ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.
Томск, Россия

Томск – 2021
Издательство ТГУ

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-321

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЯЧЕЕК В ЯЧЕИСТЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ

Ахметшин Л.Р.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск
Томский государственный университет, Томск

Метаматериалы – это искусственно созданные материалы, уникальные свойства которых обусловлены макроструктурой, а не химическим составом базового материала. Метаматериалы используются в различных областях, по которым их можно классифицировать: оптические, акустические, механические и другие [1,2]. Механические метаматериалы в свою очередь можно классифицировать на три основные группы по физическим величинам, характеризующим упругие свойства [3].

В материалах атомы расположены в строгом порядке, соответствующем кристаллической решетке, представляющей собой минимальную ячейку материала. Метаматериал также состоит из ячеек, но большего размера и созданных искусственно. Элементы, составляющие эту ячейку механических метаматериалов, деформируются различным образом, к примеру, поворачиваются, изгибаются и так далее. В последние годы интерес к исследованиям в области ячеистых структур метаматериалов значительно вырос за счет получения меньшего удельного веса в изделиях.

Особую актуальность разработке изделий из механических метаматериалов придают успехи в развитии современных технологий 3D печати. Технологии производства трехмерных изделий являются перспективными и конкурентоспособными по сравнению с традиционными благодаря высокой производительности и возможности создавать детали со сложной геометрией для достижения ранее недоступных свойств [4].

Целью данной работы является исследование методов соединения элементарных ячеек для создания образца из механического метаматериала.

В работе [5] было численно исследовано механическое поведение образца из метаматериала, в котором одноосное нагружение сопровождается скручиванием. В настоящей работе выдвинута гипотеза, что в структуре этого метаматериала элементарные ячейки были расположены таким образом, что ограничивают механизм скручивания элементарных ячеек. Способ, используемый в работе [5] может быть назван «присоединением» ячеек (рис. 1а), по принципу взаимодействия между элементарными ячейками в метаматериале.

а б

Рис. 3. Способы соединения ячеек в метаматериале присоединением (а) и внахлест (б)

Анализ структуры метаматериала показал, что можно использовать другой способ соединения элементарных ячеек, с наложением граней элементарных ячеек. Такой способ

можно назвать соединением ячеек «внахлест» (рис. 1б). Для этого метода характерно слияние ребер из соседних ячеек в месте их соединения. Предполагается, что метод соединения ячеек «внахлест» будет более экономичным за счет отсутствия утолщений в области соединения элементарных ячеек.

В результате математического моделирования выяснилось, что расположение ячеек в метаматериале способом «присоединение» может привести к разнонаправленному вращению колец элементарных ячеек метаматериала. Причем разнонаправленность вращения будет происходит в одной плоскости, что будет являться отрицательным эффектом для всего образца метаматериала. В случае соединения ячеек «внахлест» не возникает разнонаправленности вращения, поэтому создание образца метаматериала этим методом позволит достичь более высоких значений скручивания образца.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2019-0035.

1. Tan T., Yan Zh., Zou H., Ma K., Liu F., Zhao L., Peng Zh., Zhang W. Renewable energy harvesting and absorbing via multi-scale metamaterial systems for Internet of things // Applied Energy. 2019. Vol. 254. No. 113717.
2. Bertoldi K., Vitelli V., Christensen J. van Hecke M. Flexible mechanical metamaterials // Nature Reviews Materials. 2017. Vol. 2. No. 17066.
3. Yu X., Zhou J., Liang H., Jiang Zh., Wu L. Mechanical metamaterials associated with stiffness, rigidity and compressibility: A brief review // Progress in Materials Science. 2018. Vol. 94. PP. 114–173.
4. Grima J.N., Gatt R., Farrugia P.-S. On the properties of auxetic meta-tetrachiral structures // Physica Status Solidi (B). 2008. Vol. 245 PP. 511–520.
5. Akhmetshin L.R., Smolin I.Yu. Influence of unit cell parameters of tetrachiral mechanical metamaterial on its effective properties // Nanoscience and Technology: An International Journal. 2020. Vol. 11. No. 3. PP. 265-273.