

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У роботі було досліджено ефективність роботи комбінованих систем тепло- та холодозабезпечення з різними джерелами енергії. Встановлено, що впровадження системи утилізації теплоти, сонячних колекторів та теплохолодильної машини дозволить знизити споживання природного газу у системі тепло- та холодозабезпечення. Розроблений оребрений утилізатор теплоти відхідних газів. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях. Визначені техніко-економічні показники системи тепло- та холодозабезпечення.*

### Ключові слова

Теплова схема котельні, теплохолодильна машина, економічна ефективність, сонячний колектор, утилізатор теплоти димових газів.

### Abstract

*In this work the efficiency of combined heat and cooling systems with different energy sources was investigated. It was established that introduction of the system of utilization of heat, solar collectors and heat-refrigerating machine will reduce the consumption of natural gas in the system of heat and cold supply. The finite waste heat utilizer was developed. Occupational safety and emergency measures have been developed. The determined technical and economic indicators of the system of heat and cold supply.*

### Keywords

Heat scheme of the boiler-house, heat-cooling machine, economic efficiency, solar collector, heat recovery of flue gases.

### Вступ. Постановка задачі

Споживання енергії нерозривно пов'язане з такими поняттями як енергоефективність, енерго- і ресурсозбереження.

Одною із найбільш актуальних проблем сучасності є економія енергетичних ресурсів, яку побуті так і у муніципальній теплоенергетиці. Причиною існування такої проблеми є тенденції до вичерпання паливно-енергетичних ресурсів, зростання затрат на виробництво енергії та крім того глобальні екологічні проблеми. Додатковим фактором є ще те, що з причини енергодифіциту наша держава змушена імпортувати природний газ, нафту та нафтопродукти. Це призводить до суттєвого підвищення собівартості енергії.

Одним із ефективних засобів економії паливних ресурсів із захисту навколишнього середовища є використання сонячних [1], а також комбінованих на основі поновлюваних та викопних джерел енергії систем енергозабезпечення. Такі системи дають можливість у комплексі вирішувати гострі проблеми енергозабезпечення, енергозбереження і охорони навколишнього середовища, а застосування в таких системах теплових насосів [2] дозволяє у повному обсязі використати енергію поновлюваних джерел.

Об'єктом є система тепло- та холодозабезпечення житлового будинку у погодно-кліматичних умовах м. Київ.

Предметом дослідження є енергетичні, технічні, екологічні та економічні параметри системи тепло- та холодозабезпечення..

Метою даної роботи є обґрунтування параметрів системи тепло- та холодозабезпечення житлового будинку для створення споживача заданих параметрів мікроклімату.

Для досягнення даної мети необхідно розв'язати такі завдання:

- оцінка потенціалу поновлюваних джерел енергії для умов м. Київ та обґрунтування доцільності використання системи тепло- та холодозабезпечення з його врахуванням.
- розробка структурно-схемного рішення теплової частини комбінованої системи тепло- та холодозабезпечення.
- створення методики вибору оптимального співвідношення між потужностями елементів системи тепло- та холодозабезпечення.
- розробка методики оцінки ефективності роботи системи тепло- та холодозабезпечення.
- обґрунтування вибору параметрів системи з врахуванням мінімізації капітальних затрат і провести розрахунок економічної ефективності системи тепло- та холодозабезпечення з використанням енергії Сонця та теплонасосних технологій для реального об'єкту (багатоповерховий житловий будинок з вбудованими приміщеннями іншого призначення) розташованого у м Київ.

### Результати досліджень

Системи забезпечення мікроклімату у будівлях включають у себе системи вентиляції, кондиціонування повітря та опалення. Дані системи у неопалювальний період мають потребу у холоді, а у опалювальний період – у теплоті.

Враховуючи, що об'єкт проектування не має потужного низькотемпературного джерела теплоти та результати попередніх досліджень авторів, для забезпечення холодом системи вентиляції було обрано холодильну машину типу «повітря-вода», номінальна потужність якої була визначена за залежностями, наведеними у [3,4].

Оскільки для потреб теплопостачання досліджуваного об'єкту було обрано котельню на газоподібному паливі [5], то метою даного дослідження є зменшення його споживання.

Оцінювати ефективність роботи систем тепло- та холодозабезпечення було вирішено за такими критеріями : економічний критерій, що описується величиною собівартості виробництва одиниці енергії в системі; величина заміщення споживання природного газу системою; величина шкідливих викидів у навколишнє середовище на етапах виробництва теплової енергії і виробництві електричної енергії, що необхідна для функціонування системи тепло- та холодозабезпечення.

Для проведення вищезазначених досліджень створено математичну модель для дослідження ефективності системи тепло- та холодозабезпечення.

На основі вище представленої математичної моделі проведено дослідження впливу частки заміщення потужності котельні тепловим насосом і теплохолодильною машиною  $Q_{ТХМ}/Q_k$  на показники роботи системи тепло- та холодозабезпечення. Результати досліджень представлені на рис. 1.

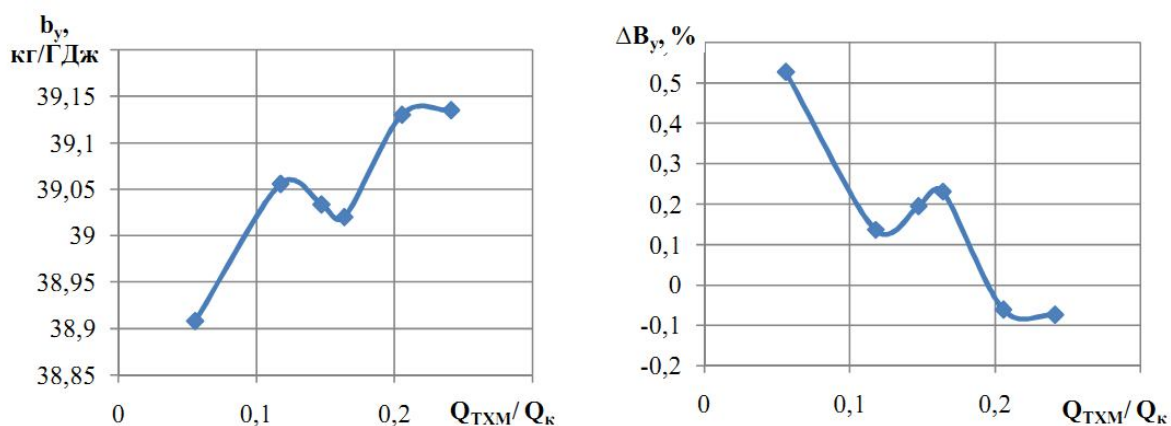


Рисунок 1 – Залежність питомої витрати ( $b_y$ ) та економії умовного палива від  $Q_{ТХМ}/Q_k$

Аналізуючи наведені графіки залежностей та інші результати [6-9] можна зробити висновки, що збільшення частки заміщення потужності котельні тепловим насосом та теплохолодильною машиною в показаному діапазоні призводить до збільшення питомої витрати умовного палива на виробництво

1 ГДж енергії на 0,38...0,58 %, зниження економії умовного аж до перевитрати його, що на нашу думку є недоцільним. Разом з тим збільшення  $Q_{ТХМ}/Q_k$  призводить до зменшення собівартості виробництва одиниці енергії на 0,44...2,7% при збільшенні капіталовкладень на 13,3...22,6 %. Із збільшення частки заміщення потужності котельні тепловим насосом та теплохолодильною машиною призводить до збільшення викидів  $NO_x$  на 3,8...10,6 %.

Очевидно, що подальше підвищення частки заміщення потужності котельні тепловим насосом і теплохолодильною машиною призведе до погіршення екологічних показників роботи системи тепло- та холодозабезпечення. Тому прийнято рішення повести такі заходи щодо зниження споживання природного газу: використання теплоти відхідних газів котельні, використання геліоколекторів для підігріву води на гаряче водопостачання та використання реверсивної теплохолодильної машини із  $Q_{ТХМ}/Q_k = 0,056$ , що забезпечує влітку потреби у холоді а взимку потреби у теплоті.

### Висновки

В результаті досліджень виявлено, що впровадження комплексної системи тепло- та холодозабезпечення на базі ТХМ, геліоколекторів і газової котельні є економічно та екологічно ефективним варіантом. І прийнято для подальшої оцінки варіант теплохолодопостачання із  $Q_{ТХМ}/Q_k = 0,056$ . Встановлено, що впровадження системи утилізації теплоти, сонячних колекторів та теплохолодильної машини дозволить знизити споживання природного газу із 591,843 тис. м<sup>3</sup> до 484,765 тис. м<sup>3</sup> за рік тобто на 18,1 %. Крім того впровадження цих заходів дозволить знизити викиди  $NO_x$  із 1,473 т (при роздільній схемі тепло- та холодозабезпечення на основі котельні на газоподібному паливі і холодильної машини) до 1,254 т за рік, тобто на 14,8 %

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Рей Д. Теплові насоси / Д. Рей, Д. Макмайкл. пер. З англ. – М.: Энергоиздат. 1982. – 224 с.
3. Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Холодильна техніка та технологія. Навчальний посібник: -Вінниця:ВНТУ 2008-95с.
4. Степанова Н.Д. Теплові мережі навчальний посібник/Н.Д.Степанова.,-Вінниця:ВНТУ,2009-135с.
5. Степанова Н.Д. Комбінована система теплопостачання житлового будинку на базі котельні на газоподібному паливі / Н. Д. Степанова, П.І. Муслімов, А.О. Гаїна // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві", Вінниця, 2016.
6. Степанов Д.В. Комбінування традиційних та альтернативних джерел енергії для системи теплохолодопостачання адміністративної будівлі / Д. В. Степанов, Н.Д. Степанова // Доповідь на XLVI Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ, Вінниця, 2017.
7. Степанова Н.Д. Акумулятори теплоти і холоду в системах теплохолодопостачання з альтернативними джерелами енергії / Н. Д. Степанова, П. І. Муслімов // Доповідь на XLV Науково-технічній конференції ВНТУ факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінниця, 2016.
8. Степанова Н. Д. Використання альтернативних джерел енергії для зменшення споживання вичерпного палива в центрі теплохолодопостачання житлового будинку / Н. Д. Степанова, П. І. Муслімов // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Енергоефективність в галузях економіки України 2017", Вінниця, 2017.
9. Степанова Н.Д. Комбінування традиційних та альтернативних джерел енергії в системі теплохолодопостачання житлового будинку з вбудованими приміщеннями іншого призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горovenko, П. І. Муслімов // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві", Вінниця, 2018.

*Степанова Наталія Дмитрівна*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@ukr.net](mailto:Stepanovand@ukr.net)

*Муслімов Павло Іорісович*, студент групи ТЕ-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, [alexandr26sulima@gmail.com](mailto:alexandr26sulima@gmail.com)

*Stepanova Nataliya*, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, [Stepanovand@ukr.net](mailto:Stepanovand@ukr.net)

*Muslimov Paul*, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, [warkans@i.ua](mailto:warkans@i.ua)