

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Austria
Bialystok University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environmental
Sciences, Department of HVAC Engineering
Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan
Deutsche Gesellschaft Für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Gemeinde Filderstadt, Deutschland
Національний технологічний інститут, Делі
Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина
Сільськогосподарський коледж, Університет Волайта Содо
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Сумський національний аграрний університет
Сумський державний університет
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Вінницький національний технічний університет
Запорізький національний університет
Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
ТОВ «НЬЮФІЛК НТЦ»
ПрАТ «Природні ресурси»
СП «Полтавська газонафтова компанія»
ТОВ «Системейр»
ТОВ «Інвертер Експерт»
ТОВ «Вентсервіс»
Енергоконсалтингова компанія «АЙТІКОН»
Компанія A-Clima

V Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»



Полтава, НУПП, 19 грудня 2024 року

УДК 620.9:504.05

«РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГООЩАДЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ГІДРАТНИХ ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРІВ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ»

Кутний Б. А., д.т.н., професор, Корнієнко Р. І., аспірант

*Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»*

Ресурсо- та енергоощадження є ключовими завданнями сучасної промисловості. Глобальні виклики, такі як зростання споживання енергоресурсів, подорожчання енергоносіїв, екологічний вплив та загроза стабільності енергопостачання через удари по критичній інфраструктурі, стимулюють пошук нових ефективних рішень.

Після завданих ударів стало зрозуміло, що енергетична інфраструктура потребує не тільки відновлення, а й модернізації. Основою оновлення мають бути децентралізація енергетичної системи та розвиток відновлюваних джерел енергії. Децентралізація передбачає створення локальних генеруючих об'єктів, когенераційних установок і активну участь споживачів у генерації та балансуванні енергії.

Згідно з планом відновлення України в рамках Енергетичної незалежності та Зеленого курсу, першим етапом є будівництво пікових потужностей 1,5-2 ГВт та акумуляторів потужністю 0,7-1 ГВт. За прогнозами, інвестиції в цю сферу можуть досягти 130 млрд. доларів протягом наступних 10 років, що робить технології акумуляування енергії фінансово привабливими для інвесторів [1].

Когенераційні установки (КГУ) виробляють електроенергію та тепло з одного енергоносія, що забезпечує ефективність 80-90%, в порівнянні з 30-40% для традиційних електростанцій. Високий ККД досягається при стабільному попиті на електроенергію та тепло. При недостатньому тепловому навантаженні ефективність знижується.

Відновлювані джерела, як сонячна та вітрова енергетика, генерують енергію залежно від погодних умов, що не завжди збігаються з графіком споживання. Це створює дисбаланс у системі, особливо при пікових навантаженнях вранці та ввечері, що загрожує стабільності енергопостачання.

Після початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році, багато домогосподарств почали активно впроваджувати декілька джерел енергії, що є незалежними або частково автономними. Такий підхід дозволяє підвищити енергетичну безпеку та мінімізувати ризики, пов'язані з перебоями в централізованому енергопостачанні. Наприклад, все частіше

комбінуються твердопаливний котел, тепловий насос та геліосистема. Для ефективного використання цих джерел необхідним стає центральний буфер, тобто теплоаккумулятор, який здатний накопичувати енергію в періоди генерації та віддавати її в моменти підвищеного споживання.

Системи акумулювання стають важливим елементом децентралізованої енергетики, інтеграції відновлюваних джерел та розумних енергомереж, відновленню країни та її енергетичній безпеці сприяючи ефективному використанню енергії. Одним із перспективних напрямків є використання теплоаккумуляторів, що застосовують матеріали з фазовим переходом для накопичення та утилізації тепла [2].

Ефективність цього методу зумовлена тим, що для багатьох речовин значення ентальпії фазового переходу значно перевищує значення теплоємності, що пояснюється зміною температури.

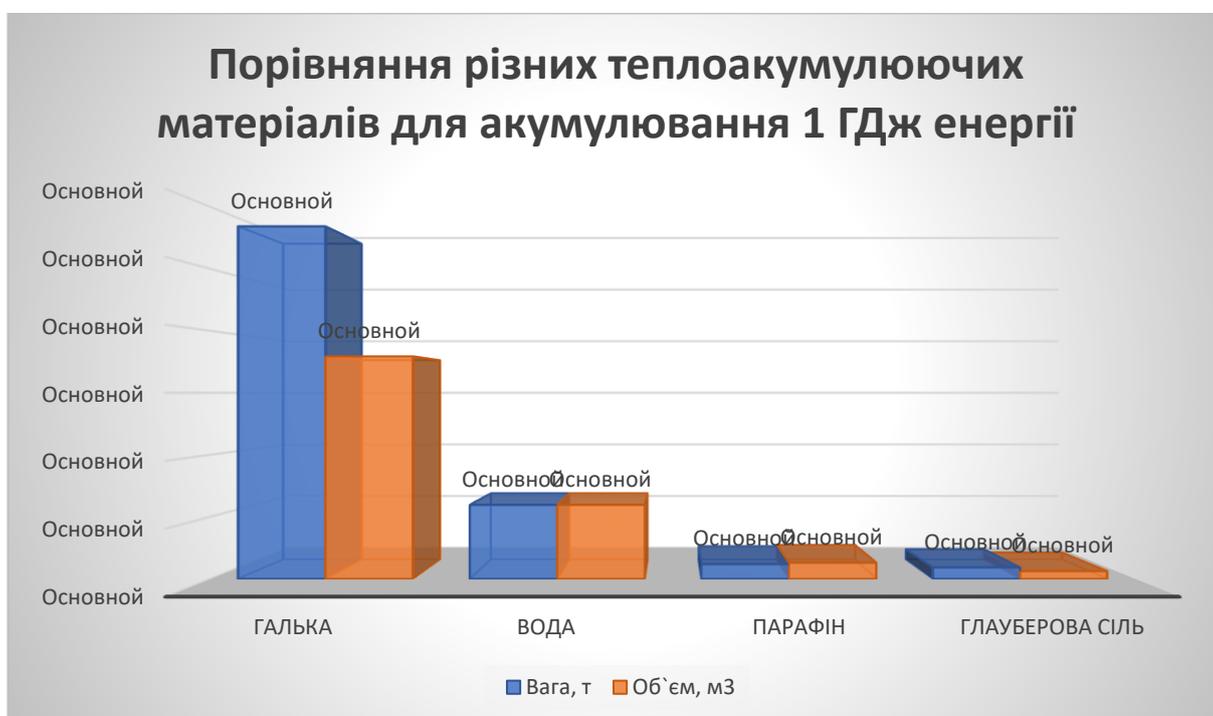


Рисунок 1. Порівняння різних теплоакмулюючих матеріалів

Згідно з діаграмою на рис.1. гідрати солей можуть стати основою для теплоакмулюючого матеріалу (ТАМ) сучасних теплоаккумуляторів.

Для використання в якості ТАМ кристалогідратів вони повинні відповідати наступним вимогам: фазовий перехід повинен супроводжуватися поглинанням та виділенням досить великої кількості теплоти; кристалогідрат повинен мати незначне переохолодження при кристалізації; фазовий перехід має відбуватися у заданому інтервалі температур; кристалогідрат повинен мати хорошу відтворюваність властивостей уподовж великої кількості фазоперехідних циклів без

погіршення ефект прихованої теплоти. На думку [3] цим вимогам відповідають: карбонат натрію 10-водний (КН10), ацетат натрію 3-водний (АН-3), тіосульфат натрію 5-водний (ТСН-5) та сульфат натрію 10-водний (СН-10).

Ефективність використання теплоти фазового переходу кристалогідратів солей натрію підтверджується різними науковими дослідженнями та винаходами. Так, у винаході [4] розроблено теплоакумулювальну систему на основі глауберової солі, яка підвищує здатність до зберігання тепла та забезпечує автономне регулювання теплового режиму будівлі.

Щодо проблем, із якими стикаються на шляху до реалізації гідратних теплоаккумуляторів, то основними є проблема фазового розшарування та переохолодження.

У джерелі [5] запропоновано додавання води для уникнення утворення безводної солі, що стабілізує систему при циклуванні, але зменшує енергетичну щільність і потребує значного температурного перепаду. Для запобігання фазовому розшаруванню пропонується застосовувати загусники, наприклад, бентонітову глину з глауберовою сіллю, але це знижує теплопровідність і швидкість кристалізації. Аналогічні проблеми характерні для більшості гідратованих солей.

Підтримувати високу енергетичну щільність гідратів солей складно через утворення нижчих гідратованих станів при плавленні, що робить процес необоротним і знижує ефективність зберігання при багаторазовому використанні.

Для вирішення цих труднощів дослідники [6-8] вивчали прямий контакт теплопередачі між гідратованим розчином і незмішуваною теплопередаючою рідиною. Перемішування за допомогою бульбашок зменшувало переохолодження та фазове розшарування. Серед досліджуваних солей: $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ і $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Однак, необхідні подальші дослідження великих теплоаккумуляторів практичного масштабу, адже актуальні дані з цієї теми відсутні.

Гідрати солей мають високу приховану теплоту, добру теплопровідність, негорючість і доступну вартість порівняно з органічними матеріалами. Для ефективного використання неорганічних ТАМ важливо розв'язати проблеми ініціації кристалізації, фазового розшарування та переохолодження, застосовуючи загусники чи технології перемішування. Широкий спектр застосувань таких матеріалів робить їх перспективними, а можливість регулювати температуру плавлення є ключовим фактором для їх оптимізації. Потенціал для нових застосувань цієї технології залишається значним.

Використані інформаційні джерела:

1. Енергетична незалежність та Зелений Курс [Електронний ресурс] /– Режим доступу до ресурсу: <https://recovery.gov.ua/project/program/energy-independence-and-green-deal/>.
2. Будлянський С. В., Редько А. Ф., Чайка Ю. І. Порівняння теплоакумуючих матеріалів з фазовим переходом для систем сонячного теплопостачання [Електронний ресурс]. 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://eprints.kname.edu.ua/38329/>
3. Соболев А. Ю. Дослідження фазових переходів в кристалогідратах солей натрію і їх сумішах для використання в установках теплоакумування /05.14.04. – промислова теплоенергетика/ дисертація к.т.н. Макіївка 2018 р. 160 с.
4. Патент № СА 2772874 Канада. System, method and apparatus for thermal energy management in a roof [Текст] / L. Shiao Ming, M. Kalkanoglu Husnu, F. Jacobs Gregory. / Certainteed Corporation; заявл. 30.03.2012; опубл. 21.10.2012.
5. Biswas DR. Thermal energy storage using sodium sulphate decahydrate and water. Solar Energy 1977;19:99–100.
6. Telkes M. Nucleation of super saturated inorganic salt solution. Indust Eng Chem 1952;44:1308.
7. Farid MM, Khalaf AN. Performance of direct contact latent heat storage units with two hydrated salts. Solar Energy 1994;52:179–89.
8. Fouda AE, Despault GJ, Taylor JB, Capes CE. Solar storage system using salt hydrate latent heat and direct contact heat exchange–II, characteristics of pilot operating with sodium sulfate solution. Solar Energy 1984;32:57–65.