

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ З РЕВЕРСИВНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ МАШИНАМИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено оцінку техніко-економічних та екологічних показників роботи системи теплохолодопостачання житлової будівлі із різними частками заміщення традиційних джерел енергії альтернативними.

Ключові слова: опалення, гаряче водопостачання, холодильна машина, тепловий насос, геліоколектор, газовий конденсаційний котел.

Abstract

The estimation of technical, economic and ecological indicators of work of the system of supply of warmth and cold of housing building is conducted with different parts of substituting for traditional energy sources alternative.

Keywords: heating, hot water supply, refrigeration machine, heat pum, heliokollektor, gas condensing boiler.

Вступ

На даний час основний напрямок світової енергетичної політики є енергоефективність, енерго- та ресурсозбереження, безпека, екологічна гармонія. В умовах дефіциту енергетичних ресурсів розроблені різні підходи до енергетичної і екологічної безпеки, енерго- та ресурсозбереження. Одним із популярних напрямків є використання теплових насосів для забезпечення потреб теплопостачання.

Системи забезпечення мікроклімату у будівлях включають у себе системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Дані системи у опалювальний період потребують теплоти, а у неопалювальний – холоду [1] (система кондиціонування повітря).

Метою роботи є вибір оптимального співвідношення між потужностями різних джерел енергії для забезпечення економічної та екологічної ефективності системи теплохолодопостачання.

Результати дослідження

Беручи до уваги результати попередніх досліджень [2, 3], джерелами теплоти та холоду для системи теплохолодопостачання житлової будівлі з вбудованими приміщеннями іншого призначення обрано відповідно газового котельню із газовими конденсаційними котлами та холодильну машину типу “повітря – вода”. Для зниження споживання природного газу влітку прийнято для потреб гарячого водопостачання встановити геліоустановку [4 – 6] загальної площею 290 м². Така кількість колекторів дозволяє покрити 97% навантаження гарячого водопостачання влітку та 11% - в опалювальний період.

Обрана холодильна машина може працювати у реверсивному режимі, тобто у режимі теплового насосу. Впровадження такого заходу дозволить виробити близько $Q_{\text{ТХМ}} = 980$ ГДж теплоти за опалювальний період, що складає 41,3 % від потреби у теплоті у цей період (Q_{Σ}). При цьому реверсивна холодильна машина споживає 107,5 МВт·год електроенергії за опалювальний період.

З метою зменшення споживання викопних енергоресурсів прийнято рішення дослідити ефективність даної системи теплохолодопостачання за умови більшого відсотку заміщення споживання природного газу.

Дослідження ефективності проводилось на основі техніко-економічних та екологічних показників. До оцінки прийнято такі варіанти: встановлення реверсивних холодильних машин (ТХМ), які влітку працюють на систему холодопостачання, а взимку – на систему теплопостачання та встановлення ТХМ та додатково теплового насосу (ТН), аналогічного принципу дії. Оцінена собівартість відпуску одиниці енергії (ГДж) зображена на рис. 1.

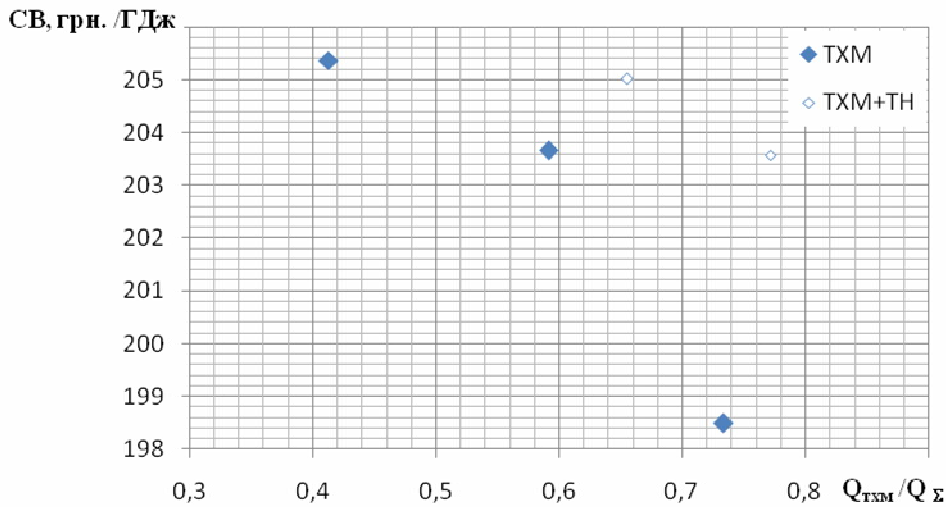


Рис. 1. Залежність собівартості виробництва теплоти і холоду від частки заміщення тепловим насосом навантаження системи теплопостачання у опалювальний період

Як видно із рис. 1, встановлення додатково теплового насосу до реверсивної холодильної машини за близьких значень $Q_{ТХМ}/Q_{\Sigma}$ підвищує собівартість виробництва одиниці енергії на 0,7...2,6 % у даному діапазоні досліджень.

Крім того встановлено, що із збільшенням $Q_{ТХМ}/Q_{\Sigma}$ зменшується економія умовного палива на функціонування системи у даному діапазоні на 3,5 % і складає приблизно 53,5...57,1 % у порівнянні із роздільною системою теплохолодопостачання.

Оцінка екологічних показників досліджувалась на етапі безпосереднього спалювання викопних енергоресурсів на котельні і на ТЕЦ в процесі виробництва електроенергії для системи теплохолодопостачання. Рівень річних викидів NO_x у досліджуваній системі теплохолодопостачання показано на рис. 2.

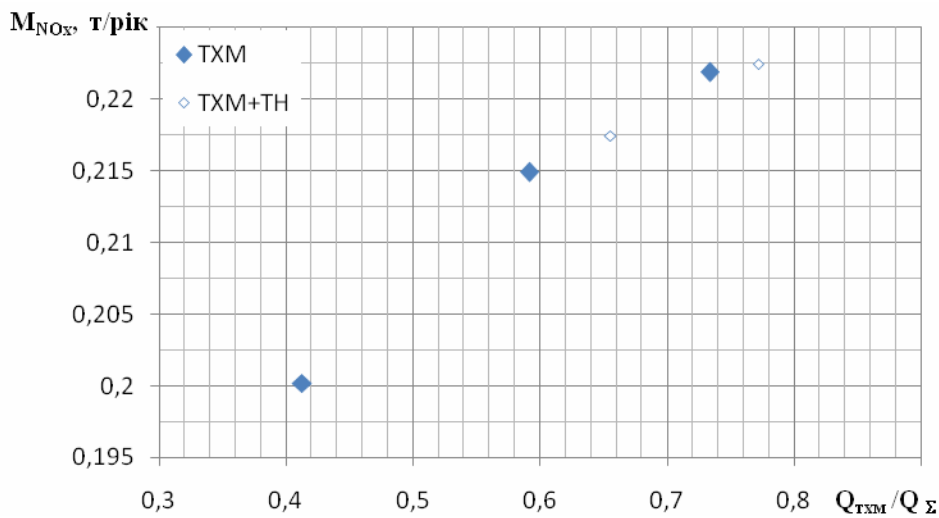


Рис. 2. Залежність річних викидів NO_x від частки заміщення тепловим насосом навантаження системи теплопостачання у опалювальний період

Як видно із рис. 2, із збільшенням $Q_{ТХМ}/Q_{\Sigma}$ зростає і масовий викид NO_x , але у порівнянні із роздільною системою теплохолодопостачання M_{NO_x} зменшується на 50...55 %.

Під час оцінки орієнтовного терміну окупності комбінованої системи у порівнянні із роздільною, встановлено, що із підвищенням $Q_{ТХМ}/Q_{\Sigma}$ зростає і термін окупності системи, а у варіантах із встановленням ТХМ і ТН термін окупності перевищує три роки.

Висновки

Встановлено, що впровадження комплексної системи теплохолодопостачання із геліоколекторами, реверсивними холодильними машинами та газовим конденсаційним котлом є ефективним способом зменшення споживання традиційних джерел енергії. Співставлення техніко-економічних та екологічних показників роботи показало, що оптимальним варіантом для даної системи теплохолодопостачання є варіант, коли співвідношення споживання традиційних та альтернативних джерел енергії складає 48% та 52% відповідно, при цьому термін окупності такої системи у порівнянні із роздільною складає приблизно 2,6 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с.
2. Степанова Н. Д. Система холодопостачання житлової будівлі з вбудованими торговельно-офісними приміщеннями / Н. Д. Степанова, А. О. Гаїна // Матеріали науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ). – 2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3029/2251>
3. Степанова Н. Д. Енергетична ефективність системи теплохолодопостачання житлової будівлі / Н. Д. Степанова, А. О. Гаїна // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Енергоефективність в галузях економіки України", Вінниця, 2017. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egcu2017/paper/viewFile/3382/2839>
4. Гаїна А.О. Комплексне використання традиційних джерел теплоти з геліоколекторами / А. О. Гаїна, Н. Д. Степанова // Матеріали конференції "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи" (МТН - 2015). – 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/index.php?page=materials&line=15&mat=97>
5. Степанова Н. Д. Економічний та екологічний аспекти теплопостачання на базі геліоустановок / Н. Д. Степанова, Т. І. Пилипенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – №5. – С. 65 – 68.
6. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / [Авезов Р. Р., Барский-Зорин М. А., Васильева И. М. и др.]; под ред. Э. В. Сарнацкого и С. А. Чистовича. – М. : Стройиздат, 1990. – 328 с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua.

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovand@i.ua