

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА В ОБРАЗЦЕ ИЗ МЕХАНИЧЕСКОГО ТЕТРАХИРАЛЬНОГО МЕТАМАТЕРИАЛА

Л.Р. АХМЕТШИН, Е.А. КАЗАНЦЕВА, К.В. ИОХИМ

Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: Akhmetshin.Ir@gmail.com

Механические метаматериалы представляют собой специальным образом структурированные среды, обладающие необычными эффективными свойствами. К необычным свойствам можно отнести нулевое или отрицательное значение коэффициента Пуассона или приобретение дополнительной степени свободы. Эти свойства объединяются в метаматериале с тетрахиральной структурой. Хиральность – свойство объекта не накладываться на свое зеркальное отображение, может быть лево и право стороной. Развитие и применение механических метаматериалов с необычными механическими свойствами является многообещающим для различных инженерных приложений, таких как преобразование энергии [1], демпфирование колебаний и диссипацию подведенной энергии [2], управление распространением волн [3]. Особую актуальность разработке механических метаматериалов придают успехи в развитии современных аддитивных технологий. Технологии аддитивного производства являются перспективными и конкурентоспособными по сравнению с традиционными благодаря высокой производительности и возможностью создания функциональных деталей [4].

Целью данной работы является исследование эффективного значения коэффициента Пуассона в образце из механического метаматериала с тетрахиральной структурой. Образец имеет форму стержня с квадратным основанием (рис. 1).

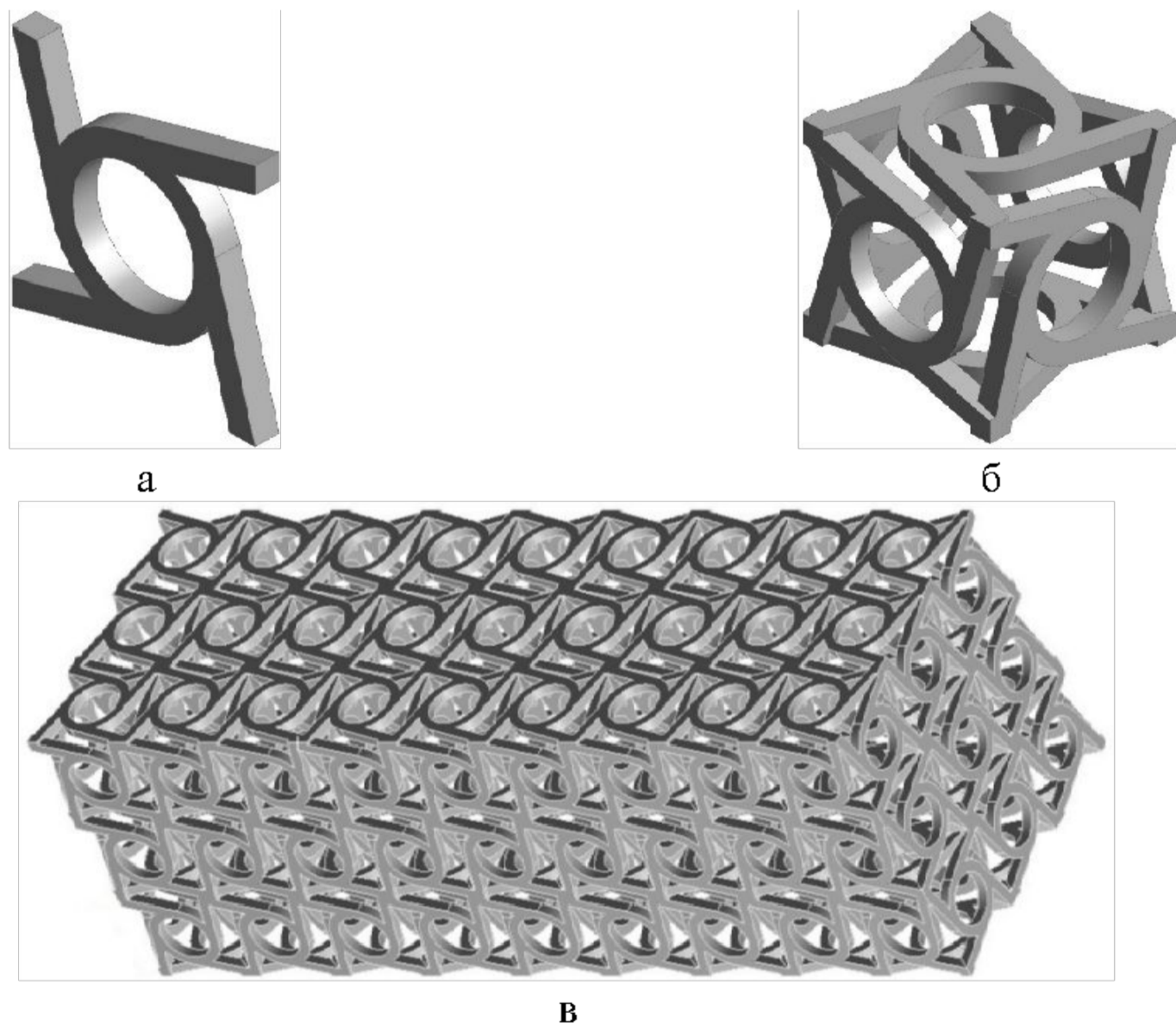


Рисунок 1 – Построение образца из метаматериала

Для создания стержня необходимо соединить двухмерные тетрахиральные структуры (рис. 1а) таким образом, чтобы они составляли грани куба. Таким образом получится элементарная ячейка метаматериала (рис. 1б). Стержень механического метаматериала состоит из 3х3х9 элементарных ячеек по трем ортогональным осям (рис. 1в).

Параметры элементарной ячейки метаматериала принимали следующие значения: $l = 50$ мм, $t = h = 5$ мм, $r_1 = 12,5$ мм, $r_2 = 17,5$ мм. Конструкторская особенность позволяет образцу скручиваться при приложении граничных условий:

- С одной стороны, жесткое закрепление;
- С противоположной стороны, перемещение: «+» – растяжение, «-» – сжатие, соответствующее 3% деформации;
- Остальные грани свободны от напряжений.

Математическая постановка задачи одноосного нагружения принята в рамках линейной теории упругости. Упругие свойства базового материала: $E = 200$ ГПа – модуль Юнга; $\nu = 0,3$ – коэффициент Пуассона.

При появлении скручивания образца возникает проблема определения эффективного коэффициента Пуассона. Для ее решения можно предложить вариант расстановки реперных точек на модели стержня вдоль всего образца. Применив данный подход выяснилось, что координаты точек при смещении в плоскости, перпендикулярной оси нагружения, показали одинаковое значение с разными знаками, что говорит об отсутствии поперечной деформации. Исходя из этого, можно заключить, что эффективный коэффициент Пуассона равняется нулю.

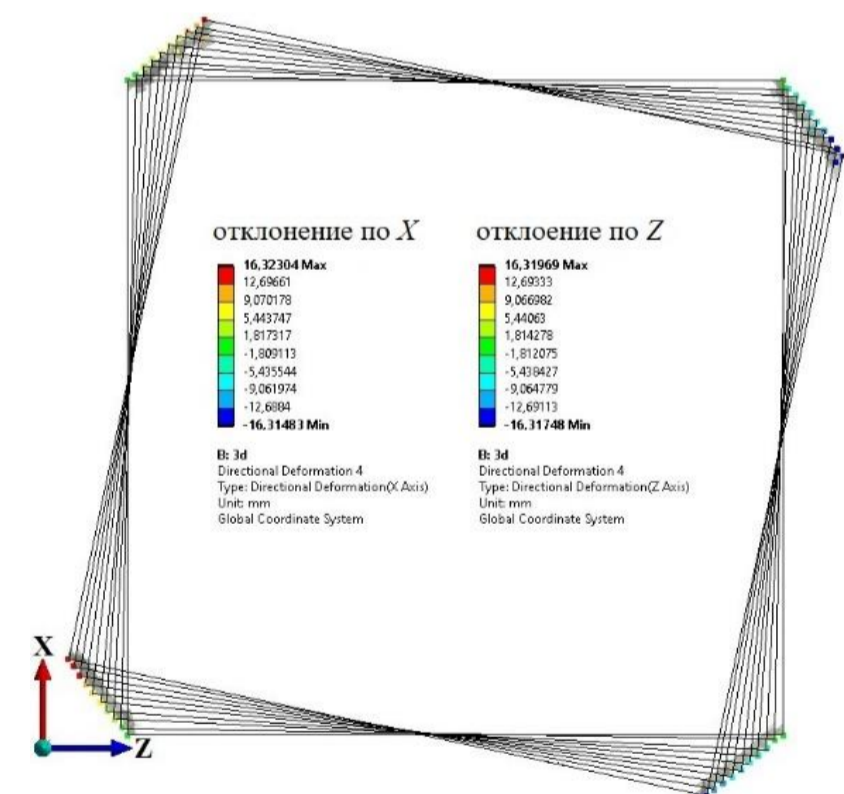


Рисунок 2 – Отклонение реперных точек

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

Список литературы

1. Shan S., Kang S.H., Raney J.R., Wang P., Fang L., Candido F., Lewis J.A., Bertoldi K. Multistable Architected Materials for Trapping Elastic Strain Energy // *Advanced Materials*. – 2015. – Vol. 27. – No. 29. – PP. 4296-4301.
2. Findeisen C., Hohe J., Kadic M., Gumbsch P. Characteristics of mechanical metamaterials based on buckling elements // *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*. – 201. Vol. 102. – PP. 151-164.
3. Deng B., Tournat V., Wang P., Bertoldi K. Anomalous Collisions of Elastic Vector Solitons in Mechanical Metamaterials // *Physical Review Letters*. – 2019. – Vol. 122. – No. 044101.
4. Колубаев А.В., Тарасов С.Ю., Филиппов А.В., Денисова Ю.А., Колубаев Е.А., Потеев А.И. Особенности формирования структуры хромоникелевой стали, полученной с использованием электронно-лучевой аддитивной технологии // *Известия высших учебных заведений. Физика*. – 2018. – Т. 61. – № 8. – С. 110–116.