

УДК 621.182.2.001.57

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА РІВНІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Є.Є. Чайковська

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
доцент*
Контактний тел.: (048) 758-47-67
E-mail: eechaikovskaya@list.ru

Н.Ф. Іщук

Аспірант*
Контактний тел.: (048) 758-47-67
E-mail: natalkaf@bigmir.net
*Кафедра теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики
Енергетичний інститут Одеського національного політехнічного університету
пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044

Запропонована інтегрована система ефективності комбінованого теплопостачання на основі інформації як міри відтворення співвідношення виробництва та споживання енергії
Ключові слова: ексергетичний аналіз, прийняття рішень

Предложена интегрированная система эффективности комбинированного теплопостачання на основе информации как меры отражения соотношения производства и потребления энергии
Ключевые слова: эксергетический анализ, принятие решений

Integrated system of efficiency of combined heating on base of information as measure of the reflection of production and consumptions of the energy in correlation is offered
Keywords: exergy analysis, decision-making level

1. Вступ

Запропонована технологія комбінованого теплопостачання на основі контролю співвідношення виробництва та споживання енергії без вимірювання температури води, що нагрівається в баку-акумуляторі [1,2].

Здобута інтегрована система функціонування комбінованого теплопостачання та рекомендовано конструктивно-режимну реалізацію бака-акумулятора з вбудованим теплообмінником при використанні явища стратифікації води щодо підтримки його працездатності шляхом відключення чи включення секцій теплообмінника [1,2].

2. Постановка задачі

Оцінка співвідношення виробництва та споживання енергії у якості міри відтворення зміни ємності бака-акумулятора в комбінованому теплопостачанні надає можливість визначити ступінь його термодинамічної досконалості в умовах прийняття рішень.

3. Рішення задачі

З використанням положень [3] оцінка ступеню термодинамічної досконалості бака-акумулятора може бути виконана таким чином:

$$\eta_e(t) = 1 - \frac{E_{вх}(t) - E_{вих}(t)}{E_{вх}(t)}$$

де η_e – ексергетичний ккд; $E_{вх}$ – сума потоків ексергії на вході в бак-акумулятор; $E_{вих}$ – сума потоків ексергії на виході з бака-акумулятора; $E_{вх} - E_{вих}$ – втрачена ексергія; t – час.

Виходячи із інтегрованої системи зміни температури води у баку-акумуляторі при урахуванні явища стратифікації води можливо отримати очікувану температуру води в діапазоні 45-55⁰С впродовж доби за рахунок підтримки динамічної рівноваги процесу акумуляції теплоти шляхом включення секцій вбудованого в бак-акумулятор теплообмінника у режимі заряду та відключення у режимі розряду [1, 2].

Так, дійсно, о 9 годині ранку при включених 2-х секціях теплообмінника збільшення суми потоків ек-

Таблиця 2

Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі розряду при використанні явища стратифікації води

Час, τ, год.	$E_{вх}(t)$, кВт	$E_{вих}(t)$, кВт	$E_{вх}(t) - E_{вих}(t)$, кВт	$\eta_e(t)$
14	3,022	2,145	0,877	0,7097
15	2,825	1,928	0,897	0,6823
16	2,486	1,649	0,836	0,6635
17	2,004	1,063	0,941	0,5303
18	1,260	0,583	0,677	0,4627
19	1,174	0,213	1,174	0,1534
20	1,278	0,294	0,984	0,2300

сергії на вході в бак-акумулятор та на його виході, що свідчить про заряд бака-акумулятора, потребує прийняття рішення на включення третьої секції теплообмінника (табл. 1).

Таке рішення забезпечує підтримку заряду бака-акумулятора за рахунок збільшення ємності води, що акумулює (табл. 1, рис. 1), зменшуючи втрати ексергії, та забезпечує підвищення ексергетичного ккд з 0,3994 до 0,4793.

З 9 до 10 годин ранку при подальшому збільшенні суми потоків ексергії підтримка процесу заряду відбувається за рахунок використання трьох секцій теплообмінника, що забезпечує рівень ефективності бака-акумулятора з 0,4793 до 0,5289 (табл. 1, рис. 1).

Об 11 годині ранку включення четвертої секції теплообмінника зменшує втрати ексергії з 0,522 кВт до 0,373 кВт щодо підтримки збільшення ємності води, що акумулює, в повній мірі (табл.1, рис. 1). Підтримка процесу заряду в цей період дозволяє здобути найвищу ексергетичну ефективність бака-акумулятора – 0,8058 (табл. 1, рис. 1). Працездатність бака-акумулятора в період від 11 до 13 години оцінена в діапазоні - 0,8058- 0,7263 (табл.1, рис. 1).

Таблиця 1

Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі заряду з урахуванням явища стратифікації води

Час, τ, год.	$E_{вх}(t)$, кВт	$E_{вих}(t)$, кВт	$E_{вх}(t) - E_{вих}(t)$, кВт	$\eta_e(t)$
8	0,736	0,294	0,442	0,3994
9	0,795	0,381	0,414	0,4793
10	1,109	0,587	0,522	0,5289
11	1,924	1,550	0,373	0,8058
12	2,650	1,934	0,716	0,7298
13	2,954	2,145	0,808	0,7263

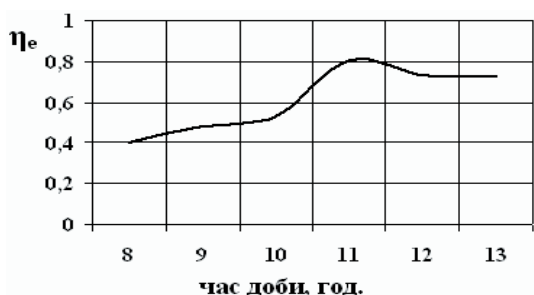


Рис. 1. Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі заряду при урахуванні явища стратифікації води

Використовуючи термодинамічний аналіз, встановлено, що в період з 14 до 16 годин при включених чотирьох секціях вбудованого в бак-акумулятор теплообмінника відбувається зменшення суми потоків ексергії на вході в бак-акумулятор та на його виході, що свідчить про розряд ємності бака-акумулятора, що акумулює. В цей період ексергетичний ккд можливо підтримувати в діапазоні від 0,7097 до 0,6635 (табл. 2, рис. 2).



Рис. 2. Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі розряду при використанні явища стратифікації води

Прийняття рішення на відключення однієї секції теплообмінника о 17 годині підтверджено зростанням втрат ексергії з 0,836 кВт до 0,941 кВт та зменшенням ексергетичного ккд з 0,6635 до 0,5303 (табл. 2, рис. 2). Підтримка процесу розряду в цей період представляє можливість зменшити втрати ексергії з 0,941 кВт до 0,677 кВт та забезпечити ефективність системи тепlopостачання в межах 0,5303- 0,4627 (табл. 2, рис. 2). Зростання втрат ексергії о 19 годині потребує відключення другої секції, що дозволяє підвищити ексергетичний ккд до 0,23 (табл. 2, рис. 2).

На основі здобутої інтегрованої системи зміни режимних умов функціонування рекомендовано при включених двох працюючих секціях теплообмінника та температурі води у баку - акумуляторі менше 45°C підключення системи тепlopостачання до дублюючого джерела енергії [2].

Таке прийняття рішення підтверджено збільшенням ексергетичного ккд тепlopостачання з 0,0026 до 0,1411(рис. 3).

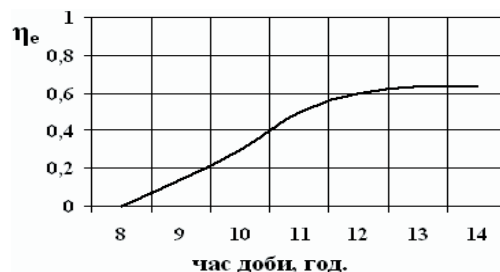


Рис. 3. Інтегрована система зміни ефективності комбінованого тепlopостачання щодо зміни режимних умов функціонування

Рекомендовано також [2] при включених чотирьох секціях теплообмінника та перевищенні температури води у баку - акумуляторі 55⁰С збільшити витрату води, що нагрівається, з 0,185 кг/с до 0,24 кг/с. Так, дійсно, таке прийняття рішення представляє можливість зберегти ефективність системи тепlopостачання на рівні 0,6322 (рис. 3).

На основі здобутої інтегрованої системи зміни температури води, що нагрівається в баку-акумуляторі в режимах заряду та розряду при не урахуванні явища стратифікації води [2] встановлена неможливість використання ємності води в баку-акумуляторі впродовж доби в повній мірі.

Так, дійсно, підтримка процесу заряду за рахунок зменшення витрати теплоносія, що гріє, з 0,28 кг/с до 0,19 кг/с дозволяє забезпечити рівень ефективності в межах 0,3053 - 0,4557 (табл. 3, рис. 4). Підтримка ж процесу розряду за рахунок збільшення витрати теплоносія, що гріє, дозволяє забезпечити рівень ефективності в межах 0,4198 - 0,3053 (табл. 4, рис. 5).

Таблиця 3

Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі заряду без урахування явища стратифікації води

Час, τ, год.	E _{вх} (t), кВт	E _{вих} (t), кВт	E _{вх} (t)- E _{вих} (t), кВт	η _с (t)
8	0,906	0,277	0,630	0,3053
9	1,059	0,275	0,785	0,2593
10	1,5	0,294	1,206	0,1958
11	2,665	0,498	2,166	0,1870
12	2,105	0,907	1,198	0,4310
13	2,296	1,046	1,250	0,4557

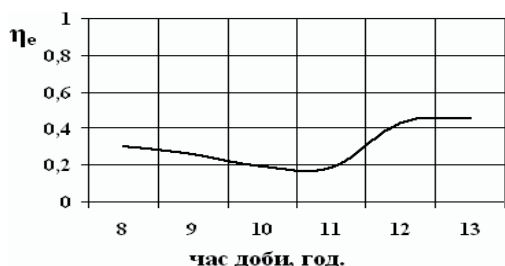


Рис. 4. Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі заряду без урахування явища стратифікації води

Таблиця 4

Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі розряду без урахування явища стратифікації води

Час, τ, год.	E _{вх} (t), кВт	E _{вих} (t), кВт	E _{вх} (t)- E _{вих} (t), кВт	η _с (t)
14	2,013	0,845	1,168	0,4198
15	1,834	0,728	1,106	0,3970
16	1,425	0,481	0,944	0,3374
17	1,453	0,292	0,944	0,2008
18	1,059	0,273	0,786	0,2581
19	0,981	0,274	0,706	0,2795
20	0,906	0,277	0,906	0,3053

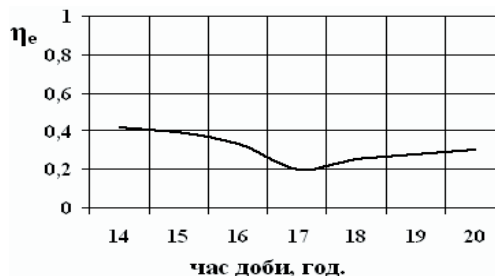


Рис. 5. Інтегрована система зміни ефективності бака-акумулятора в режимі розряду без урахування явища стратифікації води

4. Висновки

Порівняльний аналіз інтегрованих систем ефективності функціонування комбінованого тепlopостачання підтвердив перевагу запропонованої конструктивно-режимної реалізації бака-акумулятора з вбудованим теплообмінником при використанні явища стратифікації води щодо підтримки його працездатності шляхом відключення чи включення секцій вбудованого в бак-акумулятор теплообмінника. Така конструкція та встановлені режими функціонування бака-акумулятора за рахунок використання енергії акумуляції води в повній мірі збільшують рівень його термодинамічної досконалості на 20% у порівнянні з баком-акумулятором без урахування явища стратифікації води та прийнятті рішень на зміну витрати теплоносія, що гріє від геліоколектора.

Література

1. Чайковская Е.Е. Поддержание функционирования энергетических систем на основе интеллектуального управления тепломассобменными процессами /Труды 6-го Минского Международного Форума по тепломассобмену.- ИТМО им. А.В.Лыкова НАНБ, 8-05, 2008.- С. 1-10.
2. Іщук Н.Ф. Інтегрована система функціонування комбінованого тепlopостачання // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010.- №3/10 (45).- С. 36-37.
3. Эксергетические расчеты технических систем: Справочное пособие / Под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского.- Киев: Наукова думка, 1991.- 359с.