

**АКУСТОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫМИ
РАССЕИВАТЕЛЯМИ ВБЛИЗИ УПРУГОЙ ПОДЛОЖКИ****Клещенко В.Д. (ИТМО)****Научный руководитель – кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник Петров М.И. (ИТМО)**

Введение. В последнее время акустические пинцеты стали одним из наименее инвазивных и относительно простых способов механического управления объектами. Основными сферами применения таких технологий являются биология и биофизика. [1]. Принцип их действия основан на возникновении акустических сил, действующих на объекты, при помещении их в акустические поля. В случае рассеяния полей давления на субволновых частицах, могут возникать акустические резонансы, усиливающие рассматриваемые эффекты. При рассеянии звукового поля на нескольких частицах возникают акустические силы связывания, формирующие устойчивые конфигурации частиц [2,3]. Несмотря на активные исследования [4,5], эффекты возникающие в подобных задачах в случае рассеяния вблизи подложки остаются малоизученными и представляют интерес из-за образования дополнительного канала связи между объектами посредством поверхностных волн в подложке.

Основная часть. Была рассмотрена задача рассеяния плоской волны давления на субволновых сферических частицах, расположенных вблизи упругой подложки. Итоговое поле рассеяния, а также возникающая акустическая сила, действующая на частицу, может быть выражена в компактной форме [6] с использованием формализма функций Грина, а также введенной эффективной монополярной поляризуемости, учитывающей вклад от перерассеянных полей от подложки. В случае упругой подложки, падающее и рассеянные поля возбуждают как объемные, так и поверхностные волны на ее границе со средой, в которой находятся частицы. Вклад от возбуждаемых волн Рэлея оказывается существенным и сильно влияет на поведение частицы.

В случае с несколькими рассеивателями, возникают эффекты акустического связывания, при которых частицы, находясь в полях перерассеяния друг друга, самоорганизуются в некоторые устойчивые конфигурации. Аналогично случаю одной частицы над подложкой, эффекты многократного рассеяния могут быть учтены в эффективной поляризуемости, благодаря чему становится возможным анализ акустических сил в установившемся поле. Находясь вблизи подложки, помимо объемных волн, рассеиватели возбуждают поверхностные волны, которые способствуют их связыванию на больших расстояниях по сравнению с длиной волны. В рассмотренной модели, этот эффект представляет собой метод управления объектами, посредством поверхностных волн Рэлея и наиболее сильным образом проявляется в резонансном режиме рассеяния.

Выводы. Проведен анализ вкладов в акустические силы и связывание при рассеянии акустических волн на субволновых частицах.

Список использованных источников:

1. Dholakia K., Drinkwater B. W., Ritsch-Marte M. Comparing acoustic and optical forces for biomedical research // *Nature Reviews Physics*. – 2020. – Т. 2. – №. 9. – С. 480-491.
2. Zhang S. et al. Acoustically mediated long-range interaction among multiple spherical particles exposed to a plane standing wave // *New Journal of Physics*. – 2016. – Т. 18. – №. 11. – С. 113034.
3. Clair N. S. et al. Dynamics of acoustically bound particles // *Physical Review Research*. – 2023. – Т. 5. – №. 1. – С. 013051.

4. Kähler H., Platz D., Schmid S. Surface acoustic wave coupling between micromechanical resonators // *Communications Physics*. – 2022. – T. 5. – №. 1. – C. 118.
5. Simon B. E., Hamilton M. F. Analytical solution for acoustic radiation force on a sphere near a planar boundary // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 2023. – T. 153. – №. 1. – C. 627-642.
6. Toftul I. D. et al. Acoustic radiation force and torque on small particles as measures of the canonical momentum and spin densities // *Physical review letters*. – 2019. – T. 123. – №. 18. – C. 183901.