

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Грищенко Сергія Ігоровича

на тему «Забезпечення енергоефективного теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

1. Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Грищенко Сергія Ігоровича присвячена важливій та актуальній науково-прикладній проблемі, що стосується забезпечення енергоефективності теплопостачання в житлово-комунальному секторі економіки завдяки впровадженню відновлювальних джерел енергії та урахування режимів експлуатації будівель. Актуальність теми обумовлена необхідністю узгодження генерації теплоти (в тому числі від відновлювальних джерел енергії) із її споживанням. В роботі показано, що ефективним напрямом вирішення гострих проблем в галузі комунальної теплоенергетики є комплексна модернізація існуючих систем теплопостачання та впровадження нових систем енергозабезпечення, що передбачають комбіноване використання різних джерел теплоти, зокрема відновлюваних джерел енергії, а також систем акумулювання теплової енергії. При цьому важливим є врахування нерівномірності теплового навантаження, зумовленої як внутрішніми чинниками, так і зовнішніми кліматичними факторами.

Одним із пріоритетних напрямів модернізації систем теплопостачання є інтеграція низьковуглецевих і відновлюваних джерел теплової енергії, а також використання систем акумулювання теплоти для компенсації нерівномірності теплового навантаження та підвищення ефективності функціонування енергетичних систем. Застосування систем акумулювання теплоти сприяє вирівнюванню графіків навантаження енергетичних систем і підвищенню ефективності їх функціонування. Водночас вагомий потенціал підвищення загального рівня енергоефективності комунального господарства

пов'язаний з удосконаленням систем теплопостачання будівель різного функціонального призначення з урахуванням особливостей режимів їх експлуатації.

Таким чином, розвиток сучасних енергоефективних систем теплопостачання потребує комплексного підходу до аналізу режимів функціонування будівель різного призначення, особливостей роботи інженерних систем забезпечення мікроклімату та впливу зовнішніх кліматичних чинників. Особливої уваги потребують питання інтеграції відновлюваних джерел енергії та систем акумулювання теплоти в існуючі схеми теплопостачання, що є одним із ключових напрямів підвищення енергетичної, економічної та екологічної ефективності комунального господарства України.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертаційна робота характеризується логічною та цілісною структурою, що свідчить про її завершеність і комплексний характер проведеного дослідження. Кожний розділ виконує самостійну наукову функцію та водночас є складовою єдиної концепції дослідження, забезпечуючи досягнення поставленої мети. Структура роботи побудована послідовно та методично обґрунтовано: від аналізу сучасного стану предметної області й формулювання науково-практичної проблеми автор переходить до розроблення математичних моделей, подальшого синтезу системи керування та завершує дослідження експериментальною перевіркою отриманих результатів. Така логіка викладення матеріалу забезпечує цілісність дослідження, наукову обґрунтованість отриманих результатів і підтверджує коректність обраної методології.

У першому розділі проведено огляд сучасного стану наукової проблематики, та він виконує роль аналітичної основи дослідження. У ньому проведено огляд сучасних тенденції щодо енергоефективності в житлово-комунальному секторі; аналіз стану централізованих систем теплозабезпечення; аналіз особливостей теплозабезпечення різних груп

споживачів теплової енергії; огляд особливостей режимів роботи різних видів споживання об'єктів житлово-комунального господарства.

У другому розділі закладається математична основа наукових досліджень. А саме: представлено методику розрахунку теплових навантажень для різних видів теплового споживання будівель різного функціонального призначення; на основі даних спостережень отримано графіки теплових навантажень для будівель різного типу призначення; введено коефіцієнти оцінки використання максимуму теплової потужності джерела; на основі отриманих значень вказаних коефіцієнтів проведено дослідження щодо визначення раціонального об'єму акумуляторів теплоти.

У третьому розділі проведено моделювання роботи систем опалення для окремого об'єкта дослідження: наведено методику оптимізації теплового навантаження системи теплопостачання; проведено математичне моделювання роботи системи теплопостачання при застосуванні переривчастого режиму теплопостачання; отримано графічні залежності добового теплового навантаження, зміни температури в приміщенні, зміни температур теплоносіїв при застосуванні режиму переривчастого теплопостачання.

У четвертому розділі проведено натурні дослідження роботи систем теплопостачання з використанням теплових насосів. На основі отриманих результатів дослідження та їх опрацюванню розроблено рекомендації щодо режимів роботи систем теплопостачання, що дасть змогу значно підвищити ефективність роботи теплонасосних систем. Також в розділі проведено аналіз надійності роботи при різних компоновках джерела теплоти та проведено дослідження ефективності застосування геліосистем для потреб теплопостачання за умовою роботи в літній та опалювальний періоди.

Оформлення дисертаційної роботи відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради...», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертація пов'язана з актуальними напрямками досліджень у галузі комунальної теплоенергетики. Обрана тематика дозволяє вирішувати комплексні задачі підвищення ефективності роботи систем теплозабезпечення з урахуванням режимів експлуатації будівель різного типу призначення та впровадження відновлювальних джерел енергії в існуючі теплоенергетичні комплекси.

Робота має виразний зв'язок із науковими задачами, пов'язаними з підвищенням ефективності роботи систем комунальної теплоенергетики і забезпеченням більш гнучкої експлуатації теплоенергетичних комплексів. Така спрямованість повністю узгоджується з профілем спеціальності та сучасними запитами інженерної практики.

Дисертаційна робота відповідає пріоритетам розвитку науки і техніки у частині енергоефективних технологій. Робота виконана згідно планів, затверджених Міністерством освіти і науки України, які виконано в Національному університеті «Одеська політехніка» і є складовою частиною НДР № 179-41 за темою «Забезпечення ефективного функціонування систем теплопостачання будівель громадського призначення теоретико-методологічні та практичні аспекти» (№ 0119U003518); НДР № 266-41 за темою "Підвищення надійності систем теплопостачання об'єктів критичної інфраструктури." (№ 0125U003952).

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертації, є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується тим, що автор не обмежується декларативним формулюванням завдань, а послідовно вибудовує весь дослідницький ланцюг – від аналізу проблеми до експериментального підтвердження окремих результатів.

Обґрунтованість досягнута також завдяки використанню відповідного методичного інструментарію та проведених натурних випробуваннях. У роботі застосовано математичне моделювання процесів в системах теплопостачання будівель різного типу призначення, а також експериментальні дослідження. Проведено аналіз отриманих результатів на основі чого було розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності роботи систем теплозабезпечення.

Такий підхід дозволяє вважати, що зроблені висновки спираються не на окремі припущення, а на комплекс взаємопов'язаних теоретичних і прикладних результатів.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

У дисертаційній роботі отримано результати, що мають наукову новизну та практичну цінність.

Передусім заслуговує на увагу подальший розвиток щодо підходу зниження пікових навантажень джерела теплопостачання на основі аналізу статистичних даних та визначених на їх основі режимів теплоспоживання будівель різного призначення з використанням акумуляції тепла

Вагомим результатом є запропоновані коефіцієнти використання максимальної потужності джерела теплоти та середньодобові коефіцієнти використання максимальної потужності джерела теплоти для визначення потенціалу зменшення максимального теплового навантаження та акумуляції теплоти.

Науковий інтерес становить також метод дослідження ефективності роботи комбінованої системи теплопостачання з використанням теплових насосів та геліосистем на пілотному об'єкті житлово-комунального сектору, з урахуванням надійності роботи системи в цілому.

У цілому наукова новизна дисертації полягає в комплексному підході до моделювання процесів в системах теплопостачання, аналізу отриманих результатів та розробці рекомендацій щодо подальшої експлуатації теплоенергетичних систем.

6. Дотримання академічної доброчесності

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою відсутні підстави для сумнівів щодо дотримання автором принципів академічної доброчесності. Логічна послідовність викладення матеріалу, обґрунтованість наукової аргументації, структурна цілісність роботи та індивідуальний характер отриманих результатів свідчать про самостійне виконання дисертаційного дослідження. Наукові положення сформульовано коректно та відповідають вимогам до наукових праць, а використання результатів досліджень інших авторів, відповідно до змісту роботи, належним чином відображено у системі посилань і списку використаних джерел.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при розробці нових та модернізації існуючих комплексів теплозабезпечення об'єктів комунального сектору.

Запропоновані моделі та методи створюють підґрунтя для більш ефективного використання теплової енергії від традиційних та відновлювальних джерел.

Особливу практичну цінність мають результати, пов'язані з впровадженням як в технологічний процес:

– у ТОВ «Технології комфорту плюс»;

– у ТОВ "Енерготрейд Юг ";

так і в навчальний процес підготовки здобувачів першого рівня вищої освіти (бакалавр) за освітньо-професійною програмою «Теплоенергетика та менеджмент енергозбереження» спеціальність – «Теплоенергетика» на кафедрі теплових електростанцій та енергозберігаючих технологій Національного університету «Одеська політехніка».

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Загальне позитивне враження від дисертаційної роботи не виключає

наявності окремих положень, які доцільно винести на наукову дискусію:

1. Автор, розглядаючи потреби в теплоті на гаряче водопостачання, опалення та вентиляцію ТРЦ, не враховує потреби багатьох комерційних закладів у холодопостачанні. Застосування теплових насосів для холодопостачання може майже повністю покривати їхні потреби в тепловій енергії.
2. З роботи не зрозуміло, наскільки зростає загальне теплоспоживання будівлі внаслідок тепловтрат теплоаккумулятора. Необхідно кількісно оцінити ці втрати та визначити їхній вплив на річне теплоспоживання будівлі.
3. Некоректно інтерпретовано графічну залежність COP. Насамперед COP визначається температурою теплоносія, що подається тепловим насосом у мережу, а також температурою низькопотенційного джерела теплоти. Для теплового насоса типу «повітря–вода» ці параметри залежать від температури зовнішнього повітря; зі зростанням температури подачі та зниженням температури джерела COP зменшується.
4. Розглядаючи теплове навантаження колекторів, автор не наводить їхнього теплового режиму. Водночас ККД і тепла потужність, яку можуть забезпечити теплові колектори, насамперед залежать від температури навколишнього середовища та температури теплоносія на виході з колектора.
5. Автор вважає, що під час роботи теплового насоса відбувається регенерація ґрунту в зоні ґрунтових колекторів. Водночас інтенсивність регенерації ґрунту насамперед залежить від його типу, вологості та теплофізичних властивостей. Тому без аналізу характеристик ґрунту інтерпретація наведених графіків є некоректною.
6. У роботі наявні неточності в оформленні.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Грищенко Сергія Ігоровича «Забезпечення

енергоефективного теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, важливе для розвитку теплоенергетичних комплексів систем теплопостачання комунального сектору.

Робота характеризується належним рівнем наукової новизни, достатньою обґрунтованістю положень і висновків, практичною цінністю отриманих результатів та загалом відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами), а її автор, Грищенко Сергій Ігорович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, галузь знань 14 – Електрична інженерія.

Офіційний опонент:

доцент кафедри атомної енергетики

КПІ ім. Ігоря Сікорського,

кандидат техн. наук, доцент

Євген НОВАКІВСЬКИЙ