

УДК 536.24

## ОБҐРУНТУВАННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ

Антипов Є.О., інженер

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

Тел. (099) 335-11-12, e-mail: ant1doc@mail.ru

**Анотація** – проведено аналіз деяких конструкцій акумуляторів теплоти фазового переходу акумулюючого матеріалу. Обґрунтовано нову конструкцію такого акумуляційного апарата. Визначено оптимальні відстані розміщення теплообмінної поверхні всередині корпусу теплоакумулятора.

**Ключові слова** – тепловий акумулятор, акумулюючий матеріал, фазовий перехід, теплообмінна поверхня.

*Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.* Ефективне використання теплової енергії при експлуатації систем теплопостачання неможливо без вирішення проблеми акумулювання теплоти. Використання спеціального бака-акумулятора теплоти є найбільш перспективним, оскільки дозволяє вирівнювати теплове навантаження в часі, і тим самим більш ощадливо витратити отриману теплову енергію. З усіх типів існуючих конструкцій акумуляторів теплоти найбільш перспективним є використання фазоперехідних акумуляторів тепла, оскільки, в них забезпечується висока щільність накопиченої енергії, невеликі перепади температур і стабільна температура на виході з теплового акумулятора.

В якості теплоаккумулюючих матеріалів (ТАМів) фазового переходу можуть бути використані: кристалогідрати (в основному глауберова сіль), природний віск, парафіни, вуглеводні граничного ряду, насичені жири органічних кислот [1, 2]. Теплоаккумулюючі матеріали на основі твердих парафінів, церезинів є інертними та витримують значну кількість циклів плавлення-кристалізація без зміни теплофізичних властивостей.

Однак, у парафінів, як і в багатьох органічних ТАМ, є один істотний недолік – низький коефіцієнт теплопровідності [3], що приводить до ускладнення конструкції, оскільки виникає необхідність вжиття заходів або засобів щодо поліпшення теплообміну між ТАМ і теплоносієм.

*Формулювання мети (постановка завдання).* Метою цієї роботи є розробка нової конструкції акумулятора теплоти фазового переходу за умови збереження динаміки зарядно-розрядних характеристик теплообміну відомих конструкцій теплоакумуляторів з одночасним підвищенням експлуатаційної надійності такого акумулятора.

*Основні матеріали дослідження.* Відома конструкція акумулятора тепла (RU №2436020, кл. F24H 7/00, опубл. 2011), який містить контейнер, заповнений теплоакумуляюючим матеріалом фазового переходу, розміщені в контейнері теплообмінні елементи та гофровані труби з теплоносієм, утворюють змійовики, які мають безпосередній контакт з теплообмінними елементами виготовленими з металеві сітки, які разом з трубами утворюють касети, теплоносій у трубах сусідніх касет пропускають в протилежних напрямках, простір між касетами заповнений металеві теплопровідною структурою, труби сусідніх касет розташовані в шаховому порядку.

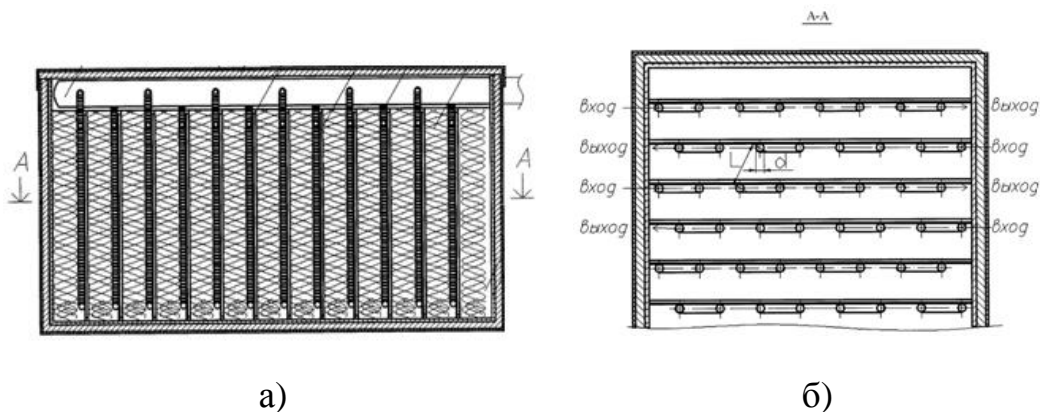


Рис. 1. Схематичне зображення відомої конструкції акумулятора теплоти фазового переходу: а – поперечний розріз; б – розріз А-А

Недоліками відомого акумулятора тепла, при високій ефективності теплообміну, є істотний гідродинамічний опір (гофровані труби з теплоносієм, що утворюють змійовики), трудомісткість виготовлення теплопровідної структури, яка займає приблизно 8-10% об'єму теплоакумуляюючого матеріалу. Звідси, одночасно зі збільшенням масогабаритних і собі вартісних параметрів, знижується експлуатаційна надійність такого акумулятора.

Інша відома конструкція акумулятора тепла (UA №75456, кл. F24H 1/00, опубл. 2012) містить циліндричний бак заповнений теплоакумуляюючим матеріалом, що передає тепло теплообміннику, який виконаний у вигляді спіральної навивки великого і малого діаметра, заповненої середовищем, що нагрівається, і переходить плавно в нижній частині від теплообмінника спіральної навивки великого діаметра до теплообмінника спіральної навивки малого діаметра

(рис. 2), при цьому останній розташований усередині теплообмінника спіральної навивки великого діаметра, або ж теплообмінник виконаний у вигляді вертикальної трубчастої конструкції. Крім того, теплообмінник виконаний не дотичним з донною частиною циліндричного бака, а спіральна навивка великого і малого діаметра виконана хвилеподібною в перерізі із забезпеченням максимальної теплопередачі.

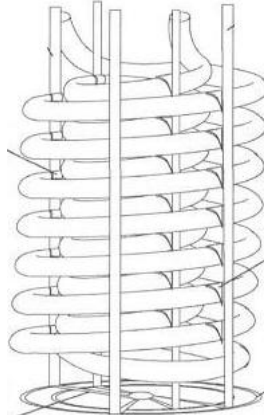


Рис. 2. Теплообмінник відомої конструкції акумулятора

Недоліками конструкції зазначеного акумулятора тепла є істотний гідродинамічний опір та значний, нерівномірний температурний розподіл, як по висоті бака акумулятора, так і по довжині теплообмінника, виконання якого не дотичним з донною частиною циліндричного бака, сприятиме утворенню «застійних» зон в нижній частині об'єму теплоакумулюючого матеріалу, що знижує теплоакумуляційну здатність акумулятора теплоти фазового переходу.

*Результати дослідження.* Розроблена нова конструкція акумулятора тепла являє собою ємність (корпус), виготовлену з поліетилену або тонколистової сталі і забезпечену із зовнішнього боку теплоізоляцією, заповнену теплоакумулюючим матеріалом, температура фазового переходу якого знаходиться в межах зміни робочої температури системи тепло- або холодопостачання, всередині корпусу акумулятора тепла знаходяться теплообмінні труби, які розташовані в шаховому порядку паралельно до дна корпусу акумулятора, і мають безпосередній контакт з теплоакумулюючим матеріалом, утворюють прямоочний трубний пучок з'єднаний з торцевими колекторами, по яких у зустрічному напрямку протікають теплоносії двох контурів – контуру зарядки, який з'єднує з акумулятором джерело низько- чи високопотенційної теплоти та/або трансформованої електричної енергії в теплову, та контуру розрядки – споживаючі пристрої.

Разом з тим, на основі аналізу робіт [4, 5], для зменшення об'єму непрогрітого матеріалу до мінімуму та підвищення акумуляційної здатності акумулятора теплоти фазового переходу нової конструкції, дно його корпусу виконуємо хвилеподібною форми (рис. 3),

розмір (радіус) якої визначається за формулою

$$1,45d_{\text{тр.зов.}} \geq R_{\text{хв}} \geq 2,5r_{\text{тр.зов.}}, \quad (1)$$

де:  $r_{\text{тр.зов.}}$  – радіус нагрівальної труби за зовнішнім обміром, мм;

$d_{\text{тр.зов.}}$  – діаметр нагрівальної труби за зовнішнім обміром, мм.

При цьому також визначено, що відстань між сусідніми нагрівальними трубами в ряду становитиме, мм

$$L_{\text{міжтр}} = 4 \cdot R_{\text{хв}}. \quad (2)$$

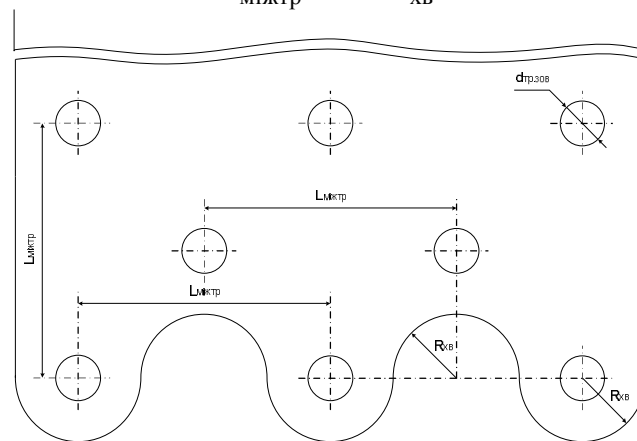


Рис. 3. Оптимальні відстані розташування теплообмінних труб у акумуляторі теплоти фазового переходу (вигляд з торця)

Вказана формула (1) справедлива за умови виготовлення теплообмінної поверхні з труб, розташованих в рівномірному шаховому порядку паралельно до дна корпусу акумулятора, а самого корпусу – у формі паралелепіпеда.

Перевищення відстані  $R_{\text{хв}}$  більш ніж  $1,45d_{\text{тр.зов}}$  недоцільно, оскільки знижується інтенсивність процесу зарядки акумулятора. Зниження  $R_{\text{хв}}$  менш  $2,5r_{\text{тр.зов}}$  також недоцільно, так як для підтримки необхідної ефективності процесу, довелося б збільшити кількість нагрівних труб, що зменшить об'єм теплоакумулюючого матеріалу, а звідси, і теплоакумуляційну здатність акумулятора теплоти фазового переходу.

#### Висновки.

1. Проведено аналіз, вказано недоліки деяких конструкцій акумуляторів теплоти фазового переходу акумулюючого матеріалу.

2. Обґрунтовано доцільність та розроблено нову конструкцію акумулятора теплоти фазового переходу.

3. Визначено оптимальні межі розміщення теплообмінної поверхні, всередині корпусу тепло акумулятора нової конструкції, перевищення яких є недоцільним.

4. Встановлено, що хвилеподібна форма дна корпусу теплоаккумулятора зменшує об'єм непрогрітого акумулюючого матеріалу до мінімуму, що підвищує теплоакумуляційну здатність таких акумуляційних апаратів.

*Література*

1. Толмачев Д. В. Роль и перспектива отдельных энергоносителей в энергетике Украины / Д. В. Толмачев // «Экономист». – 2000. – №7. – С. 37-39.
2. Бекман Г. Тепловое аккумулирование энергии / Г. Бекман, П. Гилли. – М., 1987. – 468 с.
3. Альбинская Ю.С. Направления создания микрокапсулированных теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом / Ю.С. Альбинская, С.М. Усачев, Ф. Ресснер, О.Б. Рудаков // Научный Вестник ВГАСУ. – 2013. – Вып. №2(7). – 185 с.
4. Горобец В.Г. Компьютерное моделирование процессов тепло-массопереноса в сезонном аккумуляторе теплоты. / В.Г. Горобец, Е.А. Антипов // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №1(14). – С. 15-19.
5. Антипов Е.А. Исследование процессов тепло- и массопереноса в низкотемпературных аккумуляторах теплоты при фазовых превращениях аккумулирующего материала / Е.А. Антипов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип. 15, т. 2. – С. 131-135.

**ОБОСНОВАНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА**

Е. А. Антипов

**Аннотация** – проведен анализ некоторых конструкций аккумуляторов теплоты фазового перехода аккумулирующего материала. Обосновано новую конструкцию такого аккумулятора. Определены оптимальные расстояния размещения теплообменной поверхности внутри корпуса теплоаккумулятора.

**RATIONALE FOR NEW CONSTRUCTION ACCUMULATOR OF LATENT HEAT**

E. Antypov

*Summary*

**The analysis of some structures batteries latent heat accumulating material. It is proved the new design of the battery. The optimal distance placing the heat exchange surface inside the body heat storage.**