

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПЛАВІВ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНУ

Козирський В. В., д.т.н., проф., e-mail: kozyrskyivv@gmail.com

Компанія «ALOTEK technology», Польща

Бунько В. Я., к.т.н., доц., e-mail: VBunko@gmail.com

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», м.Бережани, Україна

Актуальність дослідження. Наявність унікальних властивостей функціональних сплавів (ФС) обумовлює їх належність до smart матеріалів SMA (Shape Memory Alloys) та високу актуальність їх дослідження та застосування у різних галузях, в тому числі в електроенергетиці.

Застосування функціональних сплавів з пам'яттю форми має актуальне значення, яке полягає у їх використанні при перетворенні низькотемпературного тепла в механічну роботу, а пізніше в електричну енергію на базі теплового двигуна, робочим органом якого являється колесо з пружинами, виготовлених із дроту на основі сплаву Ni-Ti-Cu.

Мета досліджень. Мета даного дослідження полягає у випробуванні та експериментальному визначенні термомеханічних характеристик функціонального сплаву у вигляді пружин, виготовлених на основі сплаву Ni-Ti-Cu (Nitinol).

Основні матеріали досліджень. Функціональні сплави з пам'яттю форми - це матеріали, здатні витримувати великі деформації в холодному стані, але повертатися до своїх початкових, «запам'ятованих» форм при нагріванні. Як і у випадку з дротом, деформація зазвичай передбачає подовження, тоді як відновлення форми - це стиснення до попередньо розтягнутої довжини. Ефект, зумовлений змінами в кристалічній структурі матеріалу, не пов'язаний з тепловим розширенням і стисненням [1].

Нітинолові сплави з пам'яттю форми автоматично відновлюють свою форму після певної термічної обробки та відповідного термозагартування. Ця зміна є характеристикою пам'яті форми сплавів Nitinol. Пам'ять форми можна розділити на односторонню, двосторонню та повну пам'ять форми відповідно до стану відновлення [2].

Для випробування використовувались пружини різної попередньої деформації (рис.1) на випробувальній установці, яка зображена на рис.2 [3].

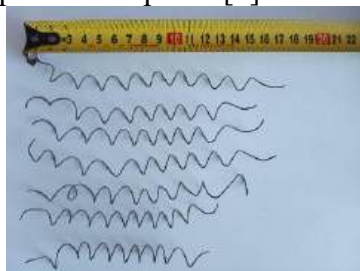


Рисунок 1 – Збірні пружини із сплаву Nitinol різної попередньої деформації

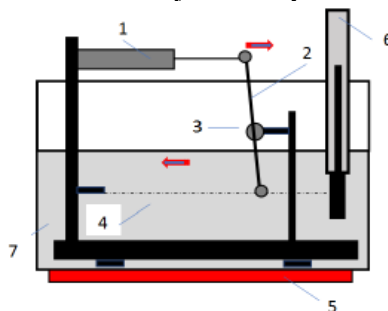


Рисунок 2 – Модель дослідної установки для зняття термомеханічних характеристик термочутливих елементів [3]: 1 – динамометр; 2 – важіль; 3 – шарнір; 4 – термочутливий елемент; 5 – нагрівач; 6 – термометр; 7 – ванна з водою

Випробування проводились із пружинами різної поперечної деформації, довжиною відповідно 100, 120, 140 та 160 мм (рис.1).

Таблиця 1. Дані випробування пружин на основі сплаву Nitinol

Температура нагрівання, °С	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Пружина 100 мм	0	0	0	0	0,02	0,04	0,1	1,25	1,6	1,7	1,8	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Пружина 120 мм	0	0	0	0,05	0,07	0,1	0,5	1,8	2,15	2,4	2,55	2,6	2,65	2,65	2,65	2,65
Пружина 140 мм	0	0	0	0	0,05	0,1	0,4	2,0	2,6	2,85	3,0	3,05	3,1	3,1	3,1	3,1
Пружина 160 мм	0	0	0	0,05	0,10	0,15	0,5	2,65	3,15	3,45	3,65	3,8	3,9	3,95	4,0	4,0

На основі даних таблиці 1, побудуємо графік залежності температури від зусилля, яке розвиває пружина під дією температурного середовища.

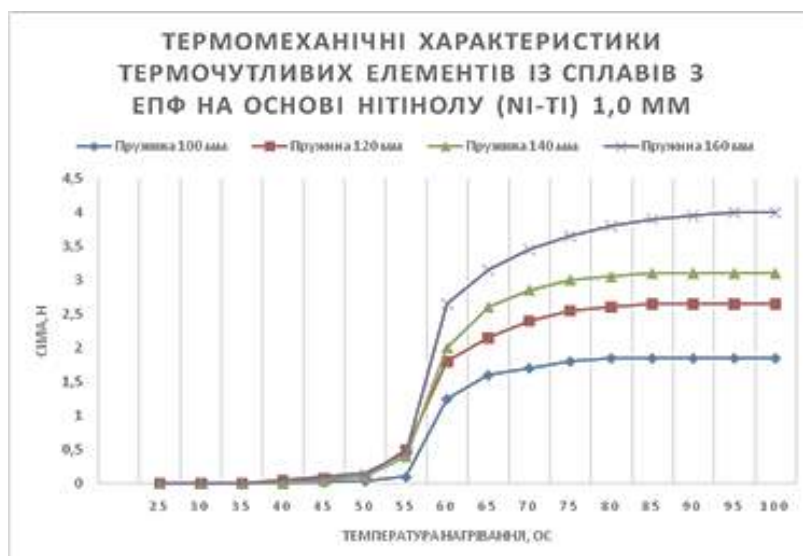


Рисунок 3 – Термомеханічні характеристики функціональних елементів на основі нітінолу діаметром 1,0мм

Як видно із графіка, при збільшенні деформації пружини, зусилля зростає, і складає для пружин довжиною 100 мм – 1,85Н, 120мм – 2,65Н, 140мм – 3,1Н та 160мм – 4,0Н відповідно.

Висновок. Таким чином, проведені дослідження дозволяють обґрунтувати, що при встановленні пружин у відповідне робоче колесо правильної геометричної форми, можна створити тепловий двигун для перетворення теплової енергії в механічну та відповідно в електричну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Banks, R., "Getting Warmer: The Nitinol Engine," #12, R&D Innovator Vol. 1, No. 4, November 1992, http://www.winstonbrill.com/bril001/html/article_index/articles/1-50/article12_body.html, accessed 1-12-2002.
2. <https://ua.toptitech.com/info/characteristics-and-functions-of-nitinol-shape-79319974.html> (дата звернення 21.10.2024)
3. Бунько В. Я., Козирський В. В. Дослідження елементів з ефектом пам'яті форми та визначення їх термомеханічних характеристик при різних температурах загартування. Збірник наукових праць національного університету кораблебудування імені Адмірала Макарова. Наукове видання № 1 (494) 2024. Видавничий дім «Гельветика». 2024. С. 69-73.