

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Остапенко О. П., к. т. н., доцент

Вінницький національний технічний університет

В дослідженні проаналізовано енергоефективність систем енергозабезпечення (СЕ) на основі комбінованих парокомпресійних когенераційно-теплонасосних установок (КТНУ) та пікових джерел теплоти (ПДТ) в порівнянні з альтернативними джерелами теплозабезпечення. Схеми СЕ на основі КТНУ та ПДТ наведені в [1-2]. Здійснено аналіз енергоефективності системи «Джерело приводної енергії КТНУ – СЕ на основі КТНУ та ПДТ – споживач теплоти від СЕ» з метою визначення ефективних режимів роботи СЕ, в порівнянні з альтернативними джерелами теплозабезпечення. В [3] запропоновано здійснювати комплексну оцінку енергоефективності СЕ на основі КТНУ та ПДТ за комплексним безрозмірним критерієм енергоефективності:

$$K_{CE} = (1 - \beta) \cdot K_{ПДТ} + \beta \cdot K_{КТНУ}, \quad (1)$$

де β – частка навантаження (теплової потужності) КТНУ у складі СЕ з [4-7]; $K_{ПДТ}$ – безрозмірний критерій енергоефективності пікового джерела теплоти у складі СЕ (водогрійного паливного котла (ПК), електрокотла (ЕК), сонячних колекторів тощо) з [8-9]; $K_{КТНУ}$ – безрозмірний критерій енергоефективності комбінованих КТНУ у складі СЕ з [3, 8-9].

Безрозмірний критерій енергоефективності альтернативних джерел теплозабезпечення, на основі дослідження [3], визначається:

– для електрокотла у випадку споживання електричної енергії з енергосистеми:

$$K_{ЕК}^a = \eta_{ЕС} \cdot \eta_{ЛЕП} \cdot \eta_{ЕК}, \quad (2)$$

де $\eta_{ЕС}$ – усереднене значення ККД електростанцій в Україні або альтернативних джерел електричної енергії з дослідження [8], $\eta_{ЛЕП}$ – ККД розподільчих електричних мереж в Україні з [8], $\eta_{ЕК}$ – ККД електричного котла (електричної котельні);

– для паливного котла:

$$K_{ПК}^a = Q_{ПК} / Q_{п} = \eta_{ПК}, \quad (3)$$

де $Q_{ПК}$ – тепла потужність водогрійного паливного котла, $Q_{п}$ – потужність, витрачена для вироблення теплової енергії від спалювання палива в котлі, $\eta_{ПК}$ – ККД водогрійного паливного котла або паливної котельної;

– для випадків використання альтернативних джерел теплоти (наприклад, сонячних колекторів), значення безрозмірного критерію енергоефективності альтернативного джерела теплоти (АДТ) $K_{АДТ}^a$ дорівнюватиме ККД альтернативного джерела теплоти $\eta_{АДТ}$ або ККД додаткової системи з альтернативним джерелом теплоти $\eta_{АДТ}^c$.

В [3] визначено, що значення безрозмірного показника енергоефективності альтернативних варіантів джерел теплозабезпечення становлять: $K_{ЕК}^a = 0,302 \dots 0,318$ для електрокотла у разі використання електроенергії з енергосистеми; $K_{ПК}^a = 0,8 \dots 0,9$ для паливного котла; для джерел теплозабезпечення на основі сонячних колекторів, в залежності від обраного ПДТ, значення показника $K_{АДТ}^a$ буде нижчим, ніж для електричних чи паливних котлів.

Дослідження енергоефективності СЕ проведено для режимів енергоефективної роботи КТНУ з $K_{КТНУ} = 1,1 \dots 2,1$ за умови зміни частки навантаження КТНУ в діапазоні $\beta = 0,1 \dots 1,0$.

Для СЕ з КТНУ малої потужності, зі споживанням електроенергії піковим електродкотлом з енергосистеми України, значення комплексного критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{CE} = 0,396 \dots 1,92$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{CE} = 2,1$ за умови $\beta = 1$. Для СЕ з КТНУ малої потужності, зі споживанням електроенергії піковим електродкотлом від КТНУ, значення критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{CE} = 0,31 \dots 1,92$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{CE} = 1,6 \dots 2,1$ за умови $\beta = 1$. Для СЕ з КТНУ великої потужності та піковим паливним котлом значення безрозмірного критерію енергоефективності СЕ становлять [3]: $K_{CE} = 0,83 \dots 1,98$ за умови $\beta = 0,1 \dots 0,9$ та $K_{CE} = 2,1$ за умови $\beta = 1$.

Визначено, що для випадків $K_{КТНУ} > 1$ та $K_{CE} > K^a$, запропоновані СЕ на основі КТНУ та ПДТ можуть бути рекомендовані як високоефективні системи енергозабезпечення, оскільки їх енергоефективність значно перевищує енергоефективність сучасних високоефективних електричних та паливних котлів та джерел теплозабезпечення на основі сонячних колекторів. За умов $K_{КТНУ} > 1$ та $K_{CE} > \eta_{ПК}$ (або $K_{CE} > \eta_{ЕК}$, $K_{CE} > \eta_{АДТ}$, $K_{CE} > \eta_{АДТ}^c$) [3] за результатами досліджень [3] визначаються області енергоефективної роботи зазначених СЕ з КТНУ та ПДТ. Досліджені СЕ можуть бути рекомендовані як високоефективні системи енергозабезпечення, оскільки їх ефективність більш, ніж в два рази перевищує енергоефективність сучасних високоефективних електричних та паливних котлів.

Інформаційні джерела:

1. Ткаченко С. Й. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. Монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2009. – 176 с.
2. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О. П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.
3. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок та пікових джерел теплоти [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – № 1. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/462/460>.
4. Остапенко О. П. Комплексна оцінка енергетичної ефективності парокомпресійних теплонасосних станцій з когенераційним приводом [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 3. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/2/2>.
5. Остапенко О. П. Методичні основи комплексного оцінювання енергетичної ефективності парокомпресійних теплонасосних станцій з електричним та когенераційним приводом / О. П. Остапенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2015. – Вип. 47. – Т. 2. – С. 157 – 162.
6. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of heat pump plants: monograph / O. P. Ostapenko. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 64 p.
7. Остапенко О. П. Енергоефективність систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками та піковими джерелами теплоти в системах теплопостачання [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко // Наукові праці ВНТУ. – 2016. – №2. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/472/470>.
8. Остапенко О. П. Енергетична ефективність парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводами [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тихоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/421/419>.
9. Остапенко О. П. Енергетична ефективність систем енергозабезпечення на основі комбінованих когенераційно-теплонасосних установок [Електронний ресурс] / О. П. Остапенко, В. В. Лещенко, Р. О. Тихоненко // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – № 4. – Режим доступу до журн.: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/454/452>.