

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛА З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ НА ПРИКЛАДІ БУДИНКІВ БІОНІЧНОЇ ФОРМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Колесник Ілля Анатолійович

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мацюк Ірина Миколаївна

Сплави з пам'яттю форми ефективно застосовуються у будівництві для підвищення стійкості конструкції. В даній роботі представлено теоретичні способи застосування матеріалу нітинол на прикладі будинків біонічної форми. Нітинол відноситься до металів з пам'яттю форми, який є спеціальним металевим сплавом, що має здатність запам'ятовувати свою форму і повертатися до неї після деформації за певної температури. Цей сплав складається з нікелю, титану та інших металів, які мають особливі властивості структури та форми кристалічної решітки, що дозволяють їм «запам'ятовувати» свою форму [1].

Нітинол може бути використано в різних інженерних та медичних додатках, наприклад, у виробництві трубопроводів, контролю деформацій у будівлях і мостах, пристроях автоматичного регулювання температури та багатьох інших. [2]. Процес запам'ятовування форми відбувається завдяки фазовому переходу між мартенситною та аустенітною фазами в сплаві при зміні температури. На рисунку 1 показано процес запам'ятовування форми матеріалу Нітинол, де M_p – початок прямого мартенситного перетворення; M_f – кінець прямого мартенситного перетворення; A_p – початок зворотнього мартенситного перетворення; A_f – кінець зворотнього мартенситного перетворення. За певної температури сплав приймає свою вихідну форму, а за іншої – може бути легко деформований. Нітинол має деякі унікальні властивості, такі як: висока деформаційна стійкість, і можливість деформації з високою точністю і швидкістю.

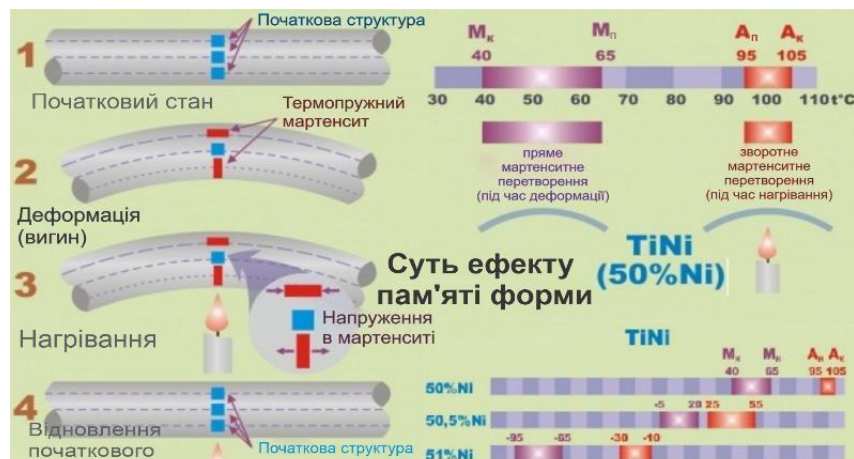


Рис. 1 Процес запам'ятовування форми матеріалу нітинол

Нітинол - це один з найвідоміших металів з пам'яттю форми, який має унікальні механічні властивості. Нітинол складається з нікелю (55%) і титану (45%), нітинол має здатність запам'ятовувати свою форму і повертатися до неї при зміні температури (рис. 2), а також високу міцність. Нітинол має дуже

високу корозійну стійкість та необхідну біологічну сумісність [3]. Ці властивості роблять нітинол корисним матеріалом для використання в різних додатках в інженерії та будівництві.

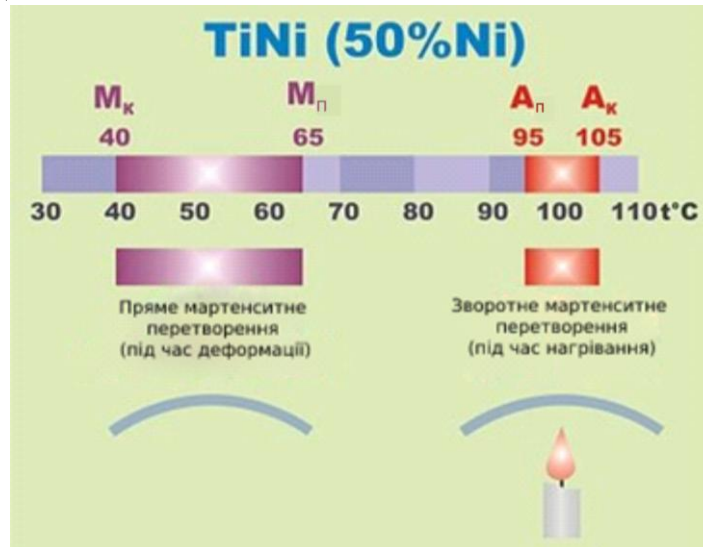


Рис. 2 Деформація нітинолу при нагріванні

Авторами запропоновано застосовувати нітинол в будівництві на прикладі будинків біонічної форми. Завдяки своїм властивостям пам'яті форми, сплав нікелю з титаном дозволять створити міцну допоміжну стійкість для композиційної балки каркасу та фундаменту будівлі. Таким чином, нітинол, може бути використаний для зміцнення балок у різних форм і конструкцій, що використовуються у каркасі та фундаменті споруди. Завдяки своїм унікальним властивостям, нітинол стає ідеальним матеріалом для використання в конструкціях, що вимагають підвищеної стійкості та міцності.

Для зміцнення балок, що використовуються у фундаменті та каркасі напівсферичної або куполоподібної форми, можна використовувати нітинолові стрижні, які розташовані вздовж балок (рис.3). При цьому стрижні мають бути встановлені таким чином, щоб вони стикалися з балкою тільки під час напруження, викликаного додатковим навантаженням на фундамент. В іншому разі, якщо нітинолові стрижні перебуватимуть у постійному контакті з балкою, то вони не зможуть запам'ятати свою вихідну форму і будуть неефективні. Запропонована авторами 3D-модель прикладу будинку біонічної форми у вигляді купола показано на рисунку 3.

При використанні нітинолу для укріплення композиційних балок у фундаменті та каркасі споруди сферичної або куполоподібної форми, можна досягти збільшення міцності та стійкості споруди. Крім того, таке зміцнення може зменшити кількість необхідних матеріалів і, отже, знизити витрати на будівництво.

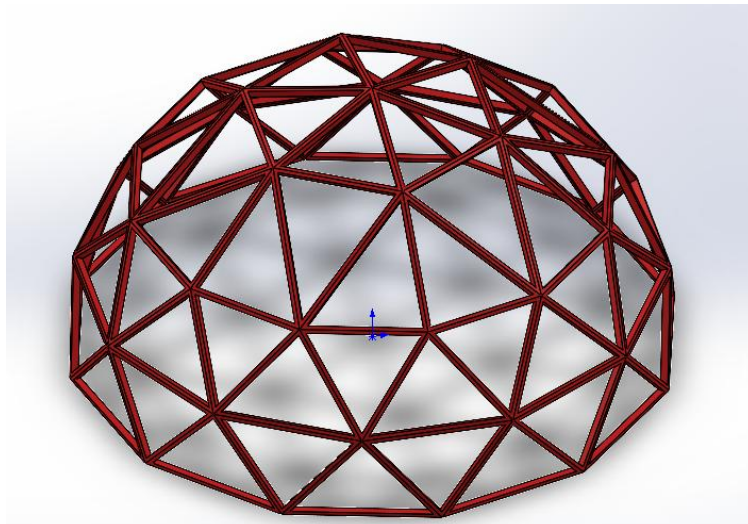


Рис. 3 3D-модель будинку біонічної форми

Автори встановили, що протягом тривалого часу дана конструкція, укріплена нітинолом, не тільки дасть змогу заощаджувати на ресурсах, а й надалі модернізувати сам каркас, змінюючи його на інші природні форми, такі як циліндр, конус, та інші. Такі природні форми мають унікальні властивості та функції, які допоможуть мешканцям бути у безпеці в таких будинках від природних катаклізмів, своєю укріпленою властивістю, і незвичайною біонічною формою. Також такий метод побудови будинків дає змогу використовувати екологічно чисті матеріали, через що вони мають перевагу над стандартною конфігурацією побудови дерев'яних будинків квадратної або прямокутної форми.

Отже, застосування матеріалу з пам'яттю форми, такого як нітинол, виявляється дуже перспективним під час зміцнення композиційних балок при будівництві, використовуваних у фундаментах та каркасах будівель, як стандартної, так і будь-якої біонічної форми. Особливо важливим це стає для фундаментів та каркасів нестандартної біонічної форми, наприклад, куполоподібної.

Перелік посилань:

1. Киричок П. О. Основи металознавства і порошкової металургії: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ П. О. Киричок, Т. А. Роїк, А. С. Морозов. – К. НТУУ «КПІ», 2012. – 128с.
2. Firstov F. S., Van Humbeeck J., Koval Yu. N. High-temperature shape memory alloys. Some recent developments // Mat. Sci. & Eng.–2004.–A 378, pp. 2–10.
3. Контроль форми композитних балок, армованих нітинолом - А. Баз, Т. Чен, Джей Ро. Том 31, випуск 8, 2000 року;
4. Моделювання поведінки сплавів з пам'яттю форми та пристроїв на основі сплавів з пам'яттю форми – Анжелло Риччио, Сальваторе Сапуто, Андреа Селлитто. Том 2, 2021 року;