

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ТРАКТА ПРИ КОНТРОЛЕ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСА РЭЛЕЕВСКИМИ ВОЛНАМИ

© 2022 г. Андрей Валерьевич Платунов, В.К. Грязев

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашиникова», 426069 г. Ижевск, ул. Студенческая, д.7
e-mail: uosp@mail.ru

Ультразвуковой контроль поверхности катания цельнокатаных колес и бандажей эхо-методом с использованием поверхностных волн [1] широко распространен на предприятиях по ремонту подвижного состава, при этом очевидны преимущества: не требуется сканирование, высокая производительность. Однако на практике при увеличении координаты отражателя амплитуда эхо-сигнала может как возрастать, так и уменьшаться, в связи с чем у оператора возникают трудности интерпретации и понимания результатов контроля; краткое описание и примеры дефектограмм в нормативной документации не дают ответов на возникающие вопросы.

Целью работы являлся расчет и анализ акустического тракта пьезопреобразователей поверхностных волн, выявление закономерностей распространения волны по ограниченной цилиндрической поверхности.

Полученные результаты. На диаграммах направленности пьезопреобразователей рэлеевских волн, рассчитанных с использованием [2] и полученных экспериментально, дополнительно к основному и боковым присутствует побочный лепесток, ориентированный противоположно направлению излучения – так называемый «задний». С его использованием регистрируется второй сквозной сигнал, прошедший поверхность катания дважды, от амплитуды которого зависит коэффициент автоматического усиления дефектоскопа, и, в конечном счете – усиление амплитуды эхо-сигнала от дефекта.

Относительная амплитуда волны, излучаемой или принимаемой «задним» лепестком, зависит от параметров аппаратуры; это влияние более выражено при отклонении ширины прямоугольного пьезоэлемента преобразователя и изменении частоты в рамках 20%, допускаемых ГОСТ Р 55724-2013. Таким образом, два преобразователя одного типа, но несколько отличающиеся по АЧХ, могут быть одинаково эффективны при излучении в основном направлении, но отличаться при приеме волн «задним» лепестком. Например, при отклонении частоты на 5% амплитуда может отличаться на 6 дБ, при отклонении частоты на 20% - на 12дБ.

Рассчитана модель акустического тракта рэлеевской волны, отразившейся от дефекта на поверхности катания колеса. Показано, что амплитуда эхо-сигнала изменяется неравномерно: локальные максимумы, полученные экспериментально, достигают 9 дБ относительно монотонной экспоненциальной зависимости, характерной для рэлеевской

волны, распространяющейся на безграничной поверхности (рис.1). Причиной таких явлений являются многократные переотражения волн от границ (фаска обода, переход к гребню) и дальнейшая их интерференция. Экспериментальные данные хорошо коррелируют с расчетными.

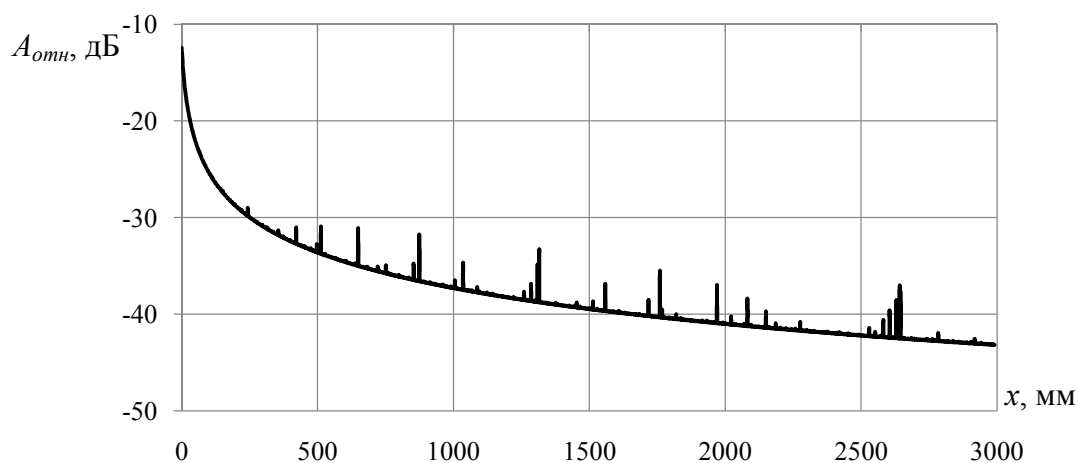


Рисунок 1 – Модель распределения амплитуд интерферирующих волн в результате их отражения от границ с учетом ослабления ультразвука

Выводы. Амплитуда эхо-сигнала, отраженного от дефекта на поверхности катания колеса (бандажа) меняется немонотонно с увеличением пройденного расстояния волной по причине интерференции расходящейся релеевской волны с многократными переотражениями от границ контролируемой зоны. Неточность изготовления или согласования ПЭП может повлиять на чувствительность и, как следствие, на величину коэффициента усиления, определяемого по второму сквозному сигналу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дымкин Г.Я., Гурвич А.К., Костюк О.М. Способ ультразвукового контроля цилиндрических изделий. Патент на изобретение №2032171. Бюл. изобр. №9, 1995.
2. Буденков Г. А., Недзвецкая О. В. К расчету пьезопреобразователей релеевских волн // Дефектоскопия. 1992. № 10.С. 76—81.