

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕННОГО РАССЕЯНИЯ НА АКУСТИЧЕСКИХ
МЕТААТОМАХ

Тиманкова Ю.А. (ИТМО)

Научный руководитель – аспирант 3 года Смагин М.В. (ИТМО), кандидат физико-математических наук, доцент Петров М.И. (ИТМО)

Введение. Для задач манипулирования волновым фронтом в оптике являются незаменимыми диэлектрические частицы с высоким показателем преломления. Благодаря их уникальным свойствам, в частности поддержке Ми-резонансов, они могут быть использованы для фокусировки излучения, достижения однонаправленного рассеяния, а также в оптических пинцетах. Аналог таких диэлектрических частиц существует и в акустике – лабиринтные метаатомы, на которых могут быть достигнуты многие из перечисленных эффектов: Ми-резонансы [1, 2], направленное рассеяние, описываемое эффектом Керкера [2], и другие эффекты [3, 4]. Ранее аналитически была показана возможность достижения направленного рассеяния на лабиринтных акустических метаатомах [2], однако это не было исследовано экспериментально, что необходимо для практического применения этого эффекта.

Основная часть. Задача рассеяния звуковой волны на лабиринтном метаатоме является двумерной задачей рассеяния. В эксперименте метаатом помещался в двумерную безэховую камеру – акустический волновод с поглотителями по периметру. Так как рабочий диапазон частот установки определяется частотой отсечки волновода, необходимо было подобрать параметры метаатомов так, чтобы наблюдать однонаправленное рассеяние на поддерживаемых установкой частотах. Для этого было проведено моделирование системы в COMSOL Multiphysics и подобраны характеристики метаатомов. Чтобы в дальнейшем разделить наблюдаемые в эксперименте эффекты на те, которые связаны с рассеивателем и те, которые связаны с самой конфигурацией установки, было также исследовано рассеяние на резонаторе Гельмгольца. Резонатор Гельмгольца обладает более простой геометрией по сравнению с лабиринтным метаатомом, а потому является хорошим объектом для отладки методики измерений. Для лабиринтного метаатома были проведены серии измерений направленности рассеяния, а также диаграмм рассеяния.

Выводы. Исследовано численно и экспериментально направленное рассеяния на акустических метаатомах, в том числе на частотах, соответствующих условиям Керкера – однонаправленному рассеянию. Было показано соответствие результатов численного моделирования и эксперимента.

Список использованных источников:

1. Cheng, Y., et al. "Ultra-sparse metasurface for high reflection of low-frequency sound based on artificial Mie resonances." *Nat. Mater.*, vol. 14, Oct. 2015, pp. 1013-9, doi:10.1038/nmat4393.
2. Wu, Hong-Wei, et al. "Acoustic generalized Kerker effect." *Appl. Phys. Express*, vol. 14, no. 9, 18 Aug. 2021, p. 095501, doi:10.35848/1882-0786/ac1b0e.
3. Liu, Fengming, et al. "Superscattering of Sound by a Deep-Subwavelength Solid Maze-like Rod." *Phys. Rev. Appl.*, vol. 12, no. 6, 30 Dec. 2019, p. 064063, doi:10.1103/PhysRevApplied.12.064063.
4. Ju, Fangfang, et al. "Acoustic coherent perfect absorption based on a PT symmetric coupled Mie resonator system." *APL Mater.*, vol. 11, no. 12, 1 Dec. 2023, doi:10.1063/5.0179484.