

Вычисление осредненного тензора линейного теплового расширения для квазипериодической структуры

Научный руководитель – Киселев Федор Борисович Федор Борисович

Амбарова Анастасия Михайловна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия

E-mail: ambarovaa@gmail.com

Тезис:

В своей деятельности человек использует различные по свойствам материалы, придавая им в изделиях разнообразную форму. Однако простой материал редко обладает сочетанием свойств, в точности соответствующим требованиям конкретного применения. Практика показала, что, комбинируя материалы, часто можно добиться благоприятного сочетания свойств. Это прежде всего высокая прочность и низкая плотность. Объяснение таких эмпирических результатов и случайных открытий—одна из задач прикладной науки. Однако более важным ее предназначением является создание новых материалов на основе фундаментального исследования гетерогенных сред.

Исследования последних лет убедительно показали, что при деформировании объектов сложного внутреннего строения существенную роль играют локальные деформации, обусловленные относительными перемещениями и деформациями его структурных составляющих. Очевидно, что структура, а точнее, микроструктура среды существенным образом влияет на характер ее деформации и на ее напряженное состояние. Это приводит к возникновению таких свойств, как анизотропия.

Следует упомянуть и такое новое направление в механике материалов, как создание метаматериалов с периодической микроструктурой, способных проявлять необычные деформационные свойства. Они носят название ауксетики. Ауксетики - материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона и с отрицательным коэффициентом теплового расширения, способные расширяться/сужаться в направлении, перпендикулярном растяжению/сжатию соответственно.

Целью работы является исследование эффективных термических свойств среды со сложной периодической структурой. Для такой среды необходимо выполнить аналитическое, а также численное исследования и, в частности, найти соотношения микропараметров, при которых структура проявляет отрицательный коэффициент теплового расширения. Численные методы будут выполнены на базах программно- вычислительного обеспечения - ANSYS. Для выполнения аналитического исследования будет изучен асимптотический метод осреднения, описанный в книге Бахвалова и Панасенко.

Ключевые слова:

Ауксети

Метаматериалы

ANSYS

Коэффициент теплового расширения

Периодическая структура

Источники и литература

- 1) Minghui Fu, Fengming Liu, Lingling Hu. A novel category of 3D chiral material with negative Poisson's ratio // Composites Science and Technology. – 2018. – Vol.160. – Pp.111- 118.
- 2) Kristensen R. Mechanics of Composite Materials // Lawrence Livermore Laboratory, New York. – 1982. – Vol.1. – No 1. – Pp. 336.
- 3) Новацкии В. Вопросы термоупругости // – Изд-во АН СССР. – М. – 1962. – Pp. 803.
- 4) Папкович П. Ф. Об общем интеграле тепловых напряжении (по поводу статьи Лебедева) // – ПММ. – 1937. –Vol. 1. – Pp 289.
- 5) Коваленко А. Д. Основы термоупругости // Физматгиз, // –М. – 1959. – 309 с.
- 6) Sheshenin S.V. Asymptotic analysis of plates with periodic cross-sections // Mech. Solids. – 2006. – Vol.41(6) – Pp.57-63.
- 7) Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах // М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры // – 1984. – 352 с
- 8) Спец. курс Шешенина Сергея Владимировича. Основы метода конечных элементов // Спецкурс по выбору студента. Кафедра теории пластичности // – Учебный год 2020/21.
- 9) Truesdell C., Toupin R. A. Handbuch der Physik // S. Flugge ed. Berlin: Springer. – 1960. – Vol.3. – No 1. – Pp. 802.
- 10) Shengyu Duan, Weibin Wen, Daining Fang. A predictive micropolar continuum model for a novel three-dimensional chiral lattice with size effect and tension-twist coupling behavior // J. Mechanics and Physics of Solids. – 2018. – Vol.121. – Pp.23-46.
- 11) Папкович П. Ф. Выражение общего интеграла основных уравнении теории упругости через гармонические функции // Изв. АН СССР, Сер. мат. и естеств. наук. – 1932. – 463 с.
- 12) Goodier J. N. On the integration of the thermoelastic equations // – Phyl. Mag., – 1937. – Vol.7. – Pp. 23.

Иллюстрации

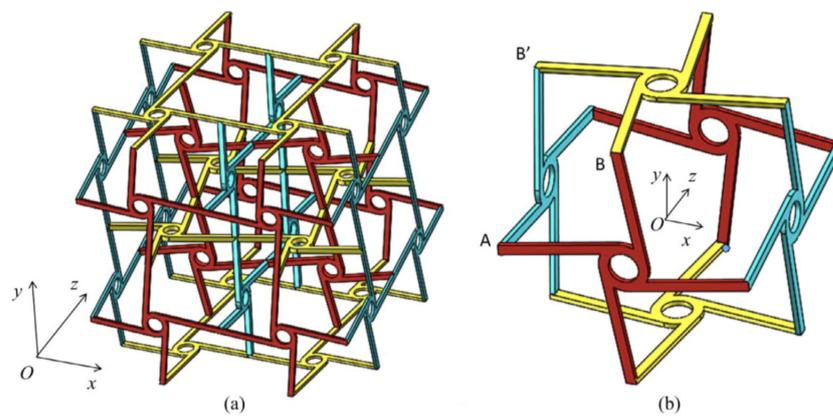


Рис. 1. 3D ячейка структуры ауксетика