



Компанія «ALOTEK technology»
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»



ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПЛАВУ САМІТАЛ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ В ЕЛЕКТРИЧНУ



Доповідачі:

Бунько Василь Ярославович, канд. техн., наук, доцент, декан факультету енергетики та електротехніки
Козирський Володимир Вікторович, докт. техн. наук, професор, директор з розвитку та технологій компанії
«ALOTEK technology», Польща



АКТУАЛЬНІСТЬ



- Створення інноваційних елементів і механізмів на основі функціональних матеріалів із термопружними мартенситними перетвореннями, зокрема інтерметалічних сплавів на основі Cu-Al-Mn (Camital), є перспективним напрямом розвитку сучасної електротехнічної бази. Зазначений матеріал характеризується комплексом унікальних фізико-механічних і функціональних властивостей, що зумовлюють його належність до класу «інтелектуальних» матеріалів з ефектом пам'яті форми та надпружністю.
- Елементи, виготовлені зі сплаву системи Cu-Al-Mn (Camital), здатні розвивати значні реактивні напруження, що досягають сотень мегапаскалів, що зумовлює їхню високу енергетичну насиченість та придатність до використання в силових і контактних вузлах електротехнічних установок. Вони, перетворюючи три види енергії (теплову, механічну, електричну), виконують роль робочого тіла і органу одночасно в діапазоні температур $-200...+200^{\circ}\text{C}$. Для ФС є незаперечним фактом існування силових властивостей, поєднаних з приводними в одному матеріалі, а не в механізмі.
- Актуальним напрямом застосування функціональних інтерметалідів є створення твердотільних теплових двигунів для установок генерації електричної енергії, які використовують теплову енергію низькопотенційних джерел. Однак, високі вартісні показники сплавів групи Ni-Ti (Nitinol) обмежують їх широке застосування в електроенергетиці. Альтернативою цим сплавам є функціональні інтерметаліди з основою міді, наприклад Cu-Al-Mn, який є економічно доступним для застосування в електроенергетиці.



Мета та завдання дослідження

Метою даної роботи являється дослідження термомеханічних характеристик елементів із функціонального інтерметаліду на базі сплаву Cu-Al-Mn для використання його у теплових двигунах для створення генерації електричної енергії.

Об'єкт дослідження - тепловий двигун з використанням термочутливих елементів.

Предмет дослідження – визначення термомеханічних характеристик елементів із сплаву Camital та його подальше використання в теплових двигунах.

Для реалізації зазначеної мети необхідно виконати такі завдання:

- 1) розробити дослідну установку з використанням контрольно-вимірювальних приладів та елементів фіксації показників;
- 2) визначити термомеханічні характеристики елементів із функціонального інтерметаліду з різними геометричними та фізичними параметрами;
- 3) побудувати характеристики залежності зусилля від температури нагрівання;
- 4) зробити висновки щодо отриманих експериментальних даних та використання елементів у теплових двигунах.

Елементи з функціонального інтерметаліду Cu-Al-Mn (Camital)



- Вироби із сплаву Camital



- Дослідні зразки пластин із сплаву Camital

Розміщення термочувливих пластин Samital у випробувальній установці



Форми та конфігурація термочутливих пластин у дослідній установці



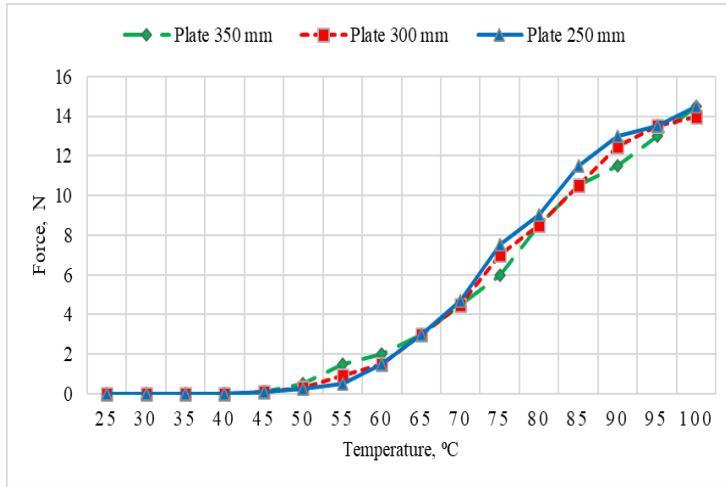
■ Одинарна пластина



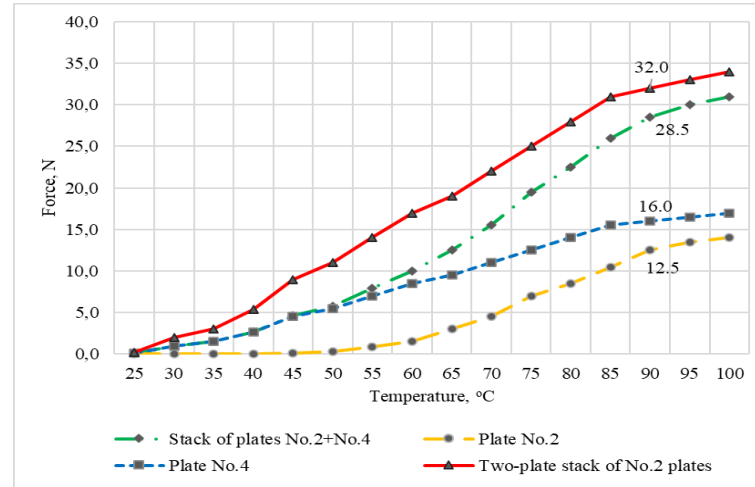
■ Подвійна пластина



Термомеханічні характеристики пластин

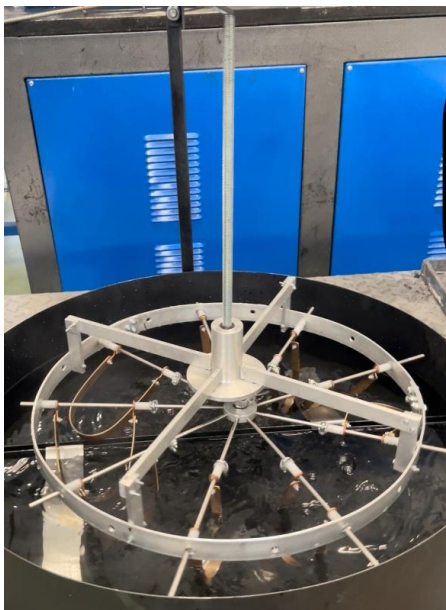


Термомеханічні характеристики пластин №1-№3 ($t_{\text{відн}}=55^{\circ}\text{C}$)



Термомеханічні характеристика пластин №4 і №2 ($t_{\text{відн}}=28^{\circ}\text{C}$ та $t_{\text{відн}}=55^{\circ}\text{C}$, відповідно) та пакетів - №4+№2 і №2+№2

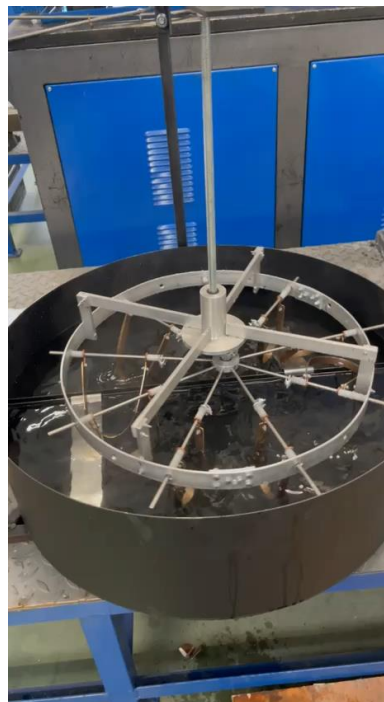
Загальний вигляд теплового двигуна



Даною конструкцією двигуна передбачено використання 9-ти термочувливих пластин із сплаву з пам'яттю форми, які при нагріванні прагнуть відновлювати форму від параболічної до прямої вздовж направляючих спиць. Оскільки центр з'єднання направляючих спиць зміщений на певну відстань від основної осі обертання робочого колеса створюються умови для виникнення обертового моменту. Величина обертового моменту залежить від ряду геометричних розмірів двигуна, термочувливих елементів і їх термомеханічної характеристики. При даній конструкції теплового двигуна ємність для води (є тепловим агентом) розділена діаметрально на дві частини, вода у двох частинах має різну температуру, наприклад +15 і +50 °С.

Загальний вигляд теплового двигуна з термочувливими елементами із сплаву з пам'яттю форми Cu-Al-Mn (Camital)

Відеопрезентація випробування термопластин та роботи теплового двигуна



Загальні висновки



- Оскільки вузол з'єднання напрямних спиць конструктивно зміщений відносно геометричної осі обертання робочого колеса на ексцентричну відстань, у процесі формовідновлення пластин створюються умови для виникнення результуючого обертового моменту. Таким чином, лінійне переміщення та силова дія термочутливих елементів трансформуються у крутний момент на валу двигуна. Величина сформованого обертового моменту визначається сукупністю конструктивно-параметричних і матеріалознавчих чинників, зокрема геометричними розмірами робочого колеса та ексцентриситетом, довжиною, товщиною і початковою кривиною пластин, а також їх термомеханічними характеристиками (температурними інтервалами фазових перетворень, рівнем генерованих напружень, модулем пружності в аустенітній і мартенситній фазах, гістерезисними параметрами тощо).
- Отже, системний і комплексний облік визначених конструктивних, геометричних та термомеханічних параметрів є необхідною науково обґрунтованою передумовою оптимізації енергетичних характеристик і підвищення коефіцієнта корисної дії теплового двигуна. Такий підхід забезпечує раціональне узгодження процесів фазових перетворень, силової взаємодії та кінематичних параметрів, що в сукупності визначає ефективність функціонування двигуна як енергоперетворювального модуля для трансформації теплової енергії в механічну та подальшої її конверсії в електричну.