

УДК 697.1

А. О. ШАЦКОВ, С. І. МОНАХ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ПЕРСПЕКТИВИ І ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОПАЛЕННЯ В УКРАЇНІ

У статті розглядається можливість вирішення проблем теплопостачання, енергоресурсоощадження шляхом впровадження електричного інфрачервоного опалення. Доведено доцільність використання систем променевого опалення для теплопостачання житлових і громадських будівель. Проаналізовано основні переваги інфрачервоного опалення. Виявлено та обґрунтовано необхідність розробки нової методики визначення теплової стійкості приміщення, обладнаного променистими обігрівачами. Також обґрунтовано необхідність коректування діючої методики визначення коефіцієнта теплопередачі. Сформульовані завдання подальших досліджень.

інфрачервоне опалення, радіаційна температура, тепловий комфорт, градієнт температури

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Створення децентралізованих систем опалення як для районів житлової забудови, так і для громадських будівель на сьогодні актуально. Такі системи відрізняються малою інерційністю, керованістю. Одним з видів систем ефективного опалення житлових та громадських будівель є низькотемпературні електричні інфрачервоні обігрівачі.

Однією з найважливіших задач на сьогодні є вирішення проблем теплопостачання з одночасним вирішенням проблеми енергоресурсоощадження. Системи опалення, які широко використовуються на цей час, знаходяться у стані глибокої кризи, а більша частина теплових мереж потребують реконструкції. Також використання централізованого опалення призводить до значних тепловтрат при транспортуванні теплоти до споживача.

Також слід зазначити, що важливою проблемою на сьогодні є зменшення енергозалежності економіки України від споживання природного газу, вартість якого стрімко зростає. Перспективним напрямком у цьому питанні є впровадження систем електричного опалення замість традиційного газового.

Враховуючи вищезазначене впровадження систем інфрачервоного променистого опалення є перспективним напрямком розвитку теплопостачання, проте слід провести аналітичне дослідження можливості використання систем променистого опалення у житлових та громадських будівлях.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У роботі [1] розглядається можливість вирішення проблем теплопостачання в Україні шляхом впровадження автономних електричних опалювальних систем. У роботі розглядаються переваги променистих опалювальних систем у порівнянні з традиційними конвекційними системами. Проте у роботах не наділено належної уваги дослідженню теплообміну режиму приміщень, обладнаних променистими система опалення.

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є дослідження перспектив використання радіаційного опалення у житлових та громадських приміщеннях. Для досягнення зазначеної мети необхідно розв'язати наступні задачі:

– виконати аналітичне дослідження доцільності масштабного застосування інфрачервоного опалення в Україні;

© А. О. Шацков, С. І. Монах, 2013

- провести дослідження теплового режиму приміщення, обладнаного системою променистого опалення;
- визначити вплив інфрачервоного випромінювання на людину;
- визначити основні проблеми широкого впровадження інфрачервоного опалення.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ СТАТТІ

Опалення є однією з найбільш витратних складових інженерного забезпечення. Централізоване опалення знаходиться в стані «глибокої кризи». За оцінками фахівців, енерговтрати при такому опалюванні досягають 40 % (у розвинених країнах – 2 %), і більше 70 % тепломереж вимагають серйозної реконструкції. Тому сьогодні вже очевидний перехід від централізованих систем опалювання або до міні-котельних (на групу будинків або на один будинок), або до індивідуальних систем [1].

Особливістю паливно-енергетичного балансу розвинених країн є значна витрата електроенергії для опалювальних цілей. За наявними даними, у Франції електроопалюванням обладнано близько 40 % усіх будівель, в Іспанії і Фінляндії – 30 %, в Норвегії – відомому світовому виробнику і постачальнику газу – більше 80 % [1].

В Україні, згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів № 502 від 28.09.2006 г, почала реалізовуватися програма переведення населених пунктів на опалювання електроенергією [1].

Навіть враховуючи певний ресурс власного природного газу, Україна має два основні джерела енергії – вугілля і уран. Звідси і перспективи розвитку. Україна, яка вже зараз виробляє 58 % електроенергії на атомних станціях і займає 3 місце у світі по її споживанню на душу населення, що зумовлює впровадження електротехнологій в опалювання найближчим часом. Є стабільна сировинна база – зараз Україна є восьмою країною у світі з видобутку урану. Електроенергія як засіб обігріву приміщень повинна в перспективі витіснити газ і понизити енергозалежність України.

Завдання вітчизняної електроенергетики – максимально освоїти внутрішній ринок, а отже – залучити нових споживачів, у тому числі і за рахунок розвитку електричного обігріву. А потенціал тут просто величезний, адже на сьогодні на електроопалювання використовується не більше 1 % електроенергії.

Модернізація електричних мереж дасть можливість забезпечити споживача якісною електроенергією і теплом за рахунок використання малопотужних електричних опалювальних систем. Ці системи можна швидко і ефективно впровадити на негазифікованих територіях. Монтаж таких опалювальних систем в установленому порядку, тобто з виконанням технічних умов і проекту, дозволить споживачеві отримати понижений тариф на електроенергію.

Впровадження електричного інфрачервоного опалення дозволить використати величезний потенціал енергетичної промисловості України для вирішення проблем теплопостачання. Крім того, використання променистих опалювальних приладів дозволить усунути низку проблем, властивих конвективним системам опалення.

Переваги систем променистого типу

У світі вже накопичений багатий досвід по використанню прямого стаціонарного довгохвильового електроопалювання для будь-якого класу об'єктів. Це – різні варіанти створення теплового комфорту, економічна вигода від гнучкої системи регулювання температур у кожному приміщенні. Також варто враховувати чинник екологічної безпеки. До безперечних переваг променистого опалювання також можна віднести майже 100 % ККД і простоту монтажу системи. Крім того, її можна створювати поетапно, поступово нарощуючи потужність.

При променистому опаленні можливо підтримувати в приміщенні більш низьку температуру повітря за рахунок підвищення радіаційної температури в порівнянні з нормованим значенням температури внутрішнього повітря для конвекційних систем. Показовим є дослід, проведений Джоном Б. з Pierce Laboratory, USA, який пояснює мету опалювальної техніки. Люди, які знаходилися в приміщенні з температурою повітря +50 °С, але спеціально охолодженими стінами – мерзнули; але при температурі повітря 10 °С і розжарених стінах починали пітніти [1].

Найбільш важливими перевагами при використанні електричних інфрачервоних обігрівачів є:

- 1) керованість інфрачервоних обігрівачів значно перевищує аналогічний параметр традиційних систем опалювання, внаслідок чого інфрачервоне опалювання успішно застосовується також в приміщеннях, в яких пред'являються спеціальні вимоги до температурного режиму;
- 2) установка інфрачервоних обігрівачів на стелі або на підвісці дозволяє зберегти стіни і підлогу вільними, що збільшує корисний об'єм приміщення;

3) інфрачервоні обігрівачі забезпечують прискорений, у порівнянні з традиційними системами, прогрів приміщення, оскільки передають усю енергію в зону перебування людей;

4) інфрачервоні прилади сумісні з будь-якими системами вентиляції, оскільки їх робота не призводить до циркуляції потоків повітря, здатних вплинути на функціонування вентиляційних систем;

5) інфрачервоні обігрівачі є єдиним засобом для підвищення температури на відкритих майданчиках і в приміщеннях з поганою теплоізоляцією. Спектр їх застосування надзвичайно широкий: від обігріву глядачів на стадіонах і відвідувачів відкритих кафе до використання їх як антиобмерзаючі системи на сходових маршах і в'їзних пандусах;

6) температурний градієнт [$^{\circ}\text{C}/\text{м}$] (збільшення температури на одиницю висоти) – дуже низький при використанні інфрачервоних приладів: приблизно $0,3^{\circ}\text{C}/\text{метр}$. При обігріві за допомогою подання теплого повітря або конвекторів виникають більш високі градієнти – $2,5$ і $1,7^{\circ}\text{C}/\text{метр}$, відповідно. Інфрачервоні обігрівачі дозволяють уникнути подібного нераціонального розподілу температури, оскільки нагрівають не повітря, а передають тепло поверхням твердих предметів. При цьому немає надмірного нагріву повітря, відбувається вирівнювання температури між підлогою і стелею, що дозволяє забезпечити $15\text{--}40\%$ енергоощадження;

7) перебування людини в зоні зі зниженою теплоізоляцією (наприклад, поряд з вікном) викликає тимчасовий дискомфорт. Інфрачервоні прилади допоможуть компенсувати втрати тепла і забезпечити комфорт за рахунок підвищення середньої радіаційної температури приміщення;

8) за даними НДІ медицини при Академії наук України, інфрачервона радіація позитивно діє на організм, якщо довжина її хвилі не перевищує довжини хвилі, що виділяється самою людиною. Людина випромінює інфрачервоні хвилі в діапазоні від $2,5$ до $25,0$ мкм з піком випромінювання на довжині хвилі $9,3\text{--}10,0$ мкм. При подібних характеристиках випромінювання обігрівачів спостерігається явище, що називається «резонансним поглинанням», при якому зовнішня енергія активно поглинатиметься тілом. В результаті цієї дії підвищується потенційна енергія клітин організму, і з них йтиме незв'язана вода. Підвищується діяльність специфічних клітинних структур, росте рівень імуноглобулінів, збільшується активність ферментів і естрогену, відбуваються і інші біохімічні реакції. Це стосується усіх типів клітин організму і крові [1];

9) в усіх опалювальних системах, у яких використовуються заземлені металеві деталі корпусів і повітропроводів (наприклад, конвектори, радіатори, каналні вентилятори, теплові вентилятори і теплові завіси), через які йдуть постійні конвективні потоки, відбувається так звана «деіонізація» повітря. Нормальний рівень змісту в атмосфері негативно заряджених іонів складає приблизно $600\text{--}700$ од./см³. При використанні металевих конвекторів кількість іонів в повітрі знижується у $8\text{--}10$ разів, тобто до $50\text{--}100$ од./см³. Для компенсації цієї недостатності доводиться застосовувати різноманітні додаткові пристрої іонізації повітря, найвідомішим з яких, очевидно, являється «люстра Чижевського», але застосування наявних на сьогоднішньому ринку деяких модифікацій цього приладу може бути зв'язано з шкідливим для здоров'я супутнім ефектом озонування повітря. При цьому слід зазначити, що при використанні ІЧ обігрівачів процес деіонізації або відсутній зовсім, або знижується на практично невідчутні $1\text{--}2\%$.

Аналіз ринку електричних інфрачервоних обігрівачів

На сьогодні існує достатня матеріальна база для широкого впровадження електричного довгохвильового інфрачервоного опалення.

Сучасний ринок інфрачервоних обігрівачів надзвичайно насичений і різноманітний. Він налічує близько 20 виробників цього устаткування, переважне число яких - зарубіжні: з Німеччини, Угорщини, Італії, Туреччини, Словаччини, США, Польщі, Чехії, Франції, Швеції тощо. Останніми роками спостерігається стійка тенденція зростання об'ємів продажів цього виду опалювального устаткування (в середньому на 20% щорічно). Його споживачами переважно є установи сфери обслуговування.

Проблеми впровадження променистого опалення

У кожній будівлі, що обігрівается, необхідно створити і підтримувати тепловий режим залежно від його призначення і санітарно-гігієнічних вимог, що пред'являються.

Однією з основних проблем впровадження інфрачервоного опалення є необхідність коректування методик обчислення теплової стійкості будівлі і теплопередачі через обгороджувальні конструкції.

Критерієм оцінки теплостійкості приміщення в зимовий період є амплітуда коливань температури внутрішнього повітря [2]. При використанні інфрачервоного опалення тепловий комфорт в

приміщенні досягається шляхом збільшення радіаційної температури. При цьому температура внутрішнього повітря може бути значно нижче за нормативну. Таким чином, температура внутрішнього повітря не може бути критерієм оцінки ефективності роботи системи променевого опалення. Отже, методика розрахунку теплової стійкості приміщення потребує суттєвого коректування.

Для розрахунку теплопередачі використовується емпіричний коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої поверхні α_v , [2] який більшою мірою враховує конвективний теплообмін між внутрішнім повітрям і стіною. При використанні інфрачервоного опалення значно зростає теплообмін випромінюванням, вплив конвективної складової зводиться до мінімуму. Таким чином, використання наведеної в нормативних документах методики розрахунку може призвести до отримання як заниженої, так і завищеної величини коефіцієнта теплопередачі через огорожувальні конструкції. У свою чергу, це призведе до неправильного розрахунку тепловтрат приміщення. Для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі, і, як наслідок, розрахунку тепловтрат приміщення, необхідно розробити спеціальну методику для приміщень, обладнаних інфрачервоними обігрівачами.

Для розробки нової методики розрахунку теплопередачі необхідно визначити математичний апарат для аналітичного розрахунку теплообміну випромінюванням в приміщенні. Тому однією з найважливіших задач подальших досліджень є розробка математичної моделі променистого теплообміну у приміщенні, обладнаному ІЧ-обігрівачем.

Однією з умов можливості використання інфрачервоних обігрівачів для опалювання житлових приміщень є дотримання другої умови комфортності [3].

Друга умова комфортності визначає температурний комфорт для людини, що знаходиться безпосередньо біля нагрітих або охолоджених поверхонь (на межі обслуговуваної зони приміщення).

Визначальним в цьому випадку являється радіаційний баланс на найбільш невідгідно розташований і найбільш чутливий до випромінювання частини поверхні тіла людини. Найбільш чутливою до радіаційного нагріву є поверхня голови. Радіаційний баланс має бути таким, щоб будь-який елементарний майданчик на поверхні голови віддавав випромінюванням навколишнім поверхням не менше 11,6 Вт/м².

Розрахунок допустимої температури поверхні нагріву необхідно виконувати залежно від типу ІЧ обігрівача та розміру приміщення.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Доцільність широкомасштабного застосування прямого променистого електричного опалювання в Україні обумовлена наступними чинниками:

- загальносвітовою тенденцією зростання цін на усі енергоносії, що змушує уряди багатьох країн удаватися до пошуку альтернативних джерел енергії для забезпечення економіки. І Україна у даному контексті не є винятком. Відповідні заходи були визначені розпорядженням уряду від 28 вересня 2006 року № 502-р;

- колосальним досвідом застосування електроопалювання в цілому і прямого стаціонарного електроопалювання зокрема в розвинених країнах у всьому світі;

- статусом України як відомого світового виробника атомної електроенергії;

- економічними аспектами. Витрати на облаштування устаткування і його експлуатацію вже на сьогодні складають серйозну конкуренцію усім відомим варіантам централізованих і індивідуальних систем опалювання;

- екологічністю і безпекою систем прямого променистого електричного опалення.

Проведені аналітичні дослідження переконливо показують актуальність цієї роботи і дозволяють сформулювати задачі подальших досліджень:

- розробка математичної моделі променистого теплообміну у приміщенні з ІЧ-обігрівачем;
- перевірка дотримання другої умови комфортності при використанні ІЧ обігрівача;
- коректування методики розрахунку теплостійкості приміщення;
- коректування методики розрахунку теплопередачі через огорожувальні конструкції, а отже, методики розрахунку тепловтрат приміщення, обладнаного ІЧ обігрівачем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сравнение различных способов отопления зданий [Электронный ресурс] / отредактировано автором // ЭСКО : Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2006. – № 9. – Режим доступа : http://esco-ecosys.narod.ru/2006_9/art_157.htm.

2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель [Текст]. – На заміну СНиП II-3-79 ; чинний з 01.04.2007. – К. : Мінбуд України, 2006. – 69 с.
3. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) [Текст] : Учебник для вузов / В. Н. Богословский. – М. : Высшая школа, 1982. – 415 с.

Отримано 03.04.2013

А. О. ШАЦКОВ, С. И. МОНАХ
ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО
ОТОПЛЕНИЯ В УКРАИНЕ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В статье рассматривается возможность решения проблем теплоснабжения и энергоресурсосбережения путём внедрения электрического инфракрасного отопления. Доказана целесообразность использования систем лучистого отопления для теплоснабжения жилых и общественных зданий. Проанализированы основные преимущества инфракрасного отопления. Выявлена и обоснована необходимость разработки новой методики определения тепловой устойчивости помещения, оборудованного лучистыми обогревателями. Также обоснована необходимость корректировки действующей методики определения коэффициента теплопередачи. Сформулированы задачи дальнейших исследований.

инфракрасное отопление, радиационная температура, тепловой комфорт, градиент температуры

ARTEM SHATSKOV, SVETLANA MONAH
PROSPECTS AND PROBLEMS OF INTRODUCTION OF INFRARED HEATING
IN UKRAINE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article deals with a possibility of solving problems of heat supply and energy saving through the introduction of electric infrared heating. This study proves the expediency of using radiant heating systems for heating residential and public buildings. The main advantages of infrared heating were analyzed. The article identifies and justifies the need for the development of new method of determining the thermal stability of the room equipped with radiant heaters. This research justifies the necessity of adjusting the current methodology for determining the heat transfer coefficient. The author formulates the tasks for further research.

infrared heating, radiative temperature, thermal comfort, temperature gradient