

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ СТАЛОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Потапов В. О., д.т.н., проф., e-mail: [potapov@bigmir.net](mailto:potapov@bigmir.net)

Цуркан М. М., к.т.н., доц., e-mail: [tsurkan\\_n@ukr.net](mailto:tsurkan_n@ukr.net)

Смілик М. М., асистент, e-mail: [smilykmm@gmail.com](mailto:smilykmm@gmail.com)

Державний біотехнологічний університет

На сьогоднішній час проблеми підвищення енергоефективності та енергонезалежності є пріоритетом у розвитку національної економіки. Переваги впровадження енергоефективних технологій полягають у зниженні витрат на енергоносії, зменшенні залежності від централізованого енергопостачання, підвищенні енергетичної безпеки підприємств, зменшенні викидів парникових газів та позитивний вплив на довкілля. До основних напрямків підвищення енергоефективності відносять: впровадження відновлюваних джерел енергії, сонячна енергетика, вітряна енергетика, біоенергетика, геотермальна енергетика, оптимізація енергоспоживання, енергоаудит, модернізація обладнання, оптимізація технологічних процесів, системи автоматизації та управління, системи накопичення енергії.

Зауважимо що майже всі перелічені напрями підвищення енергоефективності можуть ще й підвищувати енергонезалежність технологічних процесів у промисловості і комунальному господарстві за умов використання систем накопичення енергії зокрема теплових акумуляторів. Необхідність їх застосування пов'язана з легкою інтеграцією таких систем з відновлюваними джерелами енергії. Теплові акумулятори можуть ефективно зберігати теплову енергію, отриману від сонячних колекторів, забезпечуючи стабільне теплопостачання навіть у нічний час або періоди низької сонячної активності. Теплові акумулятори використовують для згладжування коливань у виробництві електроенергії вітровими електростанціями, перетворюючи надлишкову електроенергію у теплову. Також їх застосування має перспективу інтеграції з геотермальними системами опалення.

Важливим напрямком застосування теплових акумуляторів є утилізація відхідної теплоти. Використання теплових акумуляторів в якості нижнього джерела теплоти для теплових насосів, дозволяє підвищити їх ККД та знизити витрати на опалення. У когенераційних установках акумуляція теплоти, що утворюється при виробництві електроенергії, дозволяє подальше її використання в технологічних процесах.

Найбільш очевидним напрямком застосування теплових акумуляторів є вирівнювання пікових навантажень. Заряджання теплових акумуляторів в нічний час за зниженими тарифами дозволяє використовувати накопичене тепло у денний час. Також важливою функцією їх є створення резерву енергії для використання в аварійних ситуаціях або при відключенні електроенергії.

У харчовій та переробній промисловості основним призначенням теплових акумуляторів є стабілізація температурного режиму при термічній обробці. Зокрема при пастеризації та стерилізації забезпечується плавний перехід між фазами нагріву та охолодження, що сприяє кращому збереженню якості продукту та знижує ризик мікробіологічного забруднення. Швидке охолодження продуктів за допомогою акумуляторів холоду запобігає розвитку мікроорганізмів та продовжує термін зберігання. У бродильних процесах акумуляція теплоти дозволяє підтримувати стабільну температуру в бродильних танках, що впливає на аромат, смак та кінцеву якість продукції. Акумуляція теплоти забезпечує контрольовану ферментацію у виноробстві для отримання бажаного рівню алкоголю, кислотності та аромату. При зберіганні продуктів у холодильних камерах акумулятори холоду компенсують коливання температури зовнішнього середовища, дозволяють зберігати продукцію в умовах відсутності стаціонарного електропостачання, зокрема у мобільних холодильних камерах.

Перспективними напрямки досліджень теплових акумуляторів є пошук нових матеріалів з високою теплоємністю, широким температурним діапазоном фазового переходу та низькою

вартістю. Зокрема використання наночастинок для підвищення ефективності теплопередачі та збільшення густини накопичення енергії акумуляторів. Інтеграція з іншими системами накопичення енергії, розробка гібридних систем, що поєднують теплові акумулятори з іншими видами енергоносіїв (наприклад, воднем, стисненим повітрям).

При цьому існують досі не вирішені проблеми у цьому напрямку:

- наявність гістерезису – залежності властивостей не лише від поточної температури, але й від температурної історії матеріалу;

- вплив домішок на теплофізичні властивості матеріалу;
- старіння матеріалів з часом та небажані хімічні реакції в процесі експлуатації;
- вплив паразитних термічних контактів між корпусом і теплоакумулюючим матеріалом;
- деформації конструкції під дією температурних навантажень.
- циклічні навантаження та деградація матеріалів та зміна теплофізичних характеристик акумулятора.

- вплив зовнішніх факторів (коливання температури, вологості, випромінювання)

Додаткові теоретичні питання які підлягають вирішенню при створенні теплових акумуляторів пов'язані з наступним:

- оптимізація конструкції за рахунок вибору відповідних матеріалів, геометрії та режимів роботи акумулятора;

- невизначеність вихідних даних відповідних математичних моделей, як то просторовий розподіл теплофізичні властивостей по об'єму акумулятора, нелінійна залежність властивостей від температури;

- обчислювальна складність вирішення багатопараметричної задачі моделювання роботи акумулятора;

- необхідність довготривалої експериментальної верифікація моделей на реальних теплових акумуляторах.

Подальшим напрямком наших досліджень в цьому напрямку є створення адекватної математичної моделі нестационарного процесу теплообміну реальної теплоакумулюючої системи.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Lunova, T. (2022). Energy Efficiency of the Ukrainian Economy: Problems and Prospects. Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit. 36-42. 10.31767/nasoa.1-2-2021.05.

2. Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС: досвід для України". Аналітична записка. URL:<https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/vikoristannya-energozberigayuchikh-tekhnologiy-v-krainakh-es> (дата звернення 20.10.2024)

3. Демченко, В., Коник, А., & Фалько, В. (2021). Мобільні теплові акумулятори. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, (3), 44–50. <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.03.06>