



Парасочка С.О.

Хрящевський В.М.

Енергоаудитори підприємства
«НВЦ Теплокомплект» м. Полтава



Щодо ефективності електроакумуляційного опалення при використанні гібридних електро-газових котелень.

В статті «До питання про електроакумуляційне опалення та гаряче водопостачання» в №8(21) журналу «Житлово-комунальне господарство України» мова йшла про плюси та мінуси застосування електроакумуляційного опалення. Продовжимо цю тему, зважаючи на велику перспективу впровадження систем електроакумуляційного опалення. В згаданій статті був зроблений висновок про те, що найбільш доцільним, з економічної точки зору, може бути варіант впровадження комбінованих (гібридних) електро-газових котелень, що використовують газові та електричні генератори тепла та теплові акумулятори. При цьому газ розглядається не як основне паливо, а лише як допоміжне паливо, що використовується в «пікові» періоди, тобто періоди значного зниження температури зовнішнього повітря.

Проведемо аналіз можливих режимів експлуатації гібридної електро-газової котельні. Для проведення аналізу приймемо такі вихідні дані:

- розрахункова потужність системи опалення..... 100 кВт;
- встановлена потужність електрообладнання..... 100 кВт;
- температура в баці акумуляторі..... 95°C;
- розрахункова температура в мережі тепlopостачання..... 80°C;
- розрахункова температура зовнішнього повітря..... -23°C;
- на протязі доби температура зовнішнього повітря не змінюється.

Внаслідок того, що потужність котельні дорівнює потужності системи опалення, при зовнішніх температурах повітря, що дорівнює розрахунковій та нижче, накопичити тепло в нічні години неможливо. При інших температурах зовнішнього повітря у нічні години при роботі електричних котлів на повну потужність можна виробити частину «зайвого» тепла і накопичити його.

Об'єм теплового акумулятору може бути розрахований за формулою:

$$V = Q / (t_n - t_k)$$

де:

Q - кількість тепла, що має бути накопичена в акумуляторі, кВт;

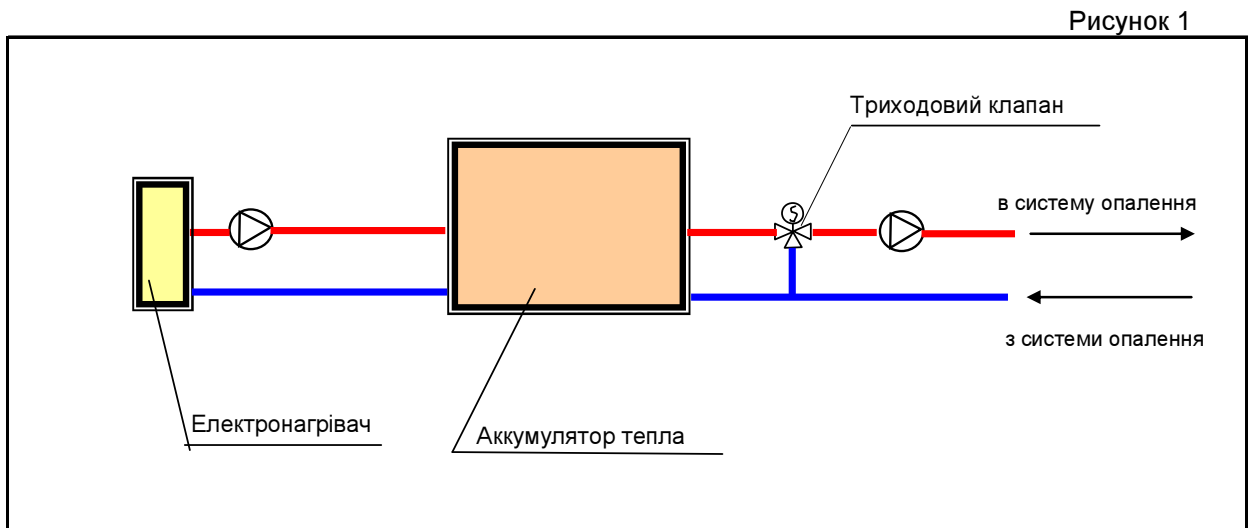
t_n, t_k – відповідно початкова та кінцева температура води в акумуляторі, °C.

Таким чином, об'єм акумулятору буде залежити:

По-перше, від початкової температури води в акумуляторі. Чим більше температура в ньому, тим більше може бути накопичено тепла.

По-друге, від розрахункової температури в магістралі прямої води системи опалення. Це пояснюється наступним.

На рис.1 наведена спрощена схема подачі тепла на опалення з використанням теплового акумулятору.



При якісному регулюванні системи опалення розрахунковий перепад температур теплоносія відповідає розрахунковій температурі зовнішнього повітря. При температурі зовнішнього повітря вище розрахункової, температура теплоносія, що направляється в систему опалення буде зменшуватися. Гаряча вода з акумулятору за рахунок роботи триходового клапану і насоса змішується з теплоносієм, що повертається з системи опалення у пропорціях, що забезпечують температуру гріючого теплоносія відповідно до температурного графіка для даної температури зовнішнього повітря. Частина води, що повернулась з системи опалення, потрапляє в акумулятор. Вода в акумуляторі буде охолоджуватися. Таке охолодження можна допускати до тих пір, поки температура в акумуляторі не зрівняється з температурою води яка повинна подаватися в систему опалення при даній температурі зовнішнього повітря. Це і буде кінцева температура в акумуляторі (t_k).

Чим нижче значення температури теплоносія, що подається в систему опалення, тим більш тривалий час може використовуватись тепло з акумулятора. Або іншими словами: чим вище температура зовнішнього повітря, тим довше можливо використовувати накопичене в акумуляторі тепло.

На рис 2 та 3 наведено результати розрахунку ємності баку акумулятора для накопичення виробленого у нічні години «зайвого» тепла та час на протязі якого у денні години це тепло можна використовувати. Приведені дані відповідають ситуації коли потужність електропідігрівачів дорівнює розрахунковій потужності системи опалення.

Як видно з рисунка 2, із підвищенням температури зовнішнього повітря і, відповідно, зменшенням потреб тепла на опалення кількість виробленого у нічні години «зайвого» тепла зростає, зростає і необхідна ємність для повного акумуляування виробленого тепла. Відповідно зростає і час використання цього тепла (рисунок 3) Так при температурі 5°C і вище потрібна ємність баку акумулятора 7,2 м куб і цього тепла вистачає для роботи системи опалення на протязі 13 годин після закінчення роботи котлів.

Рисунок 2



Рисунок 3



Тут треба звернути увагу на те, що збільшення ємності баку акумулятору проти наведених величин, при прийнятій потужності електронагрівачів, не впливає на тривалість роботи на накопиченому теплі через те, що час роботи залежить впершу чергу від кількості накопиченого (в даному випадку виробленого в нічний час) тепла.

Аналіз наведеного вище дає змогу зрозуміти, що використання принципів акумуляції для електрокотелень недостатньо ефективно без збільшення встановленої потужності електрокотлів по відношенню до розрахункової потужності системи опалення.

Максимальна встановлена потужність електрообладнання може бути розрахована з умови забезпечення об'єкта теплостачання на протязі доби теплом, яке виробляється у нічні години на протязі пільгових 7 годин. Так, на кожні 100 квт розрахункової потужності системи опалення добове споживання електроенергії становитиме: $100 \times 24 = 2400$ квт. Зважаючи на те, що споживання електроенергії за пільговим тарифом буде здійснюватись лише на протязі 7 годин (з 23 год 00 хв до 6 год 00 хв) розрахункова потужність електричного нагрівача електроакумуляційної системи опалення повинна становити: $2400 : 7 = 340$ кВт

Об'єм баку акумулятора також буде залежити від встановленої потужності котельні, тобто від кількості «зайвого» тепла виробленого у нічний час.

Як було сказано, максимальна необхідна потужність такої котельні може бути 340 кВт. Але чи потрібна така велика потужність?

Розрахункова встановлена потужність електричного обладнання електроакумуляційної котельні з тепловим навантаженням на опалення 100 квт для забезпечення повної добової потреби в теплі для відповідних температур зовнішнього повітря та необхідний для накопичення цього тепла об'єм баку акумулятора наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

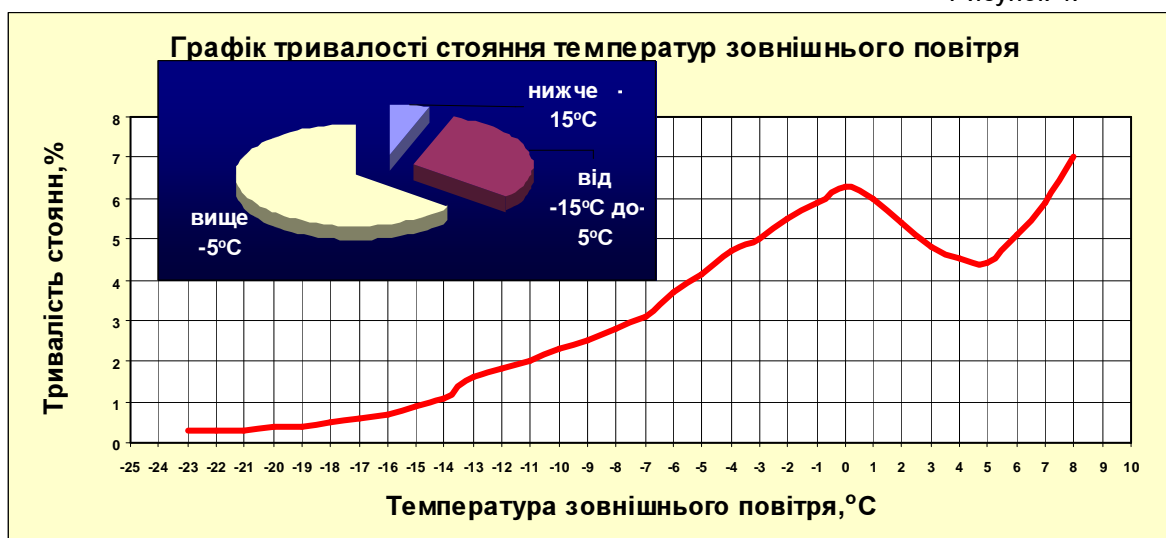
Температура зовнішнього повітря, °С	-23	-20	-15	-10	-5	0	5	8
Встановлена потужність електродкотлів, кВт	340	320	280	240	200	160	120	100
Об'єм баку акумулятора, м куб	97	83	56	37	26	18	12	8

Для повного забезпечення системи опалення розрахунковою потужністю 100 кВт, теплом, накопиченим у нічні години, встановлена потужність котельні має становити 340 кВт, а ємність баку акумулятору 97 м куб. Але при цьому з'являється ще деякі недоліки такої схеми:

- необхідність підвищення встановленої потужності електрообладнання котельні майже у 3,5 рази і як наслідок необхідність реконструкції електромереж і трансформаторних підстанцій;
- досить велика ємність баків акумуляторів і відповідно їх вартість.

Через необхідність забезпечення опалення електроакумуляційними системами на протязі всього опалювального періоду, в тому числі і при низьких температурах зовнішнього повітря, необхідно мати високу потужність електронагрівачів та значну ємність акумуляторів. Але при цьому низькі температури зовнішнього повітря тривають незначну частину опалювального періоду. На рисунку 4 приведений графік стояння температур зовнішнього повітря на протязі опалювального періоду для центральної України.

Рисунок 4.



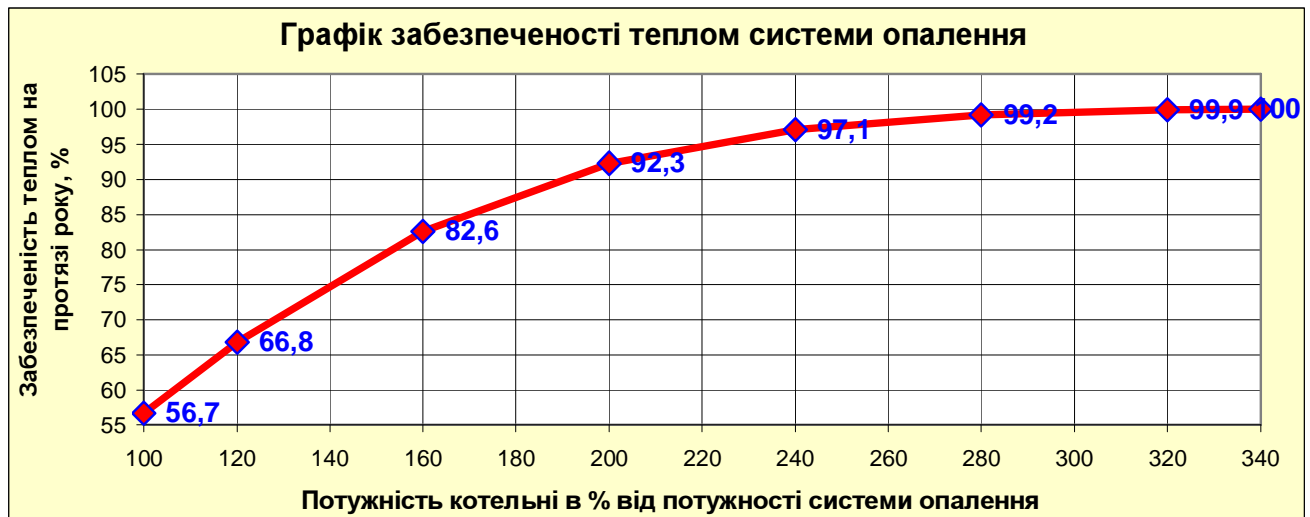
Складається ситуація, при якій більша частина капітальних витрат вкладається для забезпечення опалення у відносно короткий період – період низьких температур зовнішнього повітря. При цьому потужність електричних генераторів тепла має бути в 3,4 рази вище за розрахункову потужність системи опалення.

При зменшенні потужності електричних теплогенераторів, відповідно, зменшується забезпеченість системи опалення теплом, одержаним від електрообладнання за пільговими цінами. Мається на увазі, що при потужності електродкотельні менше розрахункової, наприклад 200 кВт замість 340 кВт, при температурах зовнішнього повітря нижче -5°C накопиченого в нічний час тепла не буде вистачати для забезпечення системи опалення як на протязі доби, так і відповідно на протязі опалювального періоду.

Будь-яке зниження встановленої електричної потужності електроакумуляційної котельні по відношенню до розрахункової потужності, що має становити 340% від необхідної потужності системи опалення, приведе до дефіциту тепла для опалення. Звичайно сказане вище відповідає ситуації, коли електронагрівачі працюють лише в період пільгового тарифу – 7 годин на добу.

На рисунку 5 наведена діаграма забезпеченості теплом, виробленим за пільговим тарифом на електроенергію на протязі опалювального періоду для відповідних потужностей електрокотельні (зменшених по відношенню до розрахункових).

Рисунок 5



Як видно з діаграми при потужності електрокотельні від 200% до 340% від потужності системи опалення забезпеченість теплом змінюється мало. Дефіцит тепла не перевищує 8%.

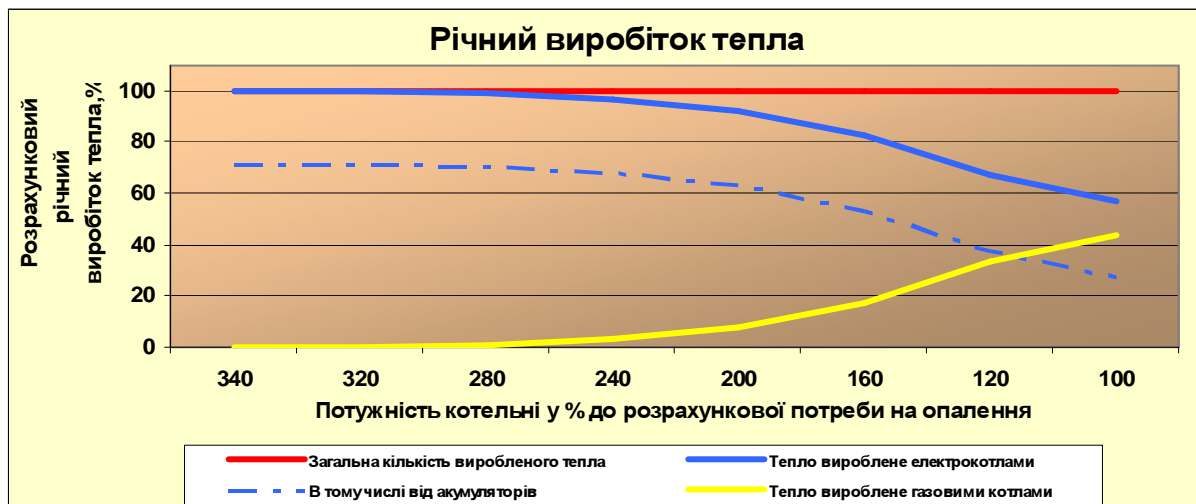
Виникає протиріччя. З одного боку зменшувати потужність електрокотельні не можна внаслідок можливості зниження розрахункових температур повітря в приміщеннях, що опалюються. З другого – використання повної потужності електрокотельні значно знижує економічну привабливість електроакумуляційних систем, що використовують електроенергію за пільговими цінами.

Вихід з цього становища може бути досягнений шляхом впровадження для систем опалення комбінованих (гібридних) електро-газових котелень.

Такі котельні у нічні години використовують дешеву електроенергію з накопиченням тепла у баках акумуляторах, а в денні години доби, частково, використовується природний газ.

Під словом «частково» мається на увазі наступне. При потужності електричної частини котельні наприклад 200кВт при температурах зовнішнього повітря вище -5°C електричне обладнання котельні буде повністю забезпечувати систему опалення теплом виробленим у нічний час. При температурах нижче -5°C система опалення буде в денні години частково (після використання всього можливого тепла з баку акумулятора) забезпечуватися теплом за рахунок роботи котельні на природному газі.

Розподіл виробітку тепла між електрокотлами та газовими котлами наведено на рисунку 6.



При потужності електричної частини котельні у межах 200-240 % від потужності системи опалення, тепло, вироблене у нічні години електродкотлами (передане безпосередньо в систему опалення і попередньо накопичене в баках акумуляторів) забезпечує 92-97% потреб в теплі на рік.

Влаштування гібридних електрогазових котелень дає змогу зменшити встановлену потужність як електричних (по відношенню до потужності, що повністю забезпечують систему опалення електроакумуляційним методом) так і газових котлів (по відношенню до потужності чисто газової котельні). Відповідно зменшуються капітальні витрати на обладнання котельні, в тому числі і вартість баків акумуляторів. При цьому разом з капітальними витратами на обладнання котельні суттєво зменшується капітальні витрати на електромережі та трансформаторні підстанції.

Зрозуміло, що в даних викладках не враховано багато факторів. Величина необхідної електричної потужності комбінованої (гібридної) електрогазової котельні повинна обґрунтовуватися шляхом проведення техніко-економічних розрахунків з урахуванням як місцевих кліматичних умов так і технічних характеристик конкретного об'єкту та можливостей енергопостачаючих організацій

Але, і зараз можна зробити наступні основні висновки:

Ефективність використання баків акумуляторів зростає з підвищенням температури зовнішнього повітря внаслідок того, що знижується розрахункова температура теплоносія. З тієї самої причини, ще кращого результату можна досягти при збільшенні поверхні нагрівальних пристроїв в системі опалення.

Використання газу в гібридних електрогазових котельнях є, практично, обов'язковою умовою, яка сприяє ефективному використанню електроенергії для

опалення при найбільш сбалансованих капітальних затратах і, в кінцевому результаті, скороченню споживання природного газу.

Аналіз вартості паливної складової для різних систем опалення наведений на рисунку 7. Дані приведені на графіку рисунку 1 визначені за умов: вартість газу 2640 грн за 1000 куб. метрів, вартість електроенергії 0,70 грн за 1 кВт

Рисунок 7



Останній стовбчик діаграми відповідає вартості паливної складової на електрогазовій котельні з акумуляцією тепла при потужності електричного теплогенеруючого обладнання котельні 200% від потужності системи опалення.