

## ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ З ЕФЕКТОМ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Бунько В. Я.<sup>1</sup>, к.т.н., доц., e-mail: [VBunko@gmail.com](mailto:VBunko@gmail.com)

Козирський В. В.<sup>2</sup>, д.т.н., проф., e-mail: [kozyrskyivv@gmail.com](mailto:kozyrskyivv@gmail.com)

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»<sup>1</sup>, м. Бережани, Україна

Компанія «ALOTEK technology»<sup>2</sup>, Польща

**Актуальність дослідження.** Дослідження новостворених матеріалів і способів їх отримання завжди залишається однією з ключових наукових і прикладних задач, орієнтованих на розвиток сучасної техніки і технологій. Більшість металевих і неметалевих матеріалів, що традиційно застосовуються для виготовлення технічних та медичних виробів, мають або конструкційні, або функціональні властивості, що негативно впливає на їх широке використання [2,3].

За минулі десятиліття нові матеріали знайшли широке застосування в різних областях науки і техніки; аерокосмічної, машинобудівної, гірської промисловості; електротехніці і світлотехніці; побутовому і науковому приладобудуванні; розробці нових типів озброєння та ін. [1].

Один із класів функціональних матеріалів – металічні сплави, які зазнають мартенситних перетворень, що спричиняють незвичайні фізико-механічні властивості (ефект пам'яті форми, надпружність, висока демпфуюча здатність та ін.). Цей клас матеріалів одержав загальну назву – сплави з ефектом пам'яті форми (ЕПФ).

**Мета досліджень.** Мета даного дослідження полягає у вирішенні практичного застосування елементів з ефектом пам'яті форми для системи генерації електричної енергії, оскільки при нагріванні окремих матеріалів створюється певне зусилля, яке може створювати обертовий момент.

**Основні матеріали досліджень.** Матеріали з ефектом пам'яті форми є прототипами так званих «інтелектуальних» матеріалів майбутнього. «Інтелектуальні» матеріали, крім звичайних, для металів механічних властивостей мають додаткові функціональні властивості, до яких належить і ефект пам'яті форми. Ефект пам'яті форми – це фізичне явище, за якого пластично деформований матеріал відновлює (зазвичай при нагріванні) свою первісну форму [4].

Ефект «пам'яті форми» притаманний двокомпонентним сплавам на основі Ni–Ti, Pt–Ti, Pt–Ga, Pt–Al та трикомпонентним – Cu–Al–Mn, Cu–Al–Zn та ін. Особливістю виконавчих елементів зі сплавів з пам'яттю є їх мініатюрність. Це зумовлено простотою механізму їх дії, а також тим, що елемент складається з одного сплаву. На роботу таких виконавчих механізмів не впливає середовище або атмосфера, а впливає лише температура. Отже, можлива робота цих елементів в таких середовищах, як вакуум або вода, при цьому немає потреби в герметизованому вузлі, як, наприклад, для забезпеченні роботи в таких середовищах двигунів інших принципів дії [4].

Використовуючи дані сплави з ефектом пам'яті форми потрібно якимось чином здійснити запам'ятовування тієї чи іншої форми, для цього здійснюється певна термообробка, яка залежить від складу конкретного сплаву, його призначення, розміру елемента, тощо.

Існує два способи обробки: з метою створення односторонньої пам'яті та двосторонньої пам'яті, проте другий спосіб пов'язаний із значними технологічними складнощами та його опис займає певний суттєвий час, тому розглянемо перший варіант.

Такий варіант передбачає попередню прокатку і механічну обробку сплаву з метою первинного деформаційного зміцнення, після чого сплав піддається нагріванню до температури 400-500 °С, при якій він витримується в інтервалі від декількох хвилин до декількох годин (рис.1.).



Рисунок 1 – Термообробка елемента з ефектом пам'яті форми на основі Ni–Ti  
а) – сплав після термообробки в розтягнутому вигляді; б) вигляд сплаву після занурення в теплу воду;

Матеріали з ефектом пам'яті форми можуть застосовуватися в теплових двигунах, що використовують, наприклад, різницю температур гарячої та холодної води. Принцип дії двигуна Гінеля з кривошипно-шатунним механізмом на основі сплавів з пам'яттю форми ілюструє рис. 2. [4].

Ефект пам'яті форми у виробках із функціонального сплаву може проявлятися мільйони циклів, його можна посилювати попередніми термообробками.

У світовій практиці лідером серед сплавів з пам'яттю форми за застосуванням і за вивченістю є нікелід титану (нітинол) - інтерметалід еквіатомного складу з 55 % Ni (за масою). Температура плавлення - 1240-1310 °С, густина - 6,45 г/см<sup>3</sup>.

Двигун приводиться в обертання за допомогою шести спіралей зі сплаву Ti–Ni. Осі робочого колеса і кривошипного вала зміщені одна відносно одної. Подовження та скорочення спіралей залежно від різниці температур гарячого та холодного середовищ, що становить 10... 20 °С, діють так само, як зворотно-поступальний рух поршня у звичайних кривошипно-шатунних механізмах, викликаючи обертання робочого колеса.

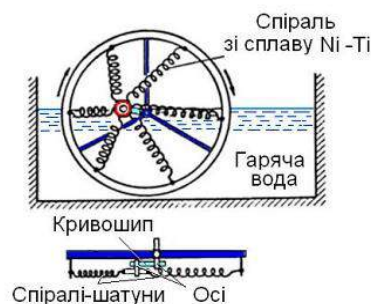


Рисунок 1 – Двигун Гінеля з кривошипно-шатунним механізмом на основі сплавів з пам'яттю форми [4]

**Висновок.** Отже, використання сплавів з ефектом пам'яті форми є можливим для створення ефективної генеруючої електроустановки, оскільки попередні дослідження показують, що такі елементи перетворюючи низькотемпературну теплову енергію розвивають достатнє зусилля для систем генерації електроенергії.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сплави з ефектом пам'яті форми – потужний клас функціональних матеріалів / Ю. М. Коваль // *Наука та інновації*. 2005. Т. 1, № 2. С. 80-95.
2. Бунько В. Я., Козирський В. В. ЗАСТОСУВАННЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ» МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ. *Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): Матеріали наук.-техн. конф., м. Київ 19 жовтня 2023 року*. С. 126-127.
3. [https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11688/1/250\(1\).pdf](https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11688/1/250(1).pdf) (дата звернення 25.10.2023)
4. Філяшкін М. К. Мікроелектромеханічні системи: Навч.пос. К.:НАУ, 2019. 276с.