

## ТЕПЛОВІ АКУМУЛЯТОРИ ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНОГО ДОМОГОСПОДАРСТВА

Жарков А. В.

ТОВ "ЮБС Холод" (м. Харків)

*Розроблений і запатентований теплоакумлюючий матеріал на базі мірабіліту для стабілізації температурного режиму технологічного процесу.*

**Постановка проблеми.** Сучасному фермеру близько 40% енергії потрібні у формі низькопотенційної теплоти (НПТ), витратити на це високоякісну енергію протирічить здоровому глузду. НПТ треба накопичувати за рахунок ВДЕ (енергії сонця, вітру, теплових насосів тощо).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання НПТ складає суттєву частину світового споживання енергії.

Більш половини національного споживання Великобританії взимку припадає на обігрів житла ( $18\pm 3^\circ\text{C}$ ) [1]. І не обов'язково використовувати для обігріву високотемпературні джерела. На рис. 1 показано, як система акумулювання тепла знижує коливання потужності на обігрів житла [1]. Два стовпця для кожного сезону відповідають найбільш холодним дням (стовпець ліворуч) і нічним годинам (стовпець праворуч). Заштрихована область відповідає енергії, що витрачається на обігрів і гаряче водопостачання. Жирною лінією показана витрата енергії при наявності системи 7-добового акумулювання тепла.

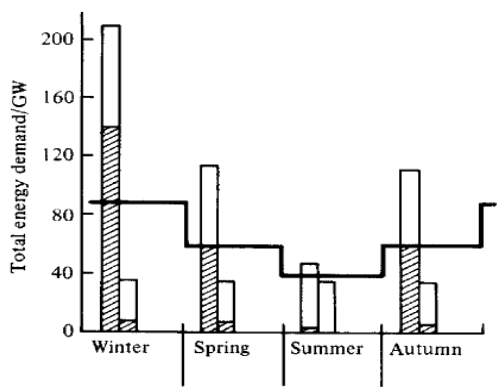


Рисунок 1 – Загальне енергоспоживання Великобританії з урахуванням її витрат на обігрів

Для обігріву житла більш підходять пасивні приймачі сонячного тепла в комбінації з тепловими акумуляторами, які підтримують комфортні умови вночі і в похмурі дні. Більш того, саме у таких випадках, коли енергія використовується при низьких температурах, характерних для середовища, її особливо цінно накопичувати у формі НПТ [1]. В літературі [2] наведені технічні характеристики поширених теплоакумлюючих матеріалів (ТАМ) і конструктивні схеми теплових акумуляторів.

**Мета статті.** Запропонувати спосіб приготування ТАМ на базі природного мінералу – мірабіліту, простого в приготуванні, придатного для стабілізації температури на заданому рівні, при забезпеченні високої теплоємності і відсутності переохолодження.

**Основні матеріали дослідження.** Поставлена задача вирішується двома шляхами. Згідно з корисною моделлю [3], використання стороннього джерела кристалізації тетраборат натрію (бури)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ . Оптимальна масова добавка бури – 3% мас. Використання мірабіліту  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  забезпечує плавлення (гідратацію) при температурі плавлення  $32,4^\circ\text{C}$  [1,2] з поглинанням надлишку тепла, не допускаючи перегріву вдень; використання стороннього джерела кристалізації (домішки бури) забезпечує запуск процесу кристалізації (дегідратації) розчину з виділенням теплоти, не допускаючи переохолодження в нічний час, коли можливі заморозки [3].

В таблиці 1 наведена залежність розчинності  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  від температури.

Таблиця 1 – Залежність розчинності  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  від температури

Температура, $^\circ\text{C}$	Розчинність, г на 100 г води	Температура, $^\circ\text{C}$	Розчинність, г на 100 г води
0	4,5	38	49,8
10	9,6	40	48,4
20	19,2	60	45,3
25	27,9	80	43,3
30	40,8	100	42,3
32	49,8		

В корисній моделі [4] запропоновано використовувати перенасичений розчин мірабіліту (декагідрат натрію сульфат)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , коли частина кристалів  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  так і не зможе розчинитися, їм просто не хватить власної кристалізаційної води. Ці кристали забезпечать неврівноваженість розчину мірабіліту, яка автоматично запустить кристалізацію при зниженні температури нижче меншої граничної величини.

Тепло, під час цієї реакції гідратації-дегідратації становить  $250 \text{ кДж/кг}$ , або  $650 \text{ МДж/м}^3$  [1]. Це створює можливість підтримки в приватних неопалювальних теплицях температурного режиму, оптимального для вирощування рослин, оберігаючи їх від перегріву в денні години і від заморозків вночі. Розміщення солі в теплиці в декількох спеціальних, відносно

нескладних, контейнерах (пластикових каністрах чи навіть у петфлягах) може забезпечити зниження температурних переважань в нічний час і в період максимальної сонячної активності вдень.

Наведемо розрахунковий приклад. Процентний склад запатентованого теплоакмулюючого матеріалу визначаємо наступним чином [4].

Визначаємо молярну масу чистого сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  [4]

$$\begin{aligned} 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 &= 46 + 96 = 142 \text{ г} \\ 322 - 180 &= 142 \text{ г} \end{aligned}$$

Визначаємо молярну масу декагідрат натрію сульфату  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  [4]

$$(46 + 96) + 10 \cdot 18 = 322.$$

Попередньо визначаємо процентний склад врівноваженого мірабіліту (декагідрат натрію сульфат)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  [4]:

Частка % мас. сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в мірабіліті становить

$$100 \cdot (46 + 96) / (46 + 96 + 180) = 100 \cdot 142 / (322) = 44 \% \text{ мас};$$

частка % мас. кристалізаційної води у врівноваженому мірабіліті становить

$$100 \cdot 180 / (322) = 56 \% \text{ мас}.$$

При прокалюванні проби із 322 г врівноваженого мірабіліту  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  виділиться кристалізаційної води

$$(322 \cdot 56) / 100 = 180 \text{ г},$$

і залишиться сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   $322 - 180 = 142$  г.

Беремо на пробу 322 г мірабіліту і нагріваємо його до повного випаровування кристалізаційної води. Якщо залишкова маса збезводненого мірабіліту становитиме дещо більше 142 г, наприклад 145 г, то процентний вміст  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  становитиме  $100 \cdot 145 / 322 = 45 \%$  мас. Отже мірабіліт перенасичений і придатний для використання як ТАМ [4].

Якщо залишкова маса збезводненого мірабіліту становитиме 142 г і менше, то процентний склад мірабіліту не відповідатиме вимогам до ТАМ [4].

Попередні розрахунки теплового балансу плівкових теплиць показали можливість регулювання температури в межах  $\pm 10$  °C від навколишнього середовища, забезпечуючи комфортні умови росту рослин при забезпеченні високої теплової ємності і відсутності переохолодження [5] Так, наприклад, для зниження (підвищення) температури повітря на 10 градусів в теплиці  $3 \times 6 \times 3$  м з урахуванням акумулювання тепла в ґрунті і матеріалом теплиці, необхідно близько 25 кг мірабіліту, вартість якого становить близько 6000 грн/т.

Стосовно водяного електроопалення приватного будинку, то найбільш ефективним є поєднання електрорідинного теплового рідинного акумулятора в підвальному приміщенні, сонячного колектора на даху, дого-

вору з електропостачальником на пільговий тариф на опалювальний сезон і дифтарифного електролічильника.

**Висновки.** Використання теплових акумуляторів з ТАМ на базі мірабіліту [3,4] створює можливість підтримки в приватних неопалювальних весняних теплицях температурного режиму, оптимального для вирощування рослин, оберігаючи їх від перегріву в денні години і від заморозків вночі.

Запропонована схема електроопалення дає суттєву економію коштів домогосподарю, позитивно впливає на ДГН ОЕС України, зменшує втрати електроенергії в локальній електромережі.

#### Список використаних джерел

1. Jon Twidell and Tony Weir. Renewable Energy Resources. -London and New York: Taylor & Francis, 2006. – 601 p.

2. Левенберг В. Д. Аккумулирование тепла / В. Д. Левенберг, М. Р. Ткач, В. А. Гольстрем. – К.: Техника, 1991. – 112 с.

3. Пат. 126818 UA. МПК C09K5/00 Теплоакмулюючий матеріал фазового переходу для джерела низькопотенційної теплоти приватного домогосподарства; заявник та патентовласник / В. Я. Жарков, А. В. Жарков, О. П. Лазуренко [та ін.]; заявник та патентовласник В. Я. Жарков, МДПУ.-№u201800222; опубл. 10.07.2018, Бюл.№13.

4. Пат. 127499 UA. МПК C05K5/00, C05K5/06. Теплоакмулюючий матеріал на базі мірабіліту / В. Я. Жарков, А. В. Жарков, О. П. Лазуренко [та ін.]; заявник та патентовласник МДПУ, В. Я. Жарков. – №u201800558; заявл. 19.01.2018; опубл.10.08.2018.2018, Бюл.№15.

5. Коган Б. С. Теплоаккумулирующий материал на основе сульфата натрия / Б. С Коган. К. В. Ткачев, В. М. Шамриков // АВОК. – 2001. – № 3 – С. 14-18.

#### Аннотация

#### ТЕПЛОВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЧАСТНОГО ДОМОХОЗЯЙСТВА

Жарков А. В.

*Разработан и запатентован теплоаккумулирующий материал на базе мирабилита для стабилизации температурного режима технологического процесса.*

#### Abstract

#### HEAT STORAGE FOR ENERGY SUPPLY OF PRIVATE HOUSEHOLD

A. Zharkov

*Developed and patented heat storage material based on mirabilite to stabilize the temperature regime of the process.*