

В І Д Г У К

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шепітчака Володимира Богдановича

«Енергоефективні системи теплозабезпечення з електричними інфрачервоними нагрівачами для технологічних приміщень»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Актуальність обраної теми

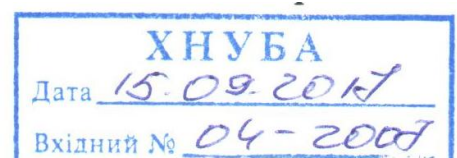
Робота присвячена безумовно актуальній та пріоритетній на даний час для України проблемі енергоощадності. Зокрема сфера тепlopостачання потребує щодо цієї проблеми ефективних рішень, причому питання тепlopостачання виробничих приміщень, яке розглядається в роботі, особливо важливе. Як відомо, частка споживання теплової енергії в промисловому секторі значно вище ніж в громадському.

Багато виробничих приміщень опалюються конвективними системами, що, як справедливо відмічено в роботі, веде до невиправданих тепловтрат, пов'язаних з конструктивними особливостями таких об'єктів. Можна додати, що ряд виробничих приміщень не опалюються взагалі, що негативно впливає як на здоров'я робітників, так і на технологічні процеси. Часто підприємці вирішують питання опалення самотужки, без будь якого проекту, що приводить до небажаних наслідків у вигляді перевантаження мереж, пожеж, тощо.

Останнім часом збільшується використання для обігріву виробничих будівель променевого опалення, яке є найбільш економним способом опалення високих приміщень за рахунок особливостей формування температурного режиму. Однак, є нестача науково обґрунтованих методів розрахунку та рекомендацій з проектування промислових систем опалення.

В роботі досліджується електричне промислових опалення. Воно має значно ширшу сферу використання порівняно з газовим та водяним завдяки відсутності обмежень пов'язаних з необхідністю видалення продуктів згоряння, пожежною безпекою або з потребою в рідкому теплоносії. Основною проблемою електричних обігрівачів є великі експлуатаційні витрати на електроенергію, але автор пропонує конструкцію енергоощадного електричного інфрачервоного нагрівача, що підтверджується практичним впровадженням результатів досліджень.

Таким чином в дисертаційній роботі Шепітчака В.Б. вирішується актуальна задача підвищення ефективності роботи систем теплозабезпечення з електричними інфрачервоними нагрівачами для технологічних приміщень, що є частиною загальної задачі енергозбереження.



Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до «Комплексної державної програми енергозбереження в Україні» (постанова КМ України від 05.02.1997 р. №148), «Енергетичної стратегії України до 2030 р.» (постанова КМ України від 15.03.2006 р. №145), а також відповідає науковому напрямку кафедри цивільної безпеки і пов'язана з планами держбюджетної тематики Національного університету «Львівська політехніка» за замовленням Міністерства освіти і науки України (Державний реєстраційний номер № 0102U001194).

Наукова новизна одержаних результатів

В роботі отримали подальшого розвитку дослідження променевих систем опалення та мікроклімату в приміщеннях з ними:

- на основі розробленої фізичної моделі формування температурного режиму зони опромінення технологічних приміщень електричними інфрачервоними нагрівачами отримано залежність температури поверхні опромінення від її ступеня чорноти, теплової потужності та висоти розташування нагрівача, вдосконалено конструкцію випромінювачів;

- одержано нові дані щодо розподілу температури поверхні опромінення при застосуванні поворотних електричних випромінювачів для променевих систем опалення, що обґрунтовують енергетичну ефективність поворотних інфрачервоних електричних нагрівачів для теплозабезпечення виробничих приміщень.

Практична цінність одержаних результатів

Отримані в дисертаційній роботі залежності дозволяють визначати температуру поверхні опромінення, яка є основним фактором що характеризує тепловий режим в приміщенні або зоні які опалюються інфрачервоним обігрівачем. Ці залежностей можуть бути використані при проектуванні систем променевого опалення та їх оптимізації.

Доцільність впровадження в практику експлуатації запропонованої конструкції поворотного електричного інфрачервоного нагрівача підтверджується техніко-економічним розрахунком.

Загалом основні результати роботи сприяють підвищенню ефективності і комфортності теплопостачання виробничих об'єктів, що підтверджується їх впровадженням на Львівському комунальному підприємстві «Транспортна фірма «Львівспецкомунтранс» та ТзОВ «Сервіскотломонтаж-Львів» (м. Львів).

Аналіз основного змісту роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, задачі, об'єкт і предмет дослідження, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, а також наведена інформація щодо їх апробації, особистого внеску здобувача, методів досліджень, структури та обсягу роботи.

Перший розділ присвячено аналізу досліджень і нормативних положень щодо теплового режиму виробничих приміщень, існуючих рішень з їх опалення та методів інженерних розрахунків промислових систем опалення.

Розглянуті основні характеристики мікроклімату у виробничих приміщеннях: оптимальна та допустима температура повітря, її перепад по висоті робочої зони, інтенсивність теплового опромінення працівника, вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Проаналізовано традиційні конвективні та повітряні системи опалення, теплонасосні установки, особливості їх застосування в промислових будівлях.

Окремий підрозділ присвячено застосуванню інфрачервоних нагрівачів для підтримання теплового комфорту у виробничому приміщенні, а саме стельових опалювальних панелей, газових та електричних нагрівачів. Зазначені як переваги інфрачервоного опалення, особливо для приміщень великих об'ємів, так і проблема нерівномірного розподілу променевої енергії на поверхні при використанні промислових систем опалення.

На основі наведеного аналізу визначено напрямки дисертаційного дослідження.

В другому розділі обґрунтовується енергоефективність системи теплозабезпечення з поворотними електричними випромінювачами. Описано фізичну модель теплообмінних процесів в приміщенні з інфрачервоним нагрівачем, яка була розроблена автором для проведення аналітичних досліджень температурного режиму робочої поверхні виробничих приміщень. Представлені рівняння що по суті складають математичну модель цих теплообмінних процесів. Для моделювання теплових потоків використана теорія графів. В результаті отримані системи рівнянь для повітря та підлоги досліджуваної зони, із наведених рівнянь визначена температура підлоги у зоні опромінення.

Аналітичні дослідження на фізичній моделі закономірностей зміни температури поверхні опромінення неповоротними та поворотними випромінювачами показали, що поворотний режим дозволяє зменшити середню температуру поверхні опромінення, а відповідно інтенсивність променевого потоку та суттєво збільшити площу обігріву.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень температурних полів поверхні опромінення джерелом променевої енергії, що знаходиться у нерухомому положенні, та джерелом що здійснює коливальні рухи. Представлено опис експериментальної установки, аналіз похибок вимірювань та математичне оброблення отриманих результатів. Дослідження проводились при різній висоті встановлення нагрівача, різних теплових потужностях та різних ступенях чорноти поверхні опромінення з використанням методів планування експерименту. В результаті отримано номограму для визначення температури поверхні в залежності від вище перелічених факторів.

На основі результатів експериментів, зроблено висновок, що поворотні обігрівачі дають можливість встановити більш енергоощадний та комфортний характер підтримання температурного режиму робочих зон.

Четвертий розділ присвячений практичному застосуванню інфрачервоних обігрівачів для теплозабезпечення виробничих приміщень на

основі проведених розрахунків та експериментальних досліджень. Представлено розроблену конструкцію поворотного нагрівального пристрою для інфрачервоного обігріву приміщень. На основі даних реальних експериментальних досліджень у нерухомому та рухомому режимах роботи інфрачервоного нагрівального пристрою побудовані графічні розподіли температури поверхні опромінення в залежності від висоти встановлення, теплової потужності інфрачервоного нагрівача та ступені чорноти поверхні опромінення. Досліджено інтенсивність опромінення інфрачервоних нагрівачів. Натурні дослідження підтвердили ефективність використання поворотного інфрачервоного нагрівача.

Запропонована методика розрахунку параметрів зони опромінення та алгоритм інженерного розрахунку системи теплозабезпечення виробничих приміщень інфрачервоними нагрівачами.

У п'ятому розділі виконано техніко-економічне порівняння систем інфрачервоного опалення з неповоротними та з поворотними випромінювачами. За результатами розрахунку техніко-економічних показників порівнюваних систем опалення обґрунтовано економічну доцільність запровадження системи інфрачервоного опалення з поворотними інфрачервоними нагрівачами.

Обґрунтованість та достовірність результатів досліджень

Обґрунтованість та достовірність отриманих здобувачем результатів досліджень забезпечується їх ґрунтуванням на загальних законах теплопередачі, застосуванні відомих методів системного та чисельного аналізу, теорії графів тощо.

Адекватність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами експериментальних, які здійснювались із застосуванням фізичного моделювання та використанням методів теплотехнічних вимірювань параметрів, статистичних методів планування експерименту.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях

Основні положення роботи опубліковані в 15 друкованих працях, з яких: 8 у наукових фахових виданнях України, 2 статті - у виданнях, що включені до наукометричної бази даних Scopus, 3 статті - у виданнях, що включені до наукометричної бази даних Scopus, 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав. Основні результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на 8 міжнародних конференціях. Крім цього отримано 1 патент України на корисну модель.

Зміст дисертації в достатній мірі відображений в публікаціях автора.

Зауваження щодо змісту дисертації

1. В тексті дисертації кілька разів повторюються твердження про актуальність енергоощадності та ефективності інфрачервоного опалення для виробничих приміщень. Цієї інформації достатньо при формулюванні актуальності теми роботи.

2. Аналіз існуючих методів розрахунків променевих систем опалення в підрозділі 1.4. виглядає дуже стислим, тут слід було б згадати праці Родіна,

Ісерліна, Наумейко, Богуславського, деяких інших вчених, що займались цим питанням.

3. В третьому розділі деякі таблиці, формули, пояснення є абсолютно ідентичними за змістом, наприклад, таблиці 3.4, 3.2. та тексти під ними, формули (3.7) та (3.10), зрозуміло, що це опис різних експериментів, але виглядає не коректно, інформація могла б бути узагальнена.

4. З автореферату не зрозуміло яким чином отримано вираз для визначення площі зони опромінення ($F_{\text{підл}}$) в формулі (5). Треба було б згадати про теорію Konrad Wakowski, яка використовується для цього в роботі.

5. В авторефераті на стор. 13 переплутані підписи до рис. 9 а) та б), за текстом дисертації є певна кількість друкарських помилок.

Загальний висновок

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною працею, має наукову новизну і обґрунтованість результатів, які вирішують важливу та актуальну наукову задачу підвищення ефективності роботи систем теплозабезпечення з електричними інфрачервоними нагрівачами для технологічних приміщень.

Зміст дисертації загалом є ідентичним змісту автореферату, робота, в цілому, відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

Автор роботи Шепітчак Володимир Богданович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Офіційний опонент

доцент кафедри системного аналізу
і моделювання у теплогазопостачанні
ДВНЗ «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»,
к.т.н., доцент

 Л.В. Солод

Підпис к.т.н., доцента Солод Л.В. засвідчую
вчений секретар ДВНЗ
«Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»



 В.Д. Щеглова