

УДК 621.22

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОВИХ ТРУБ

В.О. Лазоренко, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проведений порівняльний аналіз різних типів теплообмінників для утилізації низькопотенціальних вторинних енергоресурсів. Розроблена схема системи теплопостачання теплиць з використанням промислових калориферів, що працюють у режимі теплових труб. Визначено енергоефективність її роботи.

Утилізація, низькопотенціальні вторинні енергоресурси, теплові труби, енергоефективність, енергозбереження.

Зменшення енергоспоживання і суттєві досягнення в енергозбереженні можливі тільки через вдосконалення існуючих та впровадження нових енергозберігаючих технологій, до яких відносяться і технології теплових труб. У закордонній та вітчизняній практиці отримані позитивні результати від застосування теплообмінних апаратів на основі теплових труб, термосифонів для утилізації низькопотенціальної теплоти відхідних газів котельних агрегатів у малій та великій енергетиці.

Термін "теплова труба" вперше був використаний у патенті Гровера, в 1963р. Патент Гровера включав опис пристрою і результати експериментів, проведених з трубами із нержавіючої сталі, в яких гноти були виконані з дротяної сітки, а в якості робочої рідини використовувався натрій.

Теплова труба (ТТ) (рис.1) – це пристрій з високою інтенсивністю передачі теплоти. На внутрішній стінці закріплений гніт, зроблений, наприклад, з декількох шарів тонкої сітки. Труба заповнюється невеликою кількістю теплоносія (робочого тіла), після чого з неї відкачується повітря і вона

герметично закривається. При нагріванні робоче тіло випаровується, пара рухається в зону охолодження до іншого кінця труби де охолоджується, конденсується і під впливом капілярних сил повертається до гарячого кінця труби. Оскільки теплота пароутворення теплоносія велика, то при навіть малій різниці температур на кінцях труби може передавати значний тепловий потік.

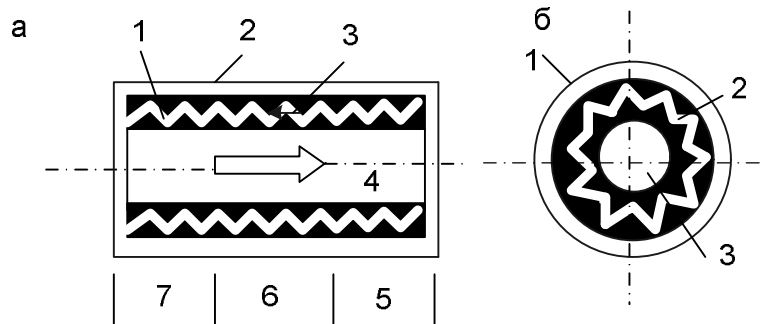


Рис.1. Основні елементи теплової труби:

а – поздовжній переріз: 1 – гніт; 2 – стінка труби; 3 – повернення рідини по гноту; 4 – пара; 5 – зона конденсації; 6 – адіабатна ділянка; 7 – зона випаровування; б – поперечний переріз: 1 – стінка; 2 – гніт; 3 – паровий простір.

У ТТ розрізняють три зони: 1– підведення теплоти (випаровування) – 7; 2 –переносу теплоти – 6; 3 – відведення теплоти (конденсації) – 5.

Випарник у розглянутій трубі може розташовуватися по-різному, тому вона працюватиме в будь-якому положенні. ТТ дозволяє транспортувати теплоту в різних напрямках, по будь-якому прямолінійному і криволінійному каналах, оскільки гніт, який змочується в зоні конденсації, завжди подаватиме теплоносії у зону випаровування. Циркуляція теплоносія в ТТ відбувається незалежно від наявності сил ваги. Завдяки цьому ТТ є універсальним теплопроводом, подібно електричному проводу, що призначений для передачі електроенергії чи світловоду, що здійснює передачу світла.

У даний час увага спеціалістів прикута до різноманітних перспективних варіантів застосування технології теплових труб для досягнення суттєвих результатів енергозбереження в різних низькотемпературних теплотехнологічних процесах, які відіграють важливу роль в енергетиці,

холодильній, в том числі побутовій техніці, в системах опалення, кондиціонування повітря тощо.

Відомо, що використання теплообмінних апаратів на основі теплових труб (ТТ) для утилізації теплоти відхідних газів з метою підігрівання повітря здатне забезпечити значний енергозберігаючий ефект. Залежно від масштабів зниження температури відхідних газів зменшення енергозатрат може становити від 2–3 до 10–15 % економії енергоресурсів.

Необхідно вирішувати питання переходу від традиційних конструкцій теплообмінних апаратів (ТА) до двохфазних теплообмінних контурів ТТ з розділеними зонами нагрівання і охолодження.

Мета дослідження – підвищення енергоефективності системи теплопостачання теплиць за рахунок утилізації низькопотенціальної теплоти відхідних газів котельних з використанням загальнопромислових калориферів, що працюють у режимі теплових труб.

Матеріали і методика дослідження. Відомі десятки різновидів конструкцій ТТ: гладкостінні, гнотові, відцентрові (оберткові), електрогідродинамічні труби, труби з ефектом магнітного поля, осмотичні тощо. В сільському господарстві ТТ доцільно використовувати для утилізації низькопотенційних вторинних енергоресурсів (ВЕР) при температурах 50 – 250°C, оскільки в даному температурному діапазоні не потрібно застосування дорогих матеріалів та теплоносіїв.

Для забезпечення їх роботи необхідно дотримуватись співвідношення:

$$p_{\text{кмах}} > \Delta p_p + \Delta p_{\text{п}} + \Delta p_{\text{т}},$$

де $\Delta p_{\text{кмах}}$ – максимальний капілярний напір; Δp_p – перепад тиску, необхідний для повернення рідини із області конденсації в область випаровування; $\Delta p_{\text{п}}$ – перепад тиску, необхідний для повернення пари із області випаровування в область конденсації; $\Delta p_{\text{т}}$ – гравітаційний перепад тиску.

При недодержанні цього рівняння гніт у зоні випаровування висохне і не буде працювати. При виборі матеріалів і теплоносіїв для ТТ необхідно

враховувати їх сумісність (таблиця). Без урахування цього внаслідок хімічної взаємодії теплоносія передачі теплоти між потоками різни речовин, утилізації енергоресурсів.

Сумісність матеріалів ТТ та використаного теплоносія

Матеріал	Теплоносій						
	Фреон-11	Вода	Ацетон	Аміак	Метилловий спирт	Калій	Натрій
Мідь	так	так	так	ні	так	-	-
Алюміній	так	ні	так	ні	ні	-	-
Нержавіюча сталь	так	ні	так	ні	так	так	так
Вуглецева сталь	так	ні	так	ні	ні	-	-
Нікель	так	так	так	ні	так	-	-

При обґрунтуванні доцільності застосування цих апаратів як теплоутилізаторів необхідно враховувати, що вони найбільш ефективні, коли теплообмінюючими середовищами виступають газові потоки, при цьому, як і для інших систем утилізації теплоти, принциповим є питання їх раціонального використання.

Утилізатори з теплових труб [3], що заповнені фреоном, пентаном або дистильованою водою доцільно використовувати як хвостові охолоджувачі димових газів після контактних водонагрівачів.

Застосування теплообмінників на теплових трубах як повітропідігрівників котлів, печей, теплогенераторів, двигунів, сушильних установок збільшує

коефіцієнт корисної дії паливовикористовуючого обладнання за рахунок подачі в паливоспалюючі пристрої повітря, підігрітого вихідними газами, а також підвищує ефективність енергетичного обладнання. Створено ряд теплообмінників із утилізаторів на теплових трубах [2], призначених для використання як повітропідігрівників котлів, що працюють на природному газі з корисною тепловою потужністю 0,7 МВт і більше, а також іншого обладнання. Труби виготовлені із вуглецевої сталі зі спірально накатаним алюмінієвим оребренням.

Якщо теплоносієм є вода, щоб запобігти утворенню водню при випаровуванні води в робоче середовище вносять спеціальні добавки. Крім

цього, розроблені добавки до води, які запобігають замерзанню теплоносія і пов'язану із цим можливу розгерметизацію труб.

Результати досліджень. Для проведення досліджень розроблена схема системи теплопостачання теплиць з використанням теплових труб (рис.2).

Робота схеми. Продукти згоряння на виході з котла 1 розділяються на два потоки: один спрямовується в контактний економайзер ЕК – БМ1, на виході з якого температура продуктів згоряння становить близько 65°C ; другий – у систему підігріву де продукти згоряння змішуються з охолодженими продуктами згоряння в контактному економайзері.

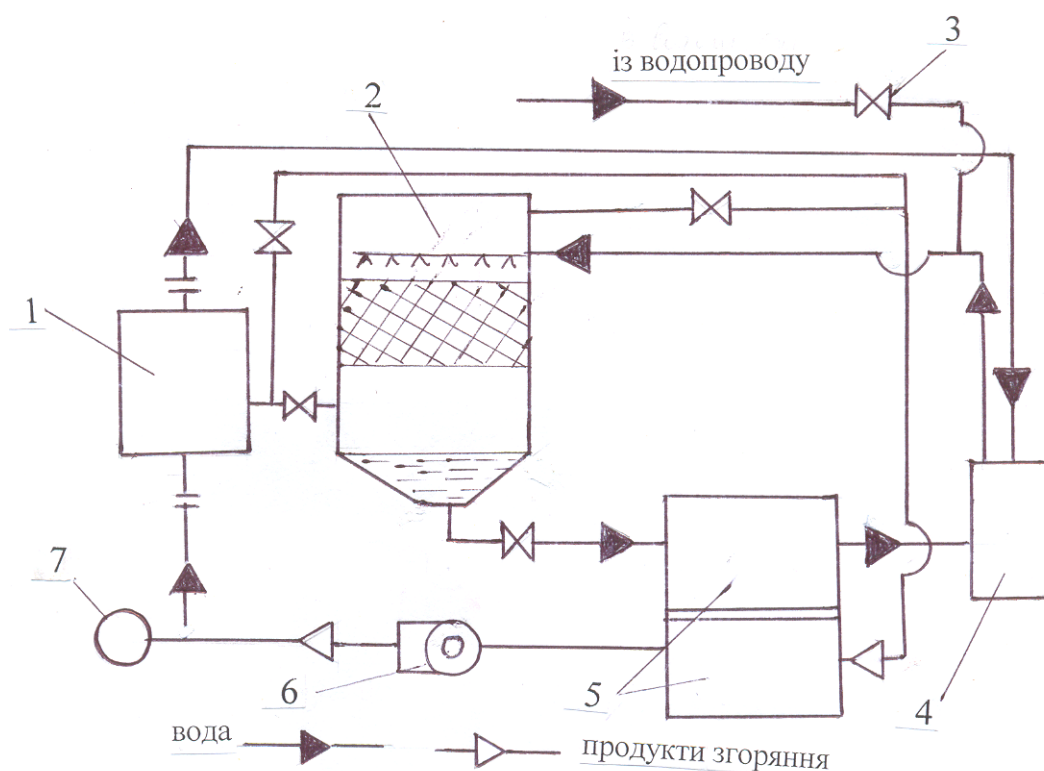


Рис. 2. Схема системи теплопостачання теплиць з використанням теплових труб:

1– котел; 2 – контактний економайзер ЕК-БМ1; 3 – арматура; 4– теплиця;
5 – калорифери; 6 – димосос; 7 – димова труба

Після змішування обох потоків продуктів згоряння температура зростає до $75\text{--}80^{\circ}\text{C}$. Змішаний потік спрямовується у нижній калорифер 5.

Загальнопромислові калорифери КВСБ 5, встановлюються вертикально один на другому, працюють у режимі теплових труб. Нижній калорифер

виконує функції випаровувача, а верхній – конденсатора. Верхній і нижній калорифери з'єднані між собою з'єднувальною камерою (висотою 100 мм). Робоче середовище – фреон. У випаровувачі фреон кипить, відводячи теплоту від відхідних газів, а у конденсаторі фреон охолоджується і конденсується, віддаючи теплоту воді, що надходить із економайзера при температурі 50 °С нагрівається до температурі 75 – 90 °С надходить у змійовики шатрового обігріву теплиці. При цьому кут нахилу трубних пучків не повинен перевищувати 5 – 8°, щоб не порушити циркуляції парорідинних потоків у теплових трубах. Кількість теплоти, яку можна отримати при застосуванні таких теплообмінників розраховується за методикою [3].

Якщо труба виготовлена з алюмінію або міді, то при застосуванні аміаку як робочого середовища вона може використовуватися при температурі 65°C; якщо ж робоче середовище – фреони, то температура використання зростає до 94 °С.

Енергоефективність роботи системи при температурі відхідних газів на виході 50 – 65 °С зростає на 5– 6 %.

До переваг теплообмінників на теплових трубах належать:

- забезпечення підвищення на 5 – 10% енергетичної ефективності обладнання (втому числі котлів);
- зменшення шкідливих викидів і теплового забруднення навколишнього середовища;
- відносно невеликий аеродинамічний опір теплоутилізаторів дозволяє використовувати штатні тягодуттєві машини;
- висока надійність і незмінність характеристик протягом роботи.

Висновки

Проведений порівняльний аналіз різних типів теплообмінників для утилізації низькопотенціальних вторинних енергоресурсів. Розроблена схема системи теплопостачання теплиць з використанням промислових калориферів, що працюють у режимі теплових труб. Визначено, що енергоефективність роботи системи при температурі відхідних газів на виході 50 – 65 °С зростає на 5– 6 %.

Список літератури

1. Корчемний М.О., Енергозбереження в агропромисловому комплексі. /Корчемний М.О., Федорейко В.М, Щербань В.А. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
2. Зарипов В.К., Высокоэффективный компактный теплообменник – утилизация на тепловых трубах / Зарипов В.К., Гершупин Л.Н. // Промышленная энергетика. – 1989. – № 1. – С. 37–39.
3. Мезенцев А.П. Возможности использования тепловых труб в судовых калориферах /Мезенцев А.П. // Судостроение. – 1982. – №11. – С. 11–13.
4. Мезенцев Л.П. Эффективность применения утилизаторов теплоты в огнетехнических агрегатах. /Мезенцев Л.П. – Л. // Недра, 1987. – 127 с.

Проведен сравнительный анализ разных типов теплообменников для утилизации низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Разработана схема системы теплоснабжения теплиц с использованием промышленных калориферов, работающих в режиме тепловых труб. Определена ее эффективность.

Утилизация, низкопотенциальные вторичные энергоресурсы, тепловые трубы, энергоэффективность, энергосбережение.

The comparative analysis of different types of heat-exchangers is conducted for utilization of lost potential waste energies. Utilizator of using of industrial heaters which work in the mode of thermal pipes is proposed. Its energy efficiency is certain.

Utilization, lost potential waste energies, thermal pipes, energy efficiency, energy-savings.