

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Щербаков С.В., 41 ЕЕ

Постол Ю.О., к.т.н.

Стручаєв М.І., к. т. н.

e-mail: serjik347555@gmail.com

e-mail: yulia.postol@tsatu.edu.ua

e-mail: mykola.struchaiev@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. В даний час тарифи на теплову і електричну енергію постійно підвищуються. Це пояснюється існуючими способами їх генерації і недостатнім виробництвом палива з місцевої сировини. Одним з варіантів зниження зменшення витрат на опалення є перехід на автономні котельні і розвиток відновлюваної енергетики. У структурі споживання теплової енергії сільської місцевості домінує опалення будівель. На це доводиться до трьох чвертей всього споживання тепла. В окремих населених пунктах ця частка може досягати 85% де питома витрата теплової енергії на опалення житлового фонду досягає 0,25-0,90 Гкал / м² на рік при середньому значенні 0,18 Гкал / м² на рік. Необхідно робити капітальний ремонт і термомодернізацію наявного фонду будівель, встановлення приладів обліку тепла у споживачів. У програмах з підвищення ефективності теплопостачання реалізуються проекти з модернізації котельень, перекладки теплових мереж на попередньо ізольовані труби, по установці індивідуальних теплових пунктів в багатоквартирних будинках і будівлях соціальної сфери, по утепленню житлових будинків, оснащенню по-будинковими і квартирними приладами обліку [1].

Основні матеріали дослідження. Підвищення енергоефективності це завдання зниження споживання тепла, та ліквідації його дефіциту. За рахунок заходів по підвищенню ефективності використання теплової енергії і зниження теплових втрат можна забезпечити необхідні параметри системи теплопостачання [2] та відмовитися від необхідності використовувати електрообігрівачі. Тут треба відмітити, що при високій ефективності самих електрообігрівачів (їх ккд звичайно понад 90%), ккд електростанцій не перевищує 36%, тому застосовувати електрообігрівачі можна тільки в спеціальних випадках. Автономні котельні для теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства на сучасному етапі можуть розглядатися як найбільш раціональне інженерне рішення [3], що забезпечує централізовану подачу теплової енергії при відсутності додаткового споживання електричної.

Використовуючи когенерацію на котельнях можна підвищити енергоефективність за рахунок перетворення частини теплової енергії в електричну, яка покриє як власні потреби котла та котельні, так і потреби в електроенергії всієї системи опалення [4]. Для отримання з теплової енергії електричну існує п'ять технологій: 1 - двигуни Стірлінга; 2 - мікроцикл Ренкіна; 3 - цикл Каліни; 4 - термоелектричні перетворювачі; 5 - органічний цикл Ренкіна.

Двигун Стірлінга має високу ефективність і знайшов своє застосування при температурах 650-800 °С і вище, але при температурі мережної води 95 °С його не застосовують. Мікроцикл Ренкіна ефективний тільки для спільного вироблення тепла і електрики, що не вимагається в даному випадку. Цикл Каліни для температури парів аміаку перед турбіною 90 °С, тиску 25 бар, ступеня сухості 0,8 має електричний ККД 8,7%. Термоелектричні перетворювачі мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Органічний цикл Ренкіна. Відмінністю органічного циклу Ренкіна від звичайного циклу Ренкіна є те, що робочим тілом є не вода, а органічні сполуки (наприклад фреон) з більш низькою температурою кипіння [5], в порівнянні з водою. Схема котельні з використанням циклу Ренкіна представлена на рис. 1.

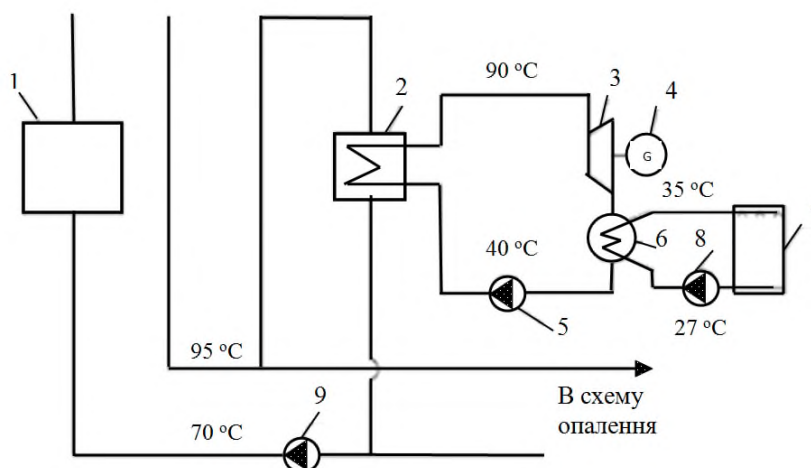


Рисунок 1. Схема котельні з використанням органічного циклу Ренкіна: 1 - котел; 2 - випарник; 3 - турбіна; 4 - електрогенератор; 5 - живильний насос; 6 - конденсатор; 7 – градирня; 8 - циркуляційний насос; 9 – насос системи опалення

Для температур джерела теплоти 91-149 °С в якості робочого тіла рекомендується приймати фреон R245fa завдяки його хорошим термодинамічним властивостям. Для котельні з використанням органічного циклу Ренкіна на фреоні R245fa можливий електричний ККД 10,2%. Фреон R245fa можна замінити на фреон з подібними властивостями R142b.

Двигуни Стірлінга мають ефективність до 30 %, але для цього необхідна температура джерела теплоти 650-850 °С. Мікроцикл Ренкіна потребує ще вищі температури джерела теплоти 750-950 °С. Термоелектричні перетворювачі, як вже відзначалось, мають дуже низьку ефективність - нижче 5%.

Проведемо порівняння можливостей реалізації двох з існуючих п'яти технологій підвищення енергоефективності систем опалення. Найбільш важливі технічні та економічні параметри органічного циклу Ренкіна та циклу Каліни представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння технологій підвищення енергоефективності систем опалення

Параметри	Органічний цикл Ренкіна	Цикл Каліни
Робоче тіло	R142b	Водо-аміачна суміш
Тиск робочого тіла, МПа	P=1,0	P=2,5
Температура робочого тіла, °С	T=90	T=90
Використане тепло, кВт	98	115
Потужність, кВт	10	10
Відпущена теплова потужність, МВт	2,902	2,885
Електричний ККД, %	10,2	8,7
Собівартість виробленої електроенергії, грн./(кВт*ч)	1,1376	1,2895
Капітальні вкладення, млн.грн.	0,660	0,750
Витрати, млн. грн./рік	0,887	1,006
Термін окупності, років	2	3

З таблиці видно, що серед технологій підвищення енергоефективності систем опалення найбільш вигідною є органічний цикл Ренкіна. Термін його окупності складає 2 роки.

Установки, які працюють на органічному циклу Ренкіна малої потужності діляться на: дуже малі (менше 10 кВт) та середньо малі (10-100 кВт). В органічному циклу Ренкіна дуже малої потужності використовуються турбіни спірального і гвинтового типу. В органічному циклу Ренкіна середньо малої потужності використовуються турбіни осьового типу.

Висновок. Впровадження автономних котелень на базі твердотопливних котлів і надбудовою установкою, працюючої за органічним циклом Ренкіна, дозволить:

- 1) будівництво котелень незалежно від розміщення ліній електропередачі;
- 2) створити альтернативу дизельним електростанціям для отримання електроенергії в сільських районах шляхом комбінованого виробництва теплової і електричної енергії на автономних котельнях;
- 3) стимулювати впровадження відновлюваної енергетики в комбінації з автономними котельнями для великих населених пунктів;
- 4) стимулювати виробництво паливних пеллет та брикетів з відходів сільськогосподарського виробництва, а саме з лузги соняшника, соломи і таке інше;
- 5) підвищити енергоефективність систем опалення за рахунок впровадження когенерації виробництва теплової та електричної енергії;
- 6) стимулювати розвиток технології з використанням органічного циклу Ренкіна;
- 7) розвивати турбобудування дуже малої (менше 10 кВт) та середньо малої потужності (10-100 кВт).

Список використаних джерел

1. Енергоефективність та енергозбереження. / Трикоз В. Галавур М., Постол Ю.О., Стручаєв М.І. Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії: матеріали І Всеукраїнської інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11751/1/ТРИКОЗ>
2. Носань С.В., Постол Ю.О., Ковальов О.В. Задачі енергозбереження в житловому фонді. Матеріали ІІ Міжнародна наук.-практ. інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 723-727.
3. Котельні установки в сільському господарстві/ Л.И.Грачева, Н.И.Стручаев, С.Кислый, Ю.Б.Гербер, // Видавництво “Урожай”, Київ, 1991 р. 167 с.
4. Стручаєв М. І., Постол Ю. О. Аналіз термодинамічних процесів у потоці повітря. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2017. Вип. 187. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/4844>
5. Планування експериментальних досліджень процесу охолодження/ Ялпачик В.Ф., Стручаєв М.І., Верхованцева В. О. Праці ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. Вип. 15, том 1. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/881>