



ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ СЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ НА СКРУЧИВАНИЕ СТЕРЖНЯ ИЗ МЕТАМАТЕРИАЛА ПРИ ЕГО СЖАТИИ

Ахметшин Л.Р.

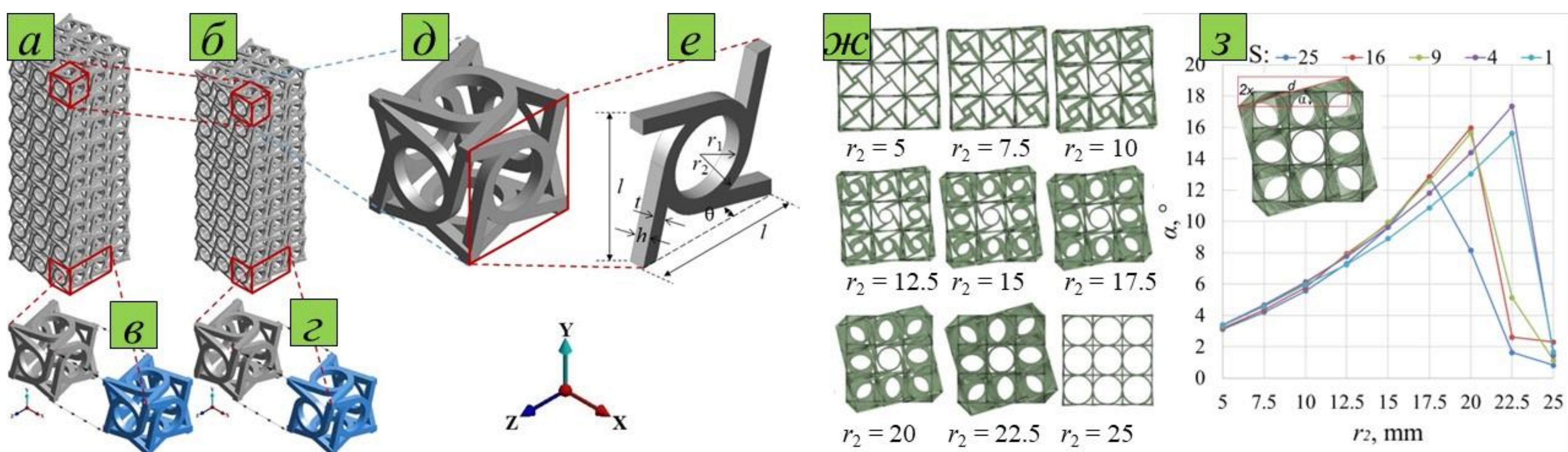
Введение

Метаматериалы – искусственно созданные структурированные материалы, свойства которых обусловлены не химическим составом базового материала, а искусственно заданной структурой, которая строится из элементарных ячеек [1]. Отдельный класс метаматериалов – механические метаматериалы [2].

Математическая постановка

Постановка краевой задачи определяется системой уравнений теории упругости для интересующих нас полей перемещений u_i и напряжений σ_{ij} в трехмерной постановке. Система уравнений теории упругости: $\nabla_j \cdot \sigma_{ij} = 0$, $\varepsilon_{ij} = 1/2 \cdot (\partial u_i / \partial x_j + \partial u_j / \partial x_i)$, $\sigma_{ij} = \lambda \cdot \delta_{ij} \cdot \varepsilon_{kk} + 2 \cdot \mu \cdot \varepsilon_{ij}$

В работе рассмотрена задача одноосного нагружения образца из механического метаматериала, а именно сжатия. Для этого на нижней грани образца из метаматериала были наложены условия жесткой заделки, а на верхней грани задавалось перемещение, соответствующее продольному сжатию на 3%. На остальных гранях образца заданы свободные граничные условия.



Результаты

В данной работе рассматривается метод соединения ячеек «внахлест», который отличается от метода «присоединение» (рис. 1в, г) [1]. Ранее в работе [3] были определены зависимости α и эффективного модуля Юнга E от изменения параметров элементарной ячейки t , h , θ , r_1 и r_2 (рис. 1е). Здесь считается, что площадь поперечного сечения S связок и колец одинакова и определяется по формуле: $S = t \cdot h = h \cdot (r_2 - r_1)$. В этом случае все параметры, кроме r_2 , становятся зависимыми. Поэтому мы можем принять r_2 и S в качестве двух параметров, определяющих структуру элементарной ячейки метаматериала. В общем случае ищем зависимость угла поворота в виде $\alpha(r_2, S)$ (рис. 1з). Величина r_2 варьировалась от максимального до минимального уровня (рис. 1ж).

Получены результаты для различных площадей поперечного сечения элементов структуры метаматериала (связок и колец), которые варьировались от 1 до 25 мм². Видно, что поведение кривых, одинаково для разных площадей поперечного сечения.

Литература

- Ахметшин Л.Р., Смолин И.Ю. Анализ некоторых методов соединения ячеек в механическом тетрахиральном метаматериале // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2022. (77). 27-37
1. Sangsefidi A., Kadkhodapour J., Anaraki A.P., Dibajian S., Schmauder S. Enhanced Energy Harvesting by Devices with 370 the Metamaterial Substrate // Physical Mesomechanics. 2022. 25. 568-582
2. L. R. Akhmetshin, I. Yu. Smolin Influence of unit cell parameters of tetrachiral mechanical metamaterial on its effective properties // Nanoscience and Technology: An International Journal. 2020. 11, 3. 265-273

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН тема номер FWRW-2022-0003.