МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения»

Россия, Томск, 17–21 октября 2022 г.

Л.Р. Ахметшин, К.В. Иохим, К.А. Казанцева
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
Национальный исследовательский Томский государственный университет

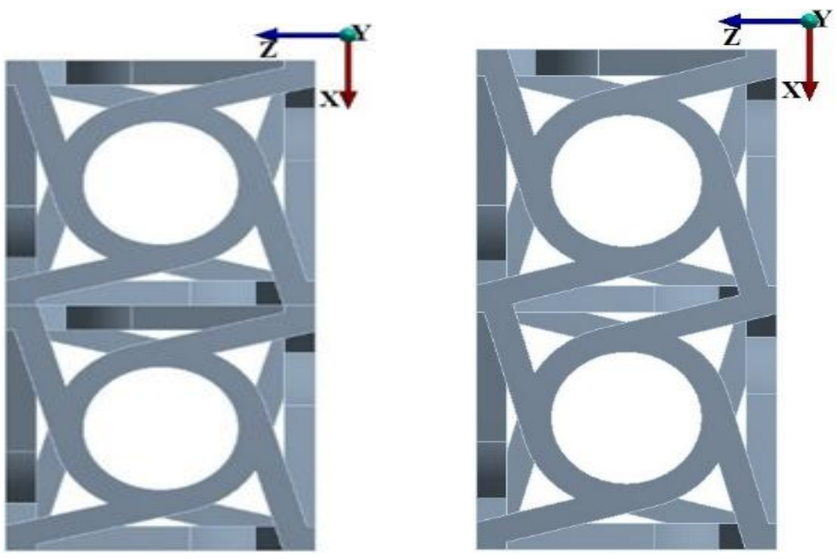
ВВЕДЕНИЕ

Метаматериалы – это искусственно созданные материалы, уникальные свойства которых обусловлены их микроструктурой, а не химическим составом базового материала. Другими словами, механическое поведение метаматериалов ближе к поведению конструкций, а не материалов. В материалах элементарная ячейка представляет собой набор атомов, в то время как метаматериал строится из крупных ячеек, на порядки больше атомного значения.

Среди прочих видов метаматериалов ячеистые структуры достигают наивысшей эффективности благодаря меньшему удельному весу [1]. В последние годы интерес к исследованиям в области ячеистых структур метаматериалов расширился от чисто прикладных до фундаментальных исследований свойств.

Очень популярным типом структур метаматериалов является структура с хиральными элементами. Хиральность – это свойство объекта не накладываться на свое зеркальное отображение. Хиральность может быть, как левосторонней, так и правосторонней [2]. Простой хиральный элемент имеет центральное кольцо и ребра, выходящие из него [3]. Количество ребер будет определять название хиральной структуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ



а) б)

Рисунок 1 – Соединение элементарных ячеек методом (а) присоединение, (б) внахлест

Различие в методах соединения элементарных ячеек метаматериала будет заметно уже в системе из двух ячеек. Элементарная ячейка за счет формы куба обладает шестью гранями. Соединяя две ячейки методом «присоединение» получим 12 граней, в свою очередь метод «внахлест» позволяет получить 11 граней.

МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ

Метод «присоединение» является наиболее очевидным и простым является метод «присоединение», заключающийся в присоединении одной элементарной ячейки к другой (рис. 1а). В этом случае при рассмотрении структуры можно увидеть, что в месте контакта одной ячейки к другой, возникает утолщение стенки образца. Очевидно, что увеличение толщины внутренних структур повлияет на деформационное поведение системы ячеек или образца в целом.

Метод «внахлест» подразумевает, что каждая последующая ячейка будет иметь общую грань с предыдущей (рис. 1б). Иначе говоря, каждая последующая ячейка будет построена от действующей. Данный метод представляется наиболее оптимальным, так как при рассмотрении двухмерных структур, можно обнаружить, что каждая последующая ячейка является продолжением действующей. В трехмерном случае такое расположение является наиболее важным. Подобный метод обладает двумя преимуществами перед методом «присоединение»: (1) не возникает утолщения внутренних стенок при соединении ячеек, (2) не возникает разносторонней хиральности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Cummer S. A., Christensen J., Alù A. Controlling sound with acoustic metamaterials // Nature Reviews Materials. – 2016. – Vol. 1. – No. 16001. Doi: 10.1038/natrevmats.2016.1

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. Doi: 10.1002/pssb.200777704

Prall D., Lakes R.S. Properties of a chiral honeycomb with a Poisson's ratio of −1 // International Journal of Mechanical Sciences. – 1997. – Vol. 39. – No. 3. – PP. 305–314.

Frenzel T., Kadic M., Wegener M. Three-dimensional mechanical metamaterials with a twist // Science. – 2017. – Vol. 358. – No. 6366. – PP. 1072–1074. Doi: 10.1126/science.aao4640

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. – P. 113717. Doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113717

Bhullar S.K., Lala N.L., Ramkrishna S. Smart biomaterials - a review // Review on advanced, Materials Science. – 2015. Vol. 40. – No. 3. – PP. 303–314.

Coulais C., Kettenis C., van Hecke M. A characteristic length scale causes anomalous size effects and boundary programmability in mechanical metamaterials // Nature Physics. – 2018. – Vol. 14. – PP. 40-44. Doi:10.1038/nphys4269

Ахметшин Л.Р., Смолин И.Ю. Анализ некоторых методов соединения ячеек в механическом тетрахиральном метаматериале // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2022. – № 77. – С. 27–37. doi: 10.17223/19988621/77/3

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).