

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТНОСТИ ЛИСТОВОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ ВОЛНАМИ ЛЭМБА

© 2024 г. Алексей Витальевич Васильев^{1*}, Д. Ю. Бирюков¹, А. Ф. Зацепин¹

¹ – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
620002 Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

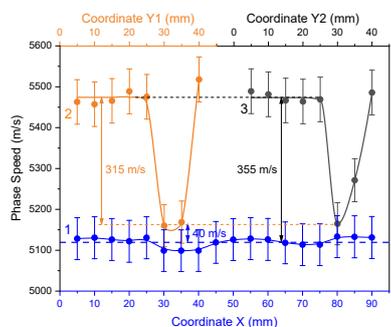
* - klokova.m.09@mail.ru

Актуальность совершенствования контроля качества сварных швов в тонких пластинах электротехнической стали определяется их меньшей прочностью по сравнению с более толстыми изделиями и сложностью возбуждения бегущих волн, на анализе которых основано большинство методов акустического контроля. Для контроля объектов малой толщины наиболее подходящим оказалось использование волн Лэмба, которые могут существовать при толщине от 0,15 до 3,5 мм.

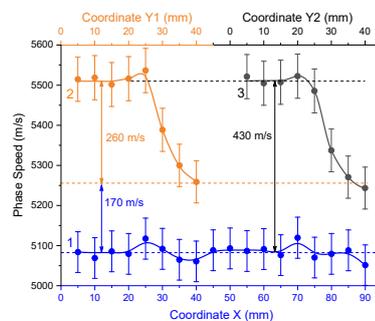
Фазовая скорость волн Лэмба зависит от скорости звука в изделии, частоты колебаний, толщины слоя, а также от наличия дефектов в материале, в котором такие волны распространяются. Таким образом, целью данной работы является отработка методики контроля стыковых швов в тонких пластинах электротехнической стали с помощью параметров волн Лэмба, таких как амплитуда и фазовая скорость. Суть методики состоит в измерении времени прохождения волн Лэмба через сварной шов для определения зависимости их фазовых скоростей от координаты положения ультразвукового преобразователя и последующего выявления дефектных областей сварного шва.

Исследования проводились на образцах с различным качеством сварных соединений толщиной 0,7 мм и размерами: 93×99 мм и 93×104 мм. Для определения угла призмы и рабочей частоты преобразователя были использованы дисперсионные зависимости волн Лэмба для электротехнической стали. Исходя из дисперсионных кривых по методике, описанной выше, были выбраны частота (1,25 МГц) и угол ввода (37°) ультразвуковых колебаний, при которых в пластине толщиной 0,7 мм возникает нулевая симметричная мода волны Лэмба. Таким образом, был выбран преобразователь П121-1.25-30.

При помощи данного преобразователя были проведены измерения на образцах и получены зависимости фазовой скорости звука (рис. 1) и амплитуды волн Лэмба (рис. 2) в различных направлениях сварного шва. На рис. 1 фазовая скорость волн Лэмба, прошедших поперёк дефектного шва, заметно снижается относительно качественного соединения, чего нельзя сказать о направлении прозвучивания вдоль шва. Это связано с анизотропией акустических свойств в области термического воздействия.

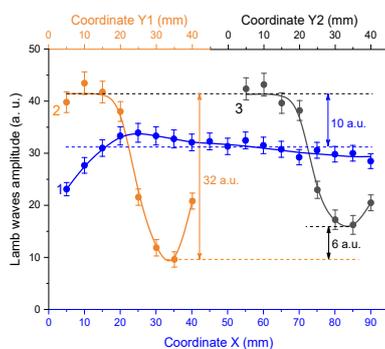


а

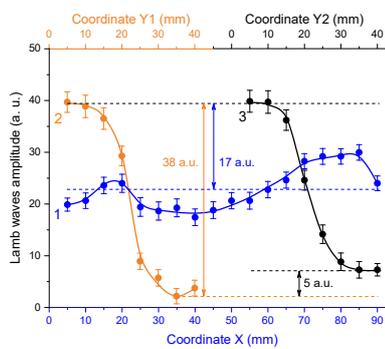


б

Рис. 1. Графики зависимости фазовой скорости волн Лэмба при прохождении поперёк и вдоль качественного (а) и дефектного (б) сварного шва.



а



б

Рис. 2. Графики зависимости амплитуды волн Лэмба при прохождении поперёк и вдоль качественного (а) и дефектного (б) сварного шва.

Профиль распределения амплитуды волн Лэмба, прошедших вдоль сварных швов (рис. 2), показывает, что как в качественном, так и в дефектном сварных швах амплитуда снижается. Области термического искажения материала вблизи дефектного шва также отличаются заниженными значениями амплитуды. Из этого можно сделать вывод, что коэффициент затухания материала в процессе вытягивания образцов не изменяется, но повышается в процессе сварки и наибольшее затухание наблюдается вблизи стыка пластин.

Таким образом, фазовая скорость и амплитуда волн Лэмба являются маркерами качества тонких сварных швов и могут быть использованы для контроля их дефектности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич С.Ю., Петров Ю.В., Божко В.Ф. Генерация нормальных акустических волн (волн Лэмба) в металлах с помощью импульсов лазерного излучения // Вестник ЮУрГУ. Серия: Математика. Механика. Физика. 2006. № 7. С. 86
2. Зацепин А.Ф. Акустический контроль. В 2 ч. Ч 1. Введение в физику акустического контроля. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 88 с.
3. Ермолов И.Н., Алешин Н.П., Потапов А.И. Акустические методы контроля. Кн. 2. Изд-во Высшая школа, 1991. 283 с.
4. Вайншток И.С., Герасимов В.Г., Гурвич А.К. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник: В 2-х кн., Москва: Машиностроение, 1976. 326 с.