

Численное моделирование акустического рассеяния методом граничных элементов

Середжинова Г.И.

БашГУ, Уфа

Явление рассеяния звука играет очень важную роль в акустике. На нем основываются многие практические применения акустических волн: гидролокация, приборы неразрушающего контроля, медицинские сканеры, зонирование атмосферы и океана, звуковидение и т.п. [1]. В данной работе представлено численное моделирование и проведены исследования рассеяния плоской акустической волны от одиночной сферы и эллипсоида. При распространении акустической волны в среде с препятствиями волновое поле изменяется. Задачи, связанные с распространением волн в неоднородных средах, сводится к решению уравнения Гельмгольца [5]. При решении задачи применяется методом граничных элементов [2]. Для верификации численного решения акустического рассеяния от эллипсоида используется сравнение численного решения с известным аналитическим решением для задачи рассеяния плоской волны от идеальной сферы [3, 4]. Сетка эллипсоида получается из сетки для сферы простым сжатием по одной или по двум координатам. Получено хорошее соответствие аналитического и численного решения с относительной погрешностью 7%. Проведен численный анализ для различных значений волнового радиуса для эллипсоида и сферы. Полученные результаты в дальнейшем будут использоваться при проведении тестовых расчетов для верификации численного решения задачи множественного акустического рассеяния дисперсных частиц и в задаче моделирования самоорганизации пузырьков под действием акустического поля. Представленная численная реализация задачи рассеяния на примере сферы с известным аналитическим решением и

эллипсоида показывает эффективность использования метода граничных элементов при достаточно сложных рассеивающих объектах. Он позволяет представить решение неким однотипным алгоритмом, который сохраняет свою структуру при широком диапазоне изменения параметров задачи. Проведенные вычисления показывают возможность его использования для анализа трехмерных задач дифракции звука. Получено хорошее соответствие аналитического и численного решения для сферы для различных волновых радиусов. Проведен численный анализ для различных значений волнового радиуса для эллипсоида и сферы. Полученные результаты будут использованы для решения задач акустики дисперсных систем (твердые частицы в газе и жидкости, пузырьки), а также для решения задачи моделирования самоорганизации пузырьков под действием акустического поля методом граничных элементов.

Список литературы:

- [1] Akhatov I., Parlitz U., Lauterborn W., "Towards a theory of selforganization phenomena in bubble-liquid mixtures," *Phys. Rev. E* 54, 4990–5003 (1996).
- [2] Brebbia C.A., Telles J.C.F., Wrobel L.C. *Boundary Element Techniques - Theory and Applications in Engineering*. Berlin: Springer-Verlag. – 1984. – 464 p.
- [3] Burton A. J. The application of the integral equation methods to the numerical solution of some exterior boundary-value problem / A. J. Burton, G. F. Miller // *Proc. R. Soc. London*. 1971. Ser. A 323. Pp. 201–210.
- [4] Gumerov N.A. A broadband fast multipole accelerated boundary element method for the 3D Helmholtz equation / N.A. Gumerov, R. Duraiswami // *J. Acoust. Soc. Am.* 2009. 25(1). Pp. 191-205.
- [5] Нигматулин Р. И. *Основы механики гетерогенных сред*. М.: Наука, 1978. 336 с.