



Створення бінарних теплоакumuляційних матеріалів з низькотемпературним фазовим переходом

Інститут технічної теплофізики НАН України

к.т.н., с.н.с. **Коник Аліна Василівна**

Провідний науковий співробітник лабораторії

«Процесів та технологій теплозабезпечення»

Фалько Володимир Юрійович

Головний інженер лабораторії

«Процесів та технологій теплозабезпечення»

Київ 2021

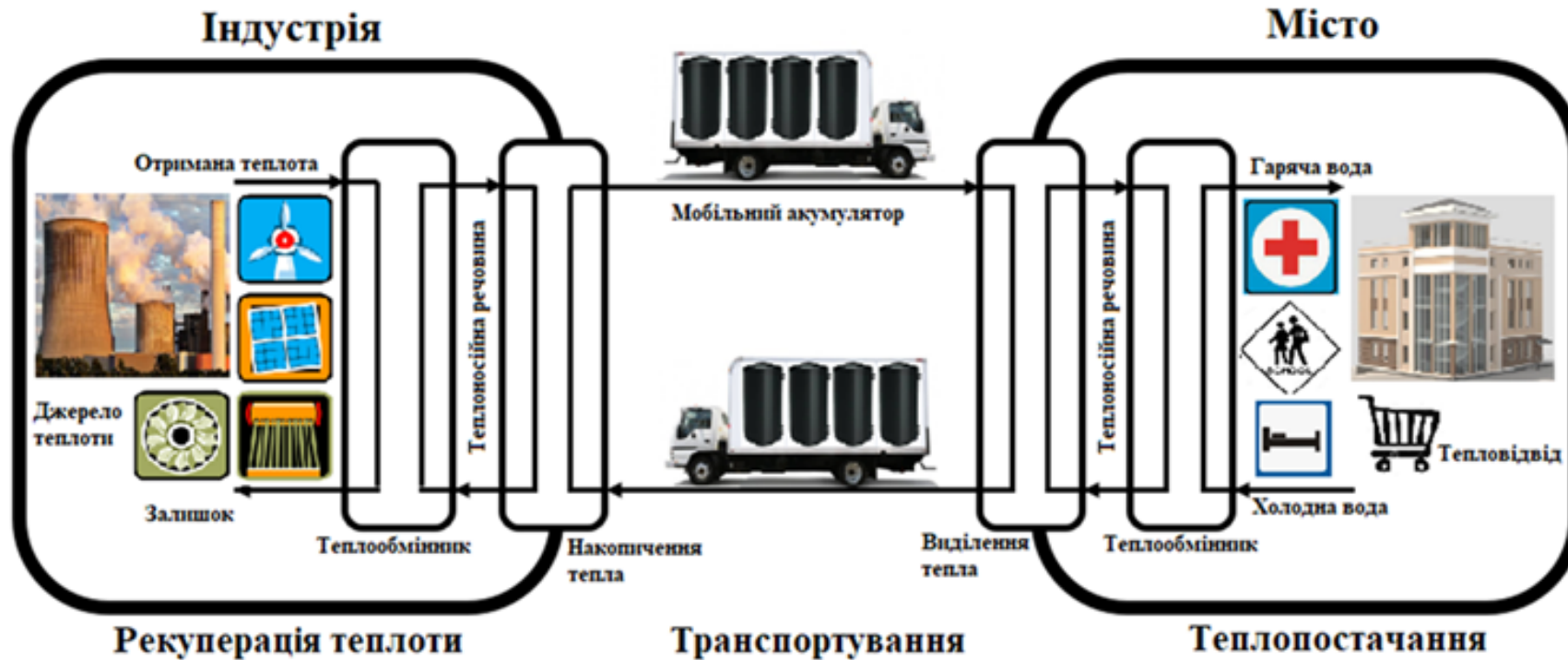
Актуальність. На сьогоднішній день у світі активно розвиваються технології, що дозволяють акумулювати й зберігати теплову енергію. Це пов'язано з розвитком та широким впровадженням відновлювальної енергетики, переформатуванням і подальшим розвитком систем централізованого теплопостачання, та загалом, позитивними змінами що відбуваються в ставленні людства до природи. Широке застосування отримали теплові акумулятори (**ТА**), принцип роботи яких ґрунтується на широкому використанні теплоакумуляційних матеріалів (**ТАМ** або **PCM** - phase change material) з фазовим переходом, а також на використанні технологій прихованого зберігання теплоти (**LHS** - latent heat storage). Створення ТАМ – це окрема, галузь промислової енергетики, що активно розвивається. Проводяться комплексні роботи з створення нових композицій з особливими властивостями, розроблюються нові технології отримання таких композицій та конструкції теплообмінних апаратів для їх застосування. Важливі параметри ТАМ, які потрібно знати для нормальної роботи обладнання – це теплова інерція, корозійна активність, хімічна та термічна стабільність при термоциклюванні, стійкість до нагрівання і переохолодження, густина, діапазон температур застосування, питома теплоємність, коефіцієнт теплопровідності, в'язкість, здатність до спінювання, поверхневий натяг та змочуваність, а також питома щільність енергії, що запасається.

Метою роботи є створення нових екологічних композиційних матеріалів з низькотемпературним фазовим переходом, для подальшого їх застосування в мобільних та стаціонарних теплових акумуляторах.

Завдання дослідження:

- 1) Обґрунтувати актуальність застосування теплового акумулювання в системах теплозабезпечення;
- 2) Окреслити області застосування ТАМ з фазовим переходом;
- 3) Визначити основні параметри ТАМ з фазовим переходом.

ПРИНЦИПОВА СХЕМА СИСТЕМИ M-TES з PCM



Основними параметрами, що регулюють і впливають на ефективність роботи МТА є:

- надійність і зручність конструкції;
- ефективність і об'єм «робочого тіла» – матеріалу з фазовим переходом;
- температура джерела заряджання МТА;
- відстань транспортування від джерела до споживача.

M-TES – Mobilized-Thermal Energy Storage *або* **МТА** – мобільний тепловий акумулятор

Du, K., Eames, P., Kaiser, J., Calautit, S., Wu, Y. (2020). A state-of-the-art review of the application of Phase Change Materials (PCM) in Mobilized-Thermal Energy Storage (M-TES) for recovering low temperature Industrial Waste Heat (IWH). Renewable Energy. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.12.057>



Photos of the M-TES prototype developed by the Fraunhofer UMSICHT Institute:
a) External heat exchanger of the container, b) Transportation of the M-TES container**



Termo-chemical M-TES prototype
developed by ZAE Bayern Research Centre*

РОЗРОБКА ІНСТИТУТУ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАНУ лабораторія «Процесів та технологій теплозабезпечення»



Призначення: транспортування, акумуляція, передача та збереження теплової енергії, постачання води та її розчинів.

Сфера застосування: теплоенергетика, житлово-комунальне господарство, оборона та ліквідація надзвичайних ситуацій.

Переваги: Залучення промислових відходів теплоти, джерел відновлювальної енергетики та місцевих видів палива. Створення гнучкої системи постачання теплоти (холоду) та зменшення шкідливих викидів у довкілля.

Впроваджено: ІТТФ НАН України, м. Київ, вул. Марії Капніст 2-а

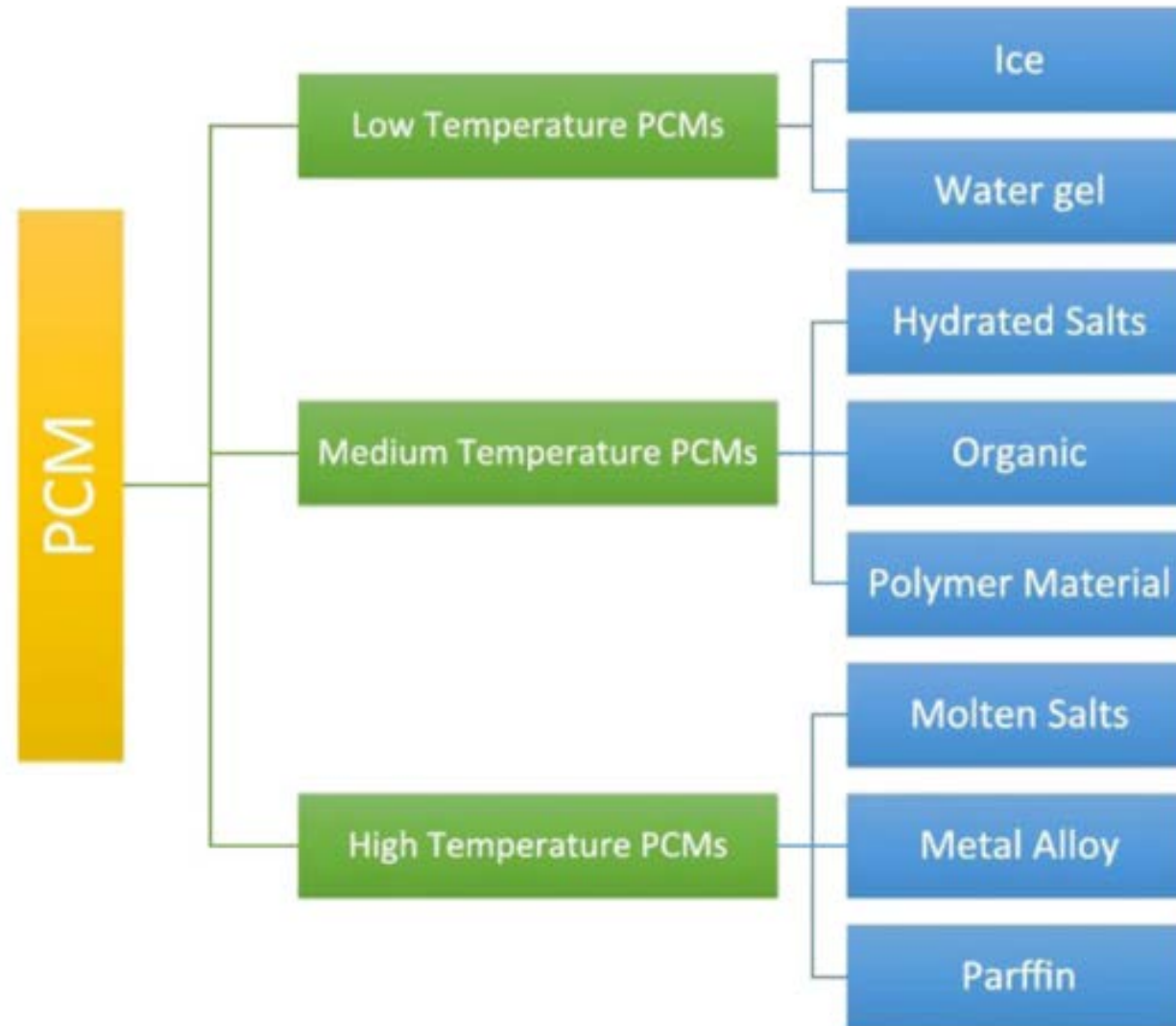
Основні технічні характеристики:

- Теплова потужність 0,5 - 0,8 МВт
- Температурний діапазон 35 - 95°C
- Теплопродуктивність 1200 кВт-год
- Час зарядки 4 - 6 годин
- Час розрядки 10 - 12 годин
- Споряджена маса 17500 кг
- Об'єм запасу води 12000 літрів

Заявки на патент України:

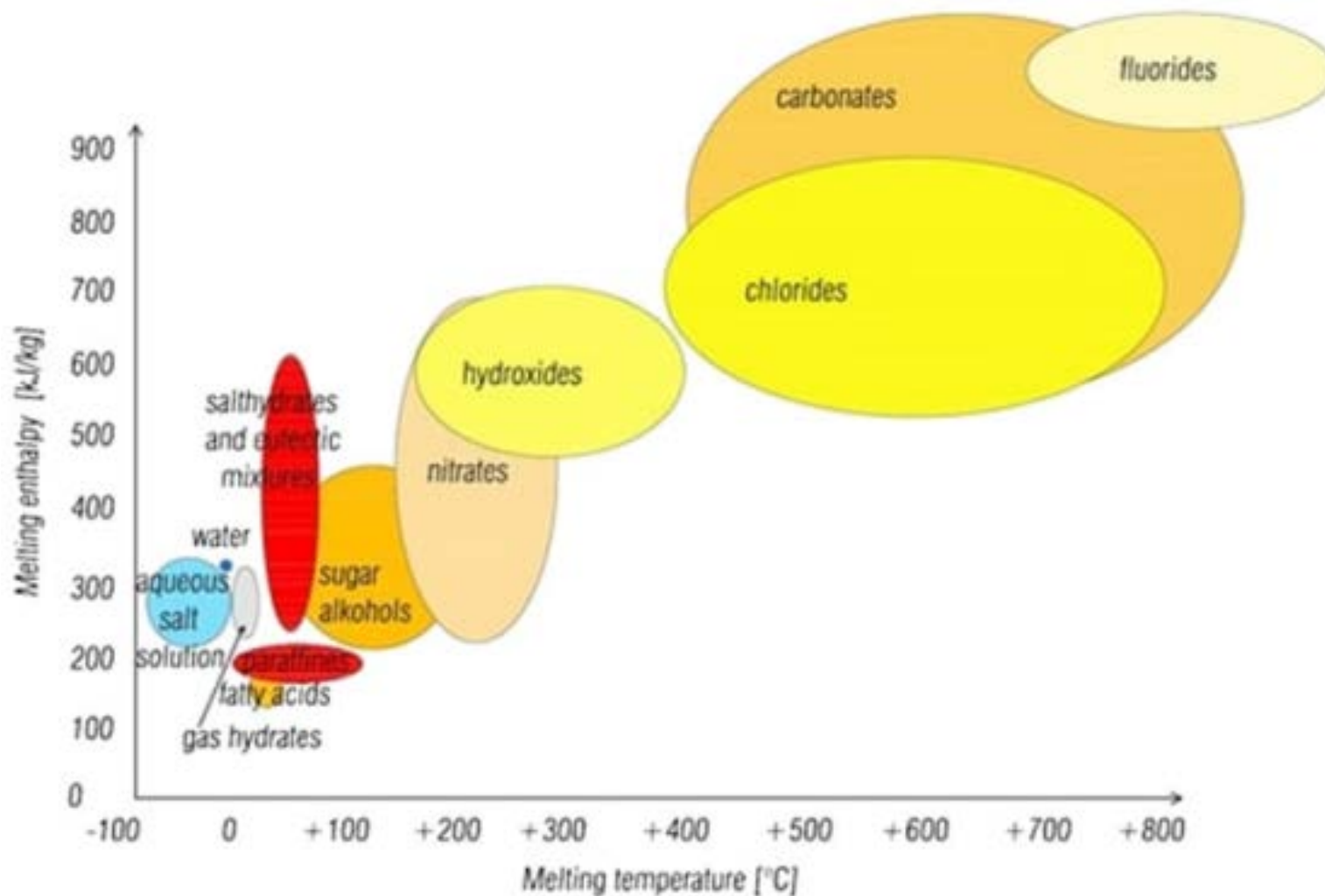
№ а 2019 11450 «Акумулятор теплоти ємнісного типу»; № а 2021 01559 «Мобільна система зберігання теплоти»

КЛАСИФІКАЦІЯ РСМ НА ОСНОВІ ТОЧКИ ПЛАВЛЕННЯ



Ge H, Li H, Mei S, Liu J. Low melting point liquid metal as a new class of phase change material: an emerging frontier in energy area. *Renew Sustain Energy Rev.* 2013;21:331-346.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕННЯ ТА ЕНТАЛЬПІЯ ЗМІНИ ФАЗ ДЛЯ ІСНУЮЧИХ РСМ



Zhou D, Zhao CY, Tian Y. Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building applications. Applied Energy . 2012;92(8):593-605.

МІЖНАРОДНА КЛАСИФІКАЦІЯ МАТЕРІАЛІВ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ



Gütesicherung
Quality Assurance
RAL-GZ 896

Ausgabe März 2018
Edition March 2018



DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E.V.

3.5 Спеціальні специфікації тестування для РСМ та РСМ-С

3.5.1 Діапазон температур фазового переходу

і накопичена теплова енергія

3.5.1.1 Дозволені методи вимірювання

3.5.1.2 Зміст результатів випробувань та протоколу випробування

3.5.1.3 Виконання вимірювання

3.5.2 Теплопровідність

3.5.2.1 Дозволені методи вимірювання

3.5.2.2 Зміст результатів випробувань та протоколу випробування

3.5.2.3 Виконання вимірювання

3.5.3 Стабільність при термоциклуванні

3.5.3.1 Дозволені методи вимірювання

3.5.3.2 Зміст результатів випробувань та протоколу випробування

3.5.3.3 Виконання вимірювання

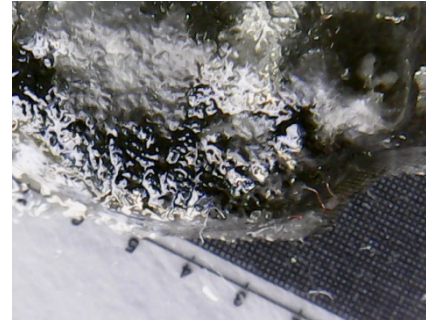
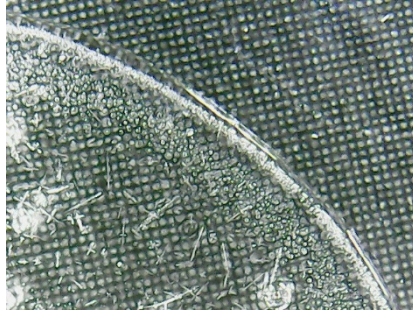
3.5.3.4 Перевірка критеріїв якості

Phase Change Materials (Phasenwechselmaterial). Gütesicherung. Quality Assurance

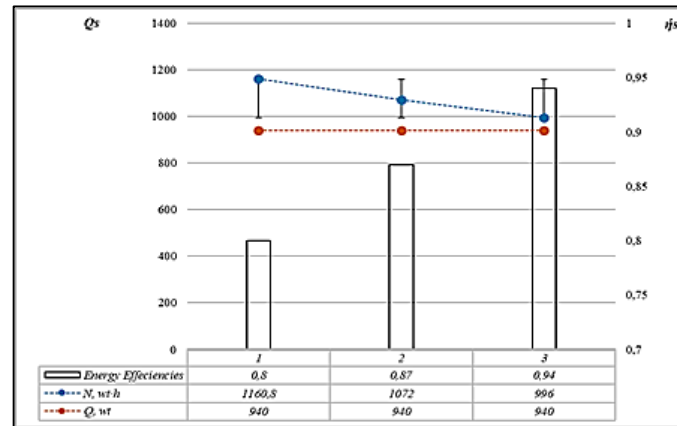
RAL-GZ 896, Edition March 2018. DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E.V.

ТЕПЛОАКУМУЛЮВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ

РОЗРОБКА ІНСТИТУТУ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАНУ
лабораторія «Процесів та технологій теплозабезпечення»



Структура ТАМ з фазовим переходом



Структура основних складових ТАМ

Заявка на патент України: в стадії оформлення

Призначення: підвищення інтенсивності теплообміну, зменшення енергетичних витрат на перенесення теплоти (холоду) та висока теплоакумулювальна здатність при зберіганні енергії.

Сфера застосування: системи опалення та холодопостачання, кондиціонування та вентиляції, теплових акумуляторів, теплових насосів та теплообмінних апаратів.

Переваги: зменшення витрат палива та електричної енергії на виробництво 1,0 Гкал теплоти на 7-14% у порівнянні зі звичайною водою.

Впроваджено: ІТТФ НАН України, м. Київ, вул. Марії Капніст 2-а

Основні технічні характеристики:

- Температура кипіння..... +106°C
- Температура замерзання..... -10°C
- Густина (20°C)..... 1070 kg/m³
- рН (20°C)..... 7,6
- Об'ємне розширення (100°C)..... 0,326*10⁻³, 1/К
- Клас небезпеки 4
- Піноутворення немає

ВИСНОВКИ І ОБГОВОРЕННЯ

1. Доведено актуальність застосування акумулювання й зберігання теплової енергії в системах теплопостачання. Представлено схему постачання теплоти за допомогою МТА в світі та Україні;
2. Представлено основні напрямки розвитку нової галузі - створення теплоаккумуляційних матеріалів в тому, числі з фазовим переходом. Про важливість галузі свідчить створення у 2018 році міжнародної системи сертифікації теплоаккумуляційних матеріалів, об'єктів, систем;
3. В Інституті технічної теплофізики НАН України:
 - створено мобільний тепловий акумулятор з теплопродуктивністю 0,5 - 0,8 МВт для потреб теплоенергетики, житлово-комунальних господарств, військових об'єктів та ліквідацій надзвичайних ситуацій;
 - в результаті проведених пошукових робіт в отримано бінарну композицію, яка дозволяє підвищити інтенсивність теплообміну, зменшити енергетичні витрати на перенесення теплоти (холоду) та значно підвищити теплоаккумулявальну здатність при зберіганні енергії. В ході експериментальних досліджень зафіксовано зменшення витрат палива та електричної енергії на виробництво та зберігання 1,0 Гкал теплоти на 14 % у порівнянні зі звичайною водою.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

*Інститут технічної теплофізики НАН України,
лабораторія «Процесів та технологій теплозабезпечення»,*

Доповідач к.т.н., с.н.с. Коник Аліна Василівна

Провідний науковий співробітник лабораторії

«Процесів та технологій теплозабезпечення»

(044) 453-28-89, 453-28-69;

e-mail: vpitt@i.ua