

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН ЛЭМБА

*В.Х. БАЛЛАЕВ<sup>1</sup>, М.В. БУРКОВ<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: [vhb1@tpu.ru](mailto:vhb1@tpu.ru)

В последние десятилетия волна Лэмба показала свою полезность в мониторинге состояния конструкций пластинчатых и оболочкообразных конструкций [1].

При неразрушающем контроле компьютерное моделирование является удобным инструментом, обеспечивающим глубокое понимание различных методов контроля и наглядную иллюстрацию происходящих процессов [2]. В ходе работы, разрабатывалась конечно элементная модель образца для проведения ультразвукового контроля волнами Лэмба, рисунок 1

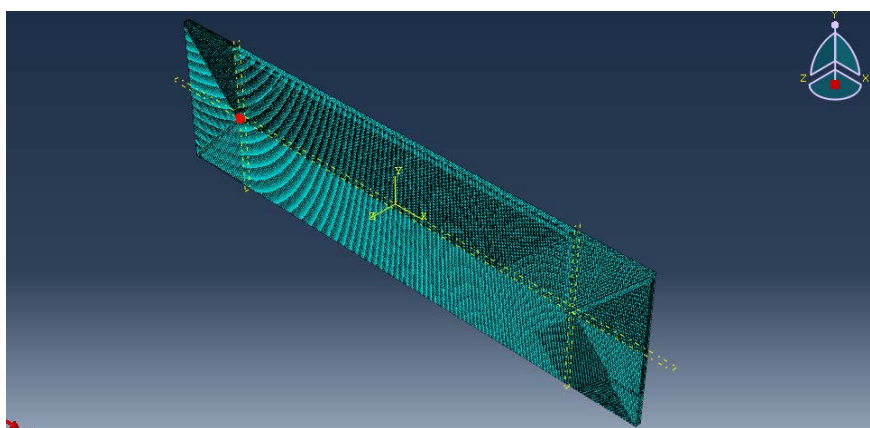


Рисунок 1 – Конечно элементная модель образца

Далее были определены несколько вариаций сетей: 1,2,3,4,5,6 элементов по толщине и частоты 50,100,200 kHz данного образца. Для каждой сети были определены расчётные размеры, для сеток: 1 размер 0,003; 2 размер 0,0015; 3 размер 0,001; 4 размер 0,00075; 5 размер 0,0006; 6 размер 0,0005, с трещиной размером в 10%,20%,30% от ширины образца.

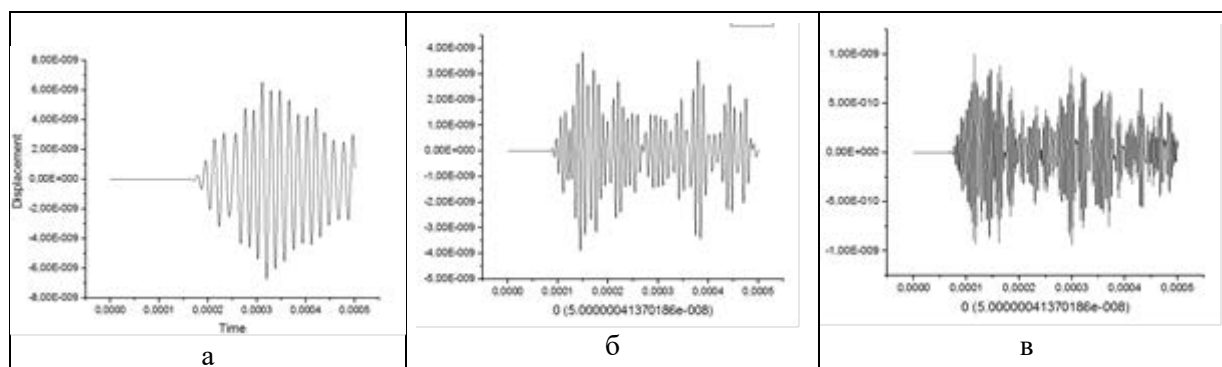


Рисунок 2 – Сигналы с набором точек на генераторе и приёмнике: а) из 1 при частоте 50 kHz; б) из 5 при частоте 100 kHz; в) из 9 при частоте 200 kHz

В ходе предыдущей работы были получены результаты при различных комбинациях элементов сетки. Исходя из полученных результатов были составлены графики огибающей сигнала и построена поверхность для определения области в которую будут входить

комбинации, по которым будет построен график для нахождения оптимального числа узлов сетки.

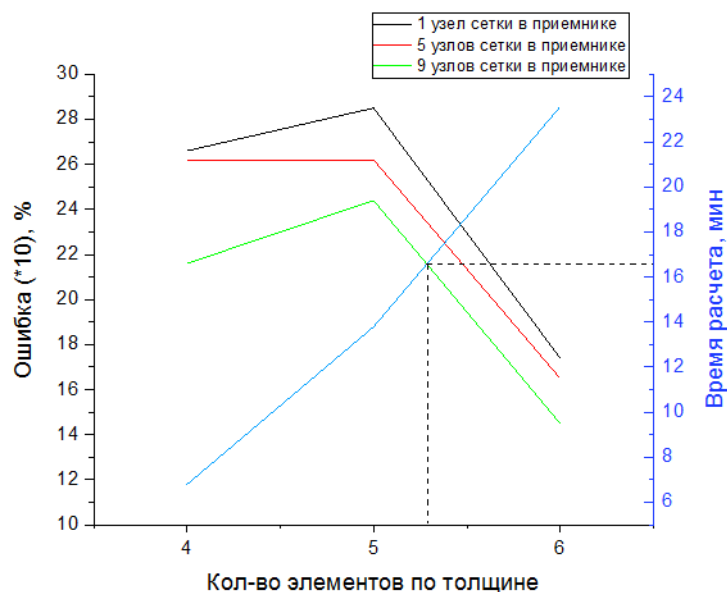


Рисунок 3 – График по нахождению оптимального количества элементов сетки (9 элементов в генераторе и приёмнике и 5 элементов по толщине образца)

Исходя из данного графика можно увидеть зависимость увеличения времени от увеличения числа элементов сетки. На данных графиках были найдены точки пересечения, и при проведении перпендикулярных линий из данных точек устанавливается оптимальное количество элементов сетки. Проанализировав данные графики было установлено, что оптимальное количество узлов сетки 5 элементов по толщине образца, число элементов на приёмнике и генераторе 9.

Данное исследование показывает, что применение с помощью конечно – элементного моделирования возможно изучения процессов волн Лэмба, и есть возможность нахождения оптимального количества элементов сети для различных образцов, а также полученные данные могут лечь в основу разработки по автоматизированному поиску дефектов.

#### Список литературы

1. Deutsch, W.A.K. Self-focusing of rayleigh waves and lamb waves with a linear phased array/Deutsch, W.A.K., Cheng, A.,Achenbach, J.D.//Research in Nondestructive Evaluation.-1997.-Vol. 9.-№2.-P.81-95.
2. Wooh, S.-C. Simulation study of the beam steering characteristics for linear phased arrays/Wooh, S.-C.Shi, Y.//Journal of Nondestructive Evaluation.-1999.-Vol.18.-№2.-P.39-57.