ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/89

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХИРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАМАТЕРИАЛА НА ЕГО МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ОДНООСНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

^{1,2}Ахметшин Л.Р., ^{1,2}Смолин И.Ю.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Томский государственный университет, Томск

Метаматериалы – это материалы, свойства которых обусловлены не столько химическим составом, сколько структурой. Применение механических метаматериалов с необычными механическими свойствами является многообещающим для различных отраслей промышленности, но наиболее актуально для преобразования механических волн. 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, экономической эффективности и возможности создавать детали со сложной геометрией [1].

Целью данной работы является изучение влияния параметров хиральной структуры на поведение механического метаматериала при одноосном нагружении.

Рассмотрим метаматериал с тетрахиральной (4-х кратная связь) структурой, в основании которой лежит двухмерный хиральный элемент. Он состоит из кольца и четырех стержней (ребер). Основным размером элементарной ячейки, который принимается постоянным, является длина ячейки – l . Переменными являются оставшиеся параметры, а именно: ширина ребра – t , толщина ребра – h , внешний радиус кольцевого элемента – r_2 , внутренний радиус кольцевого элемента – r_1 , угол наклона ребра – θ . Все параметры строились таким образом, чтобы они являлись независимыми

Математическая постановка задачи деформирования метаматериала принята в рамках линейной теории упругости. Ограничиваемся случаем перемещений, не приводящих к контактному взаимодействию составляющих хиральной структуры. Упругие свойства элементарной ячейки метаматериала принимали следующие значения: $E = 200$ ГПа – модуль Юнга; $\nu = 0,3$ – коэффициент Пуассона.

Граничные условия прикладывались следующим образом: жесткая заделка на одной из поверхностей и перемещение на противоположной поверхности образца метаматериала 15 мм, что соответствует одноосному деформированию на 3 %.

В качестве основного отклика для исследования особенностей деформирования, рассматриваемого метаматериала была рассмотрена силовая реакция опоры (закрепленной грани образца метаматериала) (Рис. 1).

Рис. 1. Влияние переменных параметров r_1 , h и t на реакцию опоры

Секция 3. Компьютерное моделирование и дизайн материалов с иерархически организованной структурой

При изменении параметров метаматериала были получены зависимости реакции опоры жесткой заделки от переменных параметров.

Рассмотрим влияние параметра r_1 (внутренний радиус ячейки) на вышеуказанную величину при $r_2 = 17,5$ мм, $t = h = 5$ мм. В исходном образце метаматериала значение реакции опоры было 4,87 МН при $r_1 = 12,5$ мм. При уменьшении значения r_1 идет плавное увеличение усилия необходимого для деформирования образца метаматериала. При минимальном значении $r_1 = 0$ мм пространство кольца заполнено сплошным телом, вследствие чего реакция опоры увеличивается до $F = 7,1$ МН.

Исследование с переменными параметрами t (ширина ребра) и h (толщина ребра), при $r_2 = 17,5$ мм, $r_1 = 12,5$ мм аналогичны друг другу. Отмечена тенденция: уменьшение значения параметров влечет за собой уменьшение усилия, необходимого для аналогичного деформирования образца метаматериала. Это связано с уменьшением удельного объема метаматериала.

Как видно из рисунка 1, зависимость $F(h)$ имеет линейный характер, а зависимость $F(t)$ – почти линейный.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-31-50053).

I. Kolubaev A. V., Tarasov S. Y., Filippov A. V., Denisova Y. A., Kolubaev, E. A., Potekaev A. I. The Features of Structure Formation in Chromium-Nickel Steel Manufactured by a Wire-Feed Electron Beam Additive Process // Russian Physics Journal. 2018. 61(8). С. 1491-1498. <https://doi.org/10.1007/s11182-018-1561-9>.