

УДК 621.577

С. Й. Ткаченко, д. т. н., проф.;

О. П. Остапенко, к. т. н.

КОМПЛЕКСНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНИХ СТАНЦІЙ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Запропоновано комплексні методи визначення енергоефективності теплонасосних станцій в системах теплопостачання для різних схемних рішень та режимів роботи. Розроблені рекомендації можуть бути використані для прогнозування умов ефективної інтеграції теплонасосних установок в системи теплопостачання.

Вступ

Технологія теплопостачання з використанням теплових насосів застосовується практично в усіх розвинених країнах світу. Масове виробництво та впровадження теплових насосів здійснюється в США, Японії, Німеччині, Франції, Швеції, Данії, Австрії, Румунії, Канаді та інших країнах. На даний час в світі в системах теплопостачання експлуатується понад 18 млн великих теплових насосів. Найбільші масштаби застосування теплових насосів в Швеції, де загальна встановлена теплова потужність перевищила 1200 МВт [1—3].

В Україні застосування теплонасосних установок (ТНУ) є одним з найперспективніших напрямків енергозбереження. У відповідності з «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року» (затвердженою розпорядженням Кабінету міністрів України №145-р від 15 березня 2006 р.) розвиток системи теплопостачання планується здійснювати шляхом поступового нарощування виробництва теплоти на базі електричних теплогенераторів (переважно — теплових насосів). Планується, що до 2030 р. об'єм виробництва теплової енергії електричними теплогенераторами (з використанням теплових насосів) збільшиться до 180 млн Гкал, порівняно з 1,7 Гкал в 2005 р. Таким чином, «Енергетична стратегія...» визначила новий концептуальний підхід до теплопостачання житлово-комунального комплексу [1].

Основна частина

Ефективність теплових насосів у значній мірі визначається місцем їх розташування в загальній теплоенергетичній системі. Авторами розроблена узагальнена теплотехнологічна система з теплонасосною установкою [4], яка концентрує досягнення в області формування теплотехнологічних систем з ТНУ та дослідження ефективності застосування теплонасосних установок в системах теплопостачання. Використання узагальненої системи допомагає організації вибору складу обладнання, встановленню зв'язків між обладнанням, та вибору режимів роботи реальних теплотехнологічних систем з ТНУ. Узагальнена теплотехнологічна система з теплонасосною установкою характеризується складом обладнання, схемами та режимами роботи.

Метою даного дослідження є визначення на основі узагальненої системи комплексного впливу типу приводу компресора, схемних рішень та режимів роботи ТНУ на енергоефективність теплонасосних станцій (ТНС) в системах теплопостачання; розробка комплексних методів оцінки енергоефективності теплонасосних станцій та визначення умов ефективної інтеграції ТНУ в наявні опалювальні системи теплопостачання.

З урахуванням висновків та рекомендацій, зроблених на основі проведених досліджень [5—8], розглядався комплексний вплив таких чинників на ефективність роботи ТНС: 1) типу приводу компресора ТНУ (електричний, від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) або від газотурбінної установки (ГТУ); 2) схеми включення конденсаторів ТНУ (паралельна або послідовна); 3) режимів роботи ТНС.

Температури прямої та зворотної мережної води в системі теплопостачання визначаються за температурним графіком в залежності від температури зовнішнього повітря. Значення частки навантаження ТНУ у складі ТНС β залежить від температур прямої та зворотної мережної води, які,

в свою чергу, залежать від температури зовнішнього повітря. На основі аналізу результатів проведених досліджень [5—8] визначенні раціональні значення β для схем ТНС з різними видами приводу та схемами включення випарників та конденсаторів ТНУ при різних режимах роботи теплової мережі.

Запропонована методика визначення частки теплової потужності ТНУ β у складі ТНС в залежності від температури зовнішнього повітря з урахуванням комплексного впливу схем включення конденсаторів ТНУ, виду приводу компресора ТНУ та режимів роботи ТНС.

На рис. 1 показані значення показника β для різних схем ТНС в залежності від температури зо-

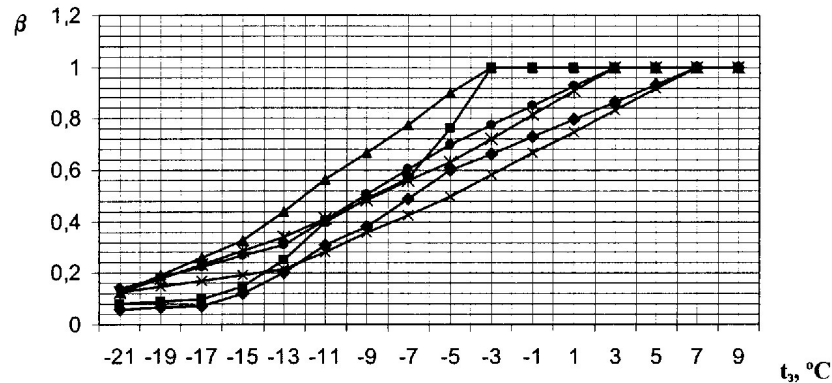


Рис. 1. Значення частки теплової потужності ТНУ β у складі ТНС, в залежності від температури зовнішнього повітря: ◆ — ТНС з електроприводом та послідовним включенням конденсаторів; ■ — ТНС з приводом від ДВЗ та послідовним включенням конденсаторів; ▲ — ТНС з приводом від ГТУ та послідовним включенням конденсаторів; ✕ — ТНС з електроприводом та паралельним включенням конденсаторів; * — ТНС з приводом від ДВЗ та паралельним включенням конденсаторів; ● — ТНС з приводом від ГТУ та паралельним включенням конденсаторів

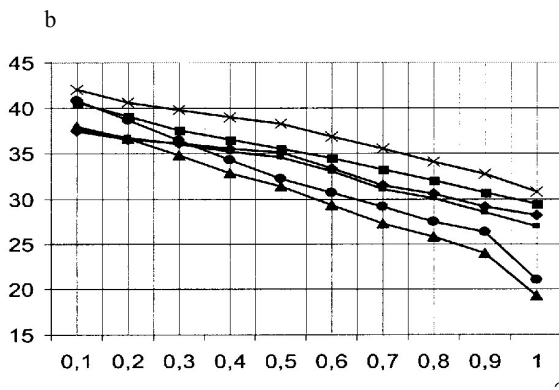


Рис. 2. Зміна питомої витрати умовного палива ТНС b , кг/ГДж; в залежності від показника β : ◆ — ТНС з електроприводом та послідовним включенням конденсаторів; ■ — ТНС з приводом від ДВЗ та послідовним включенням конденсаторів; ▲ — ТНС з приводом від ГТУ та послідовним включенням конденсаторів; ✕ — ТНС з електроприводом та паралельним включенням конденсаторів; * — ТНС з приводом від ДВЗ та паралельним включенням конденсаторів; ● — ТНС з приводом від ГТУ та паралельним включенням конденсаторів

грійної котельні, для різних схем ТНС в залежності від частки навантаження ТНУ у складі ТНС.

Залежності, показані на рис. 1...3, дозволяють оцінити ефективність роботи ТНС протягом року у різних режимах роботи системи теплопостачання. На основі зазначених вище залежностей визначається питома витрата умовного палива та економія умовного палива ТНС, порівняно з роботою водогрійної котельні для певного режиму роботи системи теплопостачання.

внішнього повітря. На основі представлених залежностей визначається раціональне значення показника β для ТНС з різними схемами та видами приводу компресора ТНУ у різних режимах роботи і з різними тепловими навантаженнями, в залежності від температури зовнішнього повітря.

На основі залежностей, показаних на рис. 1, для певної схеми ТНС визначається раціональне значення показника β та потужність теплонасосної установки у складі ТНС при певному температурному режимі роботи системи теплопостачання.

На рис. 2 та 3 показані результати аналізу комплексного впливу схем включення конденсаторів ТНУ, виду приводу компресора ТНУ та режимів роботи ТНС на показники ефективності ТНС в залежності від показника β . На рис. 2 показані залежності питомих витрат умовного палива ТНС для різних схем в залежності від частки навантаження ТНУ β . На рис. 3 показані залежності економії умовного палива ТНС, порівняно з роботою водо-

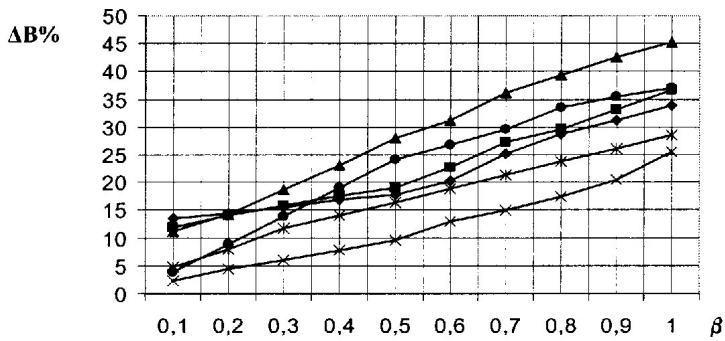


Рис. 3. Зміна економії умовного палива ТНС, порівняно з роботою водогрійної котельні в залежності від показника β : ◆ — ТНС з електроприводом та послідовним включенням конденсаторів; ■ — ТНС з приводом від ДВЗ та послідовним включенням конденсаторів; ▲ — ТНС з приводом від ГТУ та послідовним включенням конденсаторів; ✕ — ТНС з електроприводом та паралельним включенням конденсаторів; * — ТНС з приводом від ДВЗ та паралельним включенням конденсаторів; ● — ТНС з приводом від ГТУ та паралельним включенням конденсаторів

схемних рішень з урахуванням типу приводу, схем зазначених систем та режимів роботи систем теплопостачання.

3. Показані залежності можуть бути використані для прогнозування умов ефективної інтеграції теплонасосних установок в системи теплопостачання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Долинский А. А., Базеев Е. Т., Чайка А. И. Тепловые насосы в теплоснабжении // Промышленная теплотехника. — 2006. — Т. 28. — № 2. — С. 99—105.
2. Овчаренко С. В., Овчаренко О. В. Використання теплових насосів // Холод. — 2006. — № 2. — С. 34—36.
3. Бутузов В. А. Перспективы применения тепловых насосов // Промышленная энергетика. — 2005. — № 10. — С. 5—7.
4. Ткаченко С. Й., Остапенко О. П. Узагальнена теплотехнологічна система з теплонасосною установкою / Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. — 2006. — № 3. — С. 136—141.
5. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Остапенко О. П. Аналіз енергетичної ефективності застосування теплонасосних установок в системах централізованого теплопостачання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2002. — № 4. — С. 48—52.
6. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Остапенко О. П. Аналіз ефективності застосування теплонасосних установок з дизельним приводом компресора // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2002. — № 5. — С. 39—41.
7. Остапенко О. П. Теплонасосні установки в системах теплопостачання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2002. — № 3. — С. 55—59.
8. Остапенко О. П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання // Розроблення, дослідження і створення продуктів функціонального харчування, обладнання та нових технологій для харчової та переробної промисловості: 69-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів. 22—24 квітня 2003 р., м. Київ. — У 2 ч. — К.: НУХТ, 2003. — Ч. 2. — С. 91.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом Всеукраїнської науково-технічної конференції «Альтернативні екологічно чисті та відновлювальні джерела енергії» (30.05—1.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.06.07
Рекомендована до друку 02.07.07

Ткаченко Станіслав Йосипович — завідувач кафедри, **Остапенко Ольга Павлівна** — асистент.
Кафедра теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет