМ ПРОКАТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО И ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

© 2025 г. Алексей Леонидович Владыкин1\*

1 – ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 426064 Ижевск, ул. Студенческая, д. 7

\* - pmkk@istu.ru

Акустический зеркально-теневого метода многократных отражений эффективно используется при контроле пруткового металлопроката малых диаметров [1, 2]. Преимущественно для контроля применяется проходной электромагнитно-акустический (ЭМА) преобразователь поперечных волн для ферромагнитного пруткового проката. Для контроля изделий из неферромагнитных материалов целесообразно использование пьезопреобразователей продольных волн на основе гибкой пленки типа поливинилиденфторид (ПВДФ) [3].

Цель работы – исследование сравнительной чувствительности акустического зеркально-теневого метода многократных отражений к внутренним дефектам проката при использовании ЭМА-преобразователя и пьезопреобразователя на основе ПВДФ.

В работе исследовался образец пруткового проката в виде цилиндра диаметром 25 мм и высотой 160 мм из стали 05Х16 с реальным внутренним дефектом типа скворечник раскрытием 0,7×4 мм, расположенным по центру сечения (рис. 1а).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а | б |

Рис. 1. Фото образца (а) и график зависимости многократного коэффициента выявляемости по длине ОК (б)

При исследованиях использовалась экспериментальная установка со специализированным проходным ЭМА-преобразователем поперечных волн осевой поляризации с рабочей частотой 2,5 МГц, а также ультразвуковой дефектоскоп DIO-1000 PA с пьезопреобразователем продольных волн на основе гибкой пьезопленки ПВДФ, устанавливаемый через контактную жидкость по периметру образца, с рабочей частотой 10 МГц. Сканирование образца двумя типами преобразователей производилось вдоль образующей цилиндра с шагом 10 мм. По полученной осциллограмме серии импульсов многократных отражений рассчитывался многократный коэффициент выявляемости:

|  |  |
| --- | --- |
| $$K=\sum\_{n=1}^{N=10}\frac{U\_{0n}-U\_{n}}{U\_{0n}}$$ | (1) |

где *U0n* — значение амплитуды импульса при каждом *n*-м отражении для бездефектной области образца (опорный сигнал); *Un* — значение амплитуды импульса при каждом *n*-ом отражении для области с дефектом; *N* — количество анализируемых отражений.

Поведение коэффициента выявляемости по длине образца при контроле с использованием ЭМА-преобразователя и преобразователя на основе ПВДФ носит идентичный характер (рис. 1б). В начале образца дефект отсутствует (коэффициент выявляемости соответствует бездефектной области), далее (до 50 мм) наблюдается его небольшое увеличение с резким ростом до 80 мм и стабилизацией в области максимальных значений от 80 до 140 мм.

Несмотря на наличие различий в физических принципах применения ЭМА-преобразователя и пьезопреобразователя на основе ПВДФ, идентичность поведения их информативных параметров говорит о возможности их замены в случаях, если чувствительность ЭМА-преобразователей является недостаточной.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FZZN-2025-0003) с использованием УНУ «Информационно-измерительный комплекс для исследований акустических свойств материалов и изделий» (рег. номер: 586308).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Стрижак В.А., Хасанов Р.Р., Хомутов А.С., Торхов К.А., Пушин П.Н.* Оценка чувствительности к дефектам и исследование скоростей волн в трубах-заготовках цилиндров глубинного штангового насоса волноводным акустическим методом // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2024. Т. 27. № 3. С. 86–100. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-3-86-100.

2. *Муравьева О.В. Брестер А.Ф., Владыкин А.Л.* Закономерности фокусировки поля проходного электромагнитно-акустического преобразователя поперечных волн // Контроль. Диагностика. 2023. Т. 26, № 9 (303). С. 27-41. DOI: 10.14489/td.2023.09.pp.027-041.

3. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Владыкин А.Л.* Акустические и электромагнитные свойства мартенситно-стареющего железохромоникелевого сплава с добавлением меди при механическом растяжении // Дефектоскопия. 2023. № 5. С. 12–20. DOI: 10.31857/S0130308223050020. EDN YZXLMH.