

## ПОШИРЕННЯ ФОНОННИХ ЗБУДЖЕНЬ У МЕТАМАТЕРІАЛАХ

Метаматеріалами називають такі матеріали, що за своєю структурою і властивостями взагалі не зустрічаються в природі. Вони можуть створюватися з декількох елементів, композитних матеріалів, таких як метали чи пластмаса. Метаматеріали беруть свої властивості не з основного матеріалу, а зі структури, яка є унікальною. Їхні строгі розміри, геометрія, орієнтація, форма надають їм переваги порівняно зі звичайними матеріалами, особливо це помітно при впливі матеріалу на електромагнітні властивості падаючих хвиль: можлива адсорбція, вигинання, підсилення їх, і дуже часто це дозволяє розширити границі відносно можливостей звичайних матеріалів. Найбільш цікавими виявляються так звані метаматеріали з від'ємним коефіцієнтом заломлення світла, в певній області спектра.

Розглянуто систему, що складається із послідовно з'єднаних між собою пружинами ( $\gamma$ -коефіцієнт жорсткості) комірок, та кульок розміщених у них в середині, і також прикріпленими до стінок пружинами з коефіцієнтом жорсткості  $\gamma^f \cdot \xi_1$  – зміщення кульок відносно їхніх положень рівноваги,  $\xi_2$  – зміщення комірок відносно положення рівноваги.  $m$  – маса комірки,  $m^f$  – маса кульки.  $a$  – відстань між центрами двох комірок.

Для цієї моделі було знайдено розв'язок рівняння для закону дисперсії, яке виглядає наступним чином:

$$w_{\pm}^2 = \frac{w_2^2 + w_1^2 + w_0^2(k) \pm \sqrt{(w_2^2 + w_1^2 + w_0^2(k))^2 - 4w_2^2 w_0^2(k)}}{2}$$

Розглянуто вплив зовнішньої сили на систему акустичного метаматеріалу з внутрішньою масою.

Отже, проведено теоретичні розрахунки системи комірок з внутрішніми кульками на пружинах. Виведено закон дисперсії, тобто залежність частоти акустичного метаматеріалу від хвильового вектора. Показано існування в даній моделі метаматеріалу акустичних та оптичних коливань та графічно продемонстровано такі результати у вигляді акустичної та оптичної віток залежності  $\omega(k)$ , відповідно. Досліджено поведінку даної системи під впливом зовнішньої періодичної сили. В результаті показано існування від'ємної ефективної маси, що дозволяє стверджувати появу властивостей матеріалу, які не зустрічаються у природі.