

СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИХ АГРЕГАТІВ

А.А. Папченко, канд. техн. наук,
Сумський державний університет, м. Суми

У статті розглянута можливість створення енергоефективних систем опалення та гарячого водопостачання з використанням електричних теплогенераторів. Проведено розрахунки на підставі діючих тарифів, що підтверджують економічну привабливість. Виконано огляд конструктивних схем теплогенераторів (електричні котли, вихрові, кавітаційні, роторні) та теплових акумуляторів, що використовують теплоємність робочого середовища та енергію фазових переходів.

Ключові слова: теплогенеруючий агрегат, теплоакумулятор, "нічний тариф електроенергії", система опалення.

В статье рассмотрена возможность создания энергоэффективных систем отопления и горячего водоснабжения с использованием электрических теплогенераторов. Выполнены расчеты на основании действующих тарифов, который подтверждает их экономическую привлекательность, а также анализ конструктивных схем теплогенераторов (электрические котлы, вихревые, кавитационные, роторные) и тепловых аккумуляторов, использующих теплоемкость рабочей среды и энергию фазовых переходов.

Ключевые слова: теплогенерирующий агрегат, теплоаккумулятор, "ночной тариф электроэнергии", система отопления.

На сьогоднішній день аналіз енергосистеми України в цілому свідчить про її недостатню збалансованість. В умовах залежності щодо поставки природного газу від Російської Федерації існує певна частина експорту електроенергії за кордон. Крім того, Україна має значні ресурси щодо збільшення виробітку електроенергії та її раціонального використання. До таких заходів можна віднести більш активне використання енергетики малих річок та вітрового потенціалу, що, у свою чергу, потребує певної нормативної підтримки. Слід відмітити, що значна частина імпортованого газу використовується для опалення (гарячого водопостачання) промислових та житлових приміщень.

За таких умов найбільш раціональним підходом є більш активне використання електричного опалення (гарячого водопостачання) приміщень, що в умовах постійно зростаючих цін на газ [1] дозволить зменшити витрати на опалення приміщень. З огляду на енергосистему нашої держави в цілому дозволить зменшити залежність України від закордонних енергоносіїв та вжити заходів щодо вирівнювання графіка електроспоживання впродовж доби. Як приклад наведено графік добового навантаження турбогенераторів ТЕС.

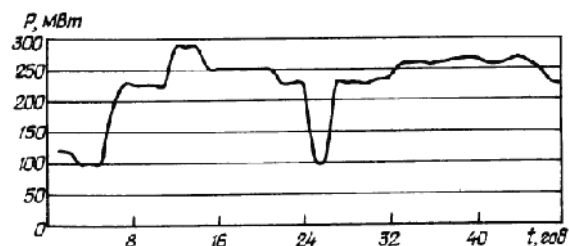


Рисунок 1 – Графік добового навантаження турбогенераторів ТЕС

Вирішення поставлених задач на принципах енергоефективності потребує огляду принципових схем систем опалення, теплогенеруючих пристроїв та систем керування та підтвердження економічної привабливості вказаного напрямку.

У табл. 1 та 2 наведена відпускна ціна на газ та електроенергію для населення [1], [2].

Таблиця 1 - Тарифи на газ для населення

Пор. номер	Ціна на газ за умови, що обсяг споживання природного газу	Ціна за 1 м ³ з ПДВ, к.
1	не перевищує 2500 м ³ на рік: за наявності газових лічильників, за відсутності газових лічильників	72,54 79,80
2	не перевищує 6000 м ³ на рік: за наявності газових лічильників, за відсутності газових лічильників	109,80 120,78
3	не перевищує 12000 м ³ на рік: за наявності газових лічильників, за відсутності газових лічильників	224,82 247,32
4	перевищує 12000 м ³ на рік: за наявності газових лічильників, за відсутності газових лічильників	268,56 295,4

Таблиця 2 - Тарифи на електроенергію для населення

Пор. номер	Ціна на електроенергію	Ціна за 1 кВт·год з ПДВ, к.
1	Населення, що проживає в містах	24,36
2	Населення, що проживає у сільській місцевості	22,50
3	Населення, що проживає у будинках, обладнаних кухонними електроплитами, електроопалювальними установками	18,72

Економічні аспекти використання стаціонарного електроопалення порівняно з газовим опаленням наведено на прикладі житлового будинку площею 100 м² [3].

Вихідні дані:

Котел електричний потужністю 9 кВт;

Котел газовий потужністю 12 кВт, витрата газу 1,3 м³/час.

Кількість годин роботи опалення 16 годин на добу.

Витрати на опалення приміщень площею 100 м² за 30 днів складуть:

Таблиця 3 - Результати розрахунку вартості опалення

Енергоносії	Витрати за годину	Кількість годин роботи за добу	Ціна за одиницю, грн	Витрати на опалення 100 м ²	Витрати, грн
Газ	1,3 м ³	16	1,098	624 м ³	685,15
Електроенергія (однотарифний лічильник)	9 кВт	16	0,1872	4320 кВт·ч	808,70
Електроенергія (багатотарифний лічильник)	9 кВт	16	0,1872	4320 кВт·ч	566,09

З розрахунків видно, що електроопалення за умов використання багатотарифного лічильника є більш привабливим порівняно з газовим. Додаткове зниження витрат на опалення може бути досягнуто за рахунок більш високих капіталовкладень та використання комбінованих систем опалення (електричне опалення у нічний час та газове опалення вдень).

Слід відзначити, що використання створення систем опалення в режимі роботи за "нічним тарифом" вимагає певної модернізації системи

(рис.2), зокрема, одним із основних елементів є тепловий акумулятор. Даний пристрій призначений для накопичення теплової енергії вночі, коли працює теплогенератор, з подальшою віддачею вдень.

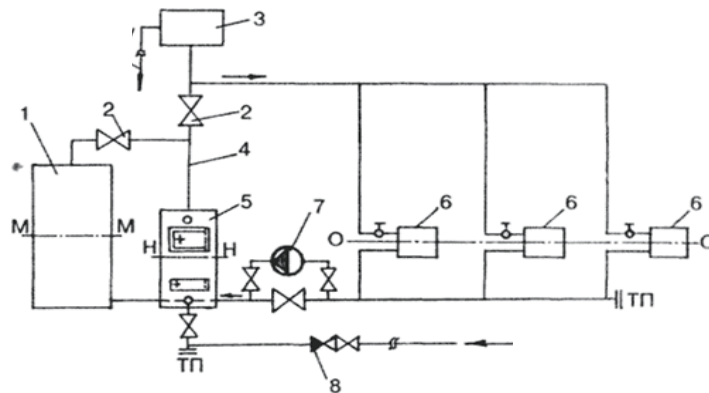


Рисунок 2 – Система опалення з тепловим акумулятором: 1-теплоакумулятор; 2 - регулювальні крани; 3 - бак-розширювач; 4 – трубопроводи; 5-теплогенератор; 6 - споживачі тепла; 7 - циркуляційний насос

Підтримання необхідного режиму роботи (включення в час найнижчого тарифу та відключення при його закінченні, підтримання необхідної температури) відбувається за рахунок системи автоматичного керування.

Огляд інформаційних джерел за окремими компонентами для наведеної системи опалення свідчить про їх наявність на ринку. Зокрема, теплогенератори можна умовно поділити на дві групи:

- електричні котли, в яких відбувається пряме перетворення електричної енергії у теплову. До переваг таких пристроїв можна віднести їх відносну простоту та відповідно невисоку вартість. Основними недоліками є попередня підготовка робочої рідини з метою усунення накипу на робочих елементах та підвищення ресурсу, необхідність циркуляційного насоса для прокачування теплоносія в системі. На рис. 3 наведено загальний вигляд електричних котлів, що пропонуються [4];

- вихрові, кавітаційні, роторні теплогенератори. Загальною особливістю названих пристроїв є ступеневе перетворення енергії: електрична – механічна – теплова. Їх недоліками є наявність у конструкції частин, що обертаються, більш високого рівня шуму. Переваги названих пристроїв полягають у відсутності вимог до попередньої підготовки теплоносія та у прокачуванні його безпосередньо теплогенератором. На рис. 4 - 7 наведено конструкції теплогенераторів.

На кафедрі прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету розроблено вихровий теплогенеруючий агрегат (ТГА) (рис.7) [6].

Особливістю конструкції агрегата ТГА є вихрове робоче колесо з радіальними лопатками, що розміщене між двома статорними елементами аналогічної конструкції. Принцип роботи ТГА полягає у наступному. Робоче середовище через всмоктувальний патрубок 1 надходить до проточної частини. Робоче колесо 3, що обертається, надає рідині відцентрового руху, при цьому частина рідини частково надходить до статорних апаратів 2, а частково відводиться через патрубок 4. Розігрів робочого середовища відбувається за рахунок дисипації енергії у вихровій структурі рідини. Для усунення витоків рідини передбачено кінцеве ущільнення: торцеве або подвійне сальникове.



Рисунок 3 – Електричний котел Колві

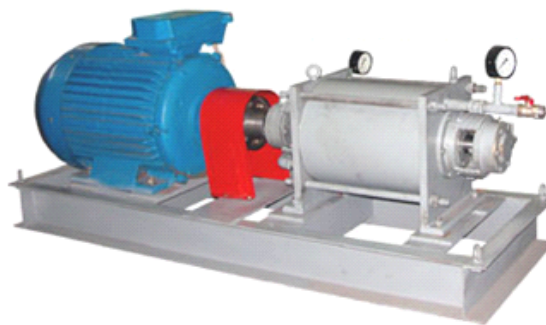


Рисунок 4 - Теплогенератор ДНВП "Слав"



Рисунок 5 - Теплогенератор МТГ



Рисунок 6 - Теплогенератор ВТГ

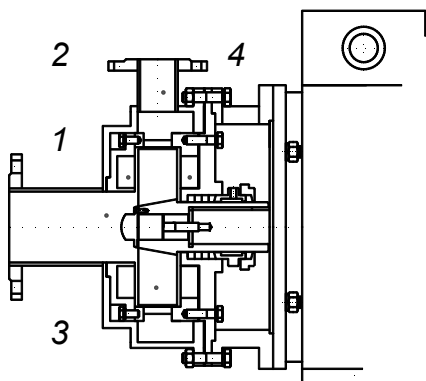
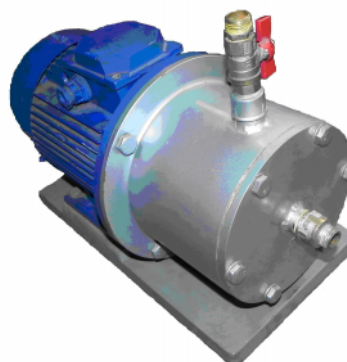


Рисунок 7 – Теплогенеруючий агрегат ТГА



Елементом, який визначає економічність системи електричного опалення, є теплоаккумулятор. Головне завдання пристрою полягає у накопиченні теплової енергії у нічний час з подальшою віддачею впродовж 1 доби. Головними вимогами до теплоаккумулятора є відносно невеликі габаритні розміри та значна теплоємність. Найбільш поширеними є теплоаккумулятори з використанням теплоємності речовини та на фазових переходах. На рис. 8, 9 наведено пристрої марок

Stiebel Eltron та Jaspi, що використовують теплоємність акумулюючого каміння та робочого середовища.

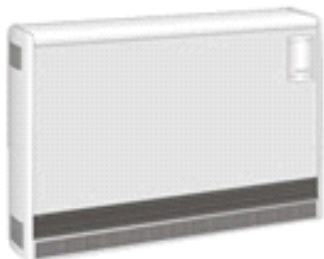


Рисунок 8 – Теплоаккумулятор Stiebel Eltron



Рисунок 9 – Теплоаккумулятор Jaspi

Більш високу теплоємність при тих самих розмірах мають теплові акумулятори, що використовують енергію фазових перетворень. Як робоче середовище здебільшого використовують хлорид кальцію або сульфат кальцію (глауберова сіль).

Системи автоматичного керування на мікропроцесорній основі дозволяють програмувати роботу вказаних систем опалення з підтримкою необхідних температурних режимів як впродовж доби, так і впродовж тижня та мають відносно невисоку вартість.

Таким чином, більш широке використання електроопалення за "нічним тарифом" може бути реалізовано за допомогою системи теплогенератор-теплоаккумулятор- системи автоматичного керування. Вказаний напрямок дозволить забезпечити більш рівномірний графік навантаження на енергосистему України та зменшити залежність від імпортованих енергоресурсів.

SUMMARY

ENERGY-EFFICIENT SYSTEMS OF HEATING AND HOT WATER SUPPLY BASED ON HEAT-GENERATION UNITS

A.A. Papchenko

Sumy State University, Sumy

In the article the author analyzes possibility of creation of energy-efficient systems of heating and of hot water supply using electrical heat generators. A calculation was based on current rates, which confirms their economic appeal. The analysis of construction diagrams of heat generators (electric boilers, vortex heat generators, cavitation heat generators, rotor heat generators) and heat storages, which use heat capacity of operating media and energy of phase change is given in the article.

Key words: *heat generation aggregate, heat storage, "night electric rate", system of heating*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова НКРЕ України № 812 від 13.07.10.
2. Постанова НКРЕ України № 926 від 20.07.06
3. Сайт ВАТ "Сумиобленерго" 12.05.11 www.soe.com.ua
4. Сайт корпорації "Колві" skt.kiev.ua/kolvi.html
5. Овчаренко Н. Вихревые теплогенераторы // Академия Тринитаризма. - М., 2005. - Эл № 77-6567, публ.12498, 14.10.2005; ел. ресурс: <http://www.trinitas.ru/rus/000/z0000001-062.htm>
6. Євтушенко А.О. Теплогенеруючі агрегати – подальші шляхи їх розвитку та удосконалення / А.О. Євтушенко, С.Ф. Ковальов, А.А. Папченко // Проблеми машиностроєння. – 2007. – Т. 10. – С. 48 – 52.

Надійшла до редакції 16 травня 2011 р.