

СЕКЦІЯ 5. ІНТЕГРОВАНІ ПРОЦЕСИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛО- І ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

УДК 535.375.54, 66.042.88

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ТЕМПЕРАТУРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ АКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Антипов Є. О., к.т.н., доц., e-mail: ievgeniy_antypov@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність дослідження. Відомо, що з усіх типів існуючих конструкцій теплоаккумуляторів найбільш перспективними є аккумулятори теплоти з фазовими або хімічними перетвореннями акумулюючого матеріалу, які дозволяють забезпечити високу щільність накопиченої енергії і стабільну температуру на виході з теплового аккумулятора. Однак, аналіз робіт [1-5] показав, що такі апарати мають певні недоліки та вказує на необхідність проведення нових досліджень спрямованих на пошук шляхів підвищення робочих характеристик таких теплоаккумуляторів.

Мета досліджень. Для розв'язання задач з оптимізації технології виготовлення вітчизняних вискоефективних теплових аккумуляторів на основі фазоперехідних матеріалів органічного походження (на прикладі парафінів) необхідно: дослідити структуру й термодинамічну поведінку парафінів та їх сумішей з різними за хімічним складом твердотільними мікро- та наночастинками; оцінити їх вплив на ефективність зазначених процесів.

Основні матеріали досліджень. Дослідження впливу мікро- та наночастинок металів на інтенсивність процесів структурно-фазових перетворень чистих та підсилених парафінів проводилось на розробленій експериментальній установці (рис. 1), яка складається з двох однакових дослідних модулів, один з яких заповнений чистим фазоперехідним матеріалом (парафін марки ТЗ) з температурою фазового переходу $T_f = 54-56$ °С, а другий – тим же матеріалом але підсиленим теплопровідними включеннями. В якості останніх використано мікро- та наночастинки металу (мідь). Крім того, установка оснащена циліндричним джерелом теплової енергії (ТЕН), потужністю 1,5 кВт, лабораторним автотрансформатором, комплектом контрольно-вимірювального обладнання температур на поверхні ТЕНа, а також в об'ємі акумулюючого матеріалу.



Рис. 1– Зовнішній вигляд експериментальної установки

Для вимірювання температур на поверхні циліндричного джерела теплоти та в об'ємі акумулюючого матеріалу (АМ) використовувались термометри К-типу. Контроль температурних полів безпосередньо в об'ємі АМ проводився за допомогою 5-ти виносних термометрів, які створювали так звану «температурну сітку». Ця «сітка» була виконана у вигляді рамки із закріпленими на ній термометрами та розміщена по середині модулів (на

відстані 80 мм від їх торців). Це дозволило відстежити динаміку температурних полів в дослідних модулях.

Дослідні модулі (див. рис. 2) - горизонтально орієнтовані ємності, корпуса яких виготовлені у формі паралелепіпеда, який має наступні розміри: висота $H = 120$ мм, довжина $L = 162$ мм, ширина $B = 112$ мм.

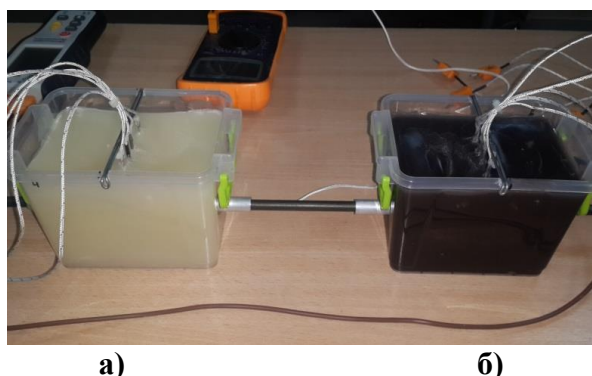


Рис. 2 – Зовнішній вигляд експериментальних модулів: а – з чистим теплоакumuлюючим матеріалом; б – з підсиленням теплопровідними включеннями АМом.

Маса акумулюючого матеріалу (парафіну) в робочій камері становить $M_{hm} = 749,9$ г. Теплофізичні властивості акумулюючого матеріалу визначалися в результаті лабораторних досліджень. Оптичне вимірювання товщини та часу появи шару рідкого або кристалізованого акумулюючого матеріалу на теплообмінній поверхні проводилося за допомогою цифрового фотоапарату OLYMPUSVR-310/D-720DIGITAL, який керувався з комп'ютера.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено, що додавання теплопровідних наповнювачів покращує теплопровідні властивості парафіну з металевими наповнювачами, зокрема: отримано більш рівномірний розподіл теплового поля та зниження температури основних фазових переходів у підсиленних теплоакumuлюючих речовинах, що пов'язано із формуванням у його структурі теплопровідної протяжної мережі, яка утворюється при внесенні теплопровідного наповнювача у парафін; встановлено пришвидшення процесу плавлення теплоакumuлюючого матеріалу, який розміщений над джерелом теплоти на 10-12 % та на 20-22 % АМу, який розташований на рівні осьової лінії джерела теплоти по обидві сторони від нього; досліджено зростання температурного режиму по всьому об'єму матеріалу твердої фракції підсиленого мідним наповнювачем парафіну, яке у середньому склало 4-6 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Pereira da Cunha J., Eames P. Thermal energy storage for low and medium temperature applications using phase change materials – A review. *Appl. Energy* 2016, 177, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.05.097>.
2. Velraja R., Seeniraja R., Hafnerb B., Faberb C., Schwarzerb K., Heat transfer enhancement in a latent heat storage system. *Sol. Energy* 1999, 65(3), 171–180. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(98\)00128-5](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(98)00128-5).
3. Liu L., Su D., Tang Y., Fang G. Thermal conductivity enhancement of phase change materials for thermal energy storage: A review. *Renew. Sust. Energ. Rev* 2016, 62, 305-317. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.057>.
4. FanL., KhodadadiJ., Thermal conductivity enhancement of phase change materials for thermal energy storage: A review. *Renew. Sust. Energ. Rev* 2011, 15(1), 24–46. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.08.007>.
5. Agyenim F., Hewitt N., Eames P., Smyth M. A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage systems (LHTESS). *Renew. Sust. Energ. Rev* 2010, 14(2), 615–628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.015>.