

УДК 331.823

**ФЕДОРЕНКО О. О.**, старший викладач кафедри ТБТМП

*Київського національного університету технологій та дизайну*

**СОПІЖЕНКО Н.А.**, студентка 3 курсу кафедри ХБТ

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ІНФРАЧЕРВОНЕ ОПАЛЮВАННЯ, ЯК СПОСІБ ЕНЕРГОЗБЕРЖЕННЯ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ НОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ**

*Інфрачервоне опалювання дозволяє підтримувати необхідні параметри температури в приміщенні при менших витратах палива, добитися невеликої швидкості руху повітря, що зменшує його запиленість, система надійна і довговічна. Головною перевагою інфрачервоного опалення, в ході дослідження є те, що системи безпосередньо обігрівають об'єкти, тоді як навколишнє середовище залишається холодним.*

**Ключові слова:** *інфрачервоне опалювання, параметри мікроклімату, теплова потужність, інфрачервоні системи, теплообмін.*

*Инфракрасное отопление позволяет поддерживать необходимые параметры температуры в помещении при меньших затратах топлива, добиться небольшой скорости движения воздуха, уменьшает его запыленность, система надежна и долговечна. Главным преимуществом инфракрасного отопления, в ходе исследования является то, что системы непосредственно обогревают объекты, тогда как окружающая среда остается холодным.*

**Ключевые слова:** *инфракрасное отопление, параметры микроклимата, тепловая мощность, инфракрасные системы, теплообмен.*

*Infrared heating allows you to maintain the necessary temperature parameters in the room with less fuel, achieve a small air speed, reduce its dustiness, the system is reliable and durable. The main advantage of infrared heating, in the course of the study, is that the systems directly heat objects, while the environment remains cold.*

**Keywords:** *infrared heating, microclimate parameters, thermal power, infrared systems, heat exchange.*

В ході аналізу умов праці на робочих місцях підприємств легкої промисловості було виявлено невідповідність їх організаційно-технічних рішень сучасним вимогам вітчизняних і світових стандартів, а також недостатнє впровадження ресурсозберігаючих технологій і незважаючи на те що в даний час енергозбереження є однією з найважливіших проблем для промислового комплексу України. В умовах зростаючого дефіциту паливно-енергетичних ресурсів їх економічне використання повинне стати пріоритетним принципом промислової політики.[1]

У кліматичних умовах України велика частка енергетичних витрат припадає на системи і установки опалювання, у зв'язку з чим їх децентралізація є енергетично, економічно і екологічно вигіднішою. Інфрачервоне опалювання дозволяє підтримувати необхідні параметри температури в приміщенні при менших витратах палива, добиватися невеликої швидкості руху повітря, що зменшує його запиленість, крім цього система інфрачервоного опалювання не займає корисної площі, надійна і довговічна.

У зв'язку з цим, для підтримки на робочих місцях нормативних параметрів мікроклімату в Україні повинне проводитися ширше впровадження децентралізованого теплопостачання, головними перевагами якого є зменшення витрат на транспортування теплоти та велика надійність у роботі[2].

При опалюванні цехів підприємств легкої промисловості використовуються теплоповітряні опалювальні системи, які базуються на нагріві повітря в об'ємі приміщення, а інфрачервоне опалювання- це пряме випромінювання тепла нагрітим тілом, яке може бути сфокусовано оптичними рефлекторами і поглинається будь-якими непрозорими об'єктами або матеріалами. Теплопередача від джерела інфрачервоного нагріву відбувається миттєво. Інфрачервоні системи безпосередньо обігрівають об'єкти тоді як навколишнє повітря залишається холодним. Цей аспект варто розглядати, як головну перевагу інфрачервоних обігрівачів перед традиційними системами. Існує ще одна додаткова перевага інфрачервоного опалювання - це можливість зонального опалювання робочих місць в крупних цехах без прогрівання невживаних площ всього приміщення.

Сучасні дослідження показують, що можливість зниження температури повітря в робочій зоні і більш рівномірний розподіл по висоті приміщення дозволяє понизити втрату теплової енергії на обігрів виробничого приміщення в порівнянні з традиційними системами. Проте, незважаючи на вказані переваги, інфрачервоне опалювання поки не набуло широкого поширення, що пов'язане з недостатньою вивченістю наслідків його впливу на людину-оператора і обмеженістю інженерних методик пошуку оптимальних схем розміщення опалювальних приладів. Тому дослідження і вдосконалення методів використання інфрачервоного випромінювання в конкретних умовах виробництва для оптимізації параметрів мікроклімату є актуальним науковим завданням [3..5].

Експериментальні дослідження параметрів мікроклімату виробничих приміщень проводилися в швейних та взуттєвих цехах в опалювальні періоди 2015 і 2016 рр. До установки інфрачервоних випромінювачів виробничі приміщення опалювалися теплоповітряними системами, проте значне дорожчання паливно-енергетичних ресурсів привело до необхідності пошуку більш економічних рішень. Вибір був зупинений на системах інфрачервоного опалювання, як тих що якнайповніше відповідають специфіці опалювання крупних виробничих приміщень .

Аналіз практики застосування систем інфрачервоного опалювання показав, що лише при постійному дослідженні мікроклімату в промислових приміщеннях, обладнаних такими системами, можна виявити їх переваги і недоліки, і удосконалити методику розрахунку і проектування цих систем .

Тому представляється доцільним запропонувати шляхи їх вдосконалення з урахуванням відмінних особливостей систем променевого опалювання, які би стали основою методики їх проектування, оскільки ясно, що такі системи в даний час

найраціональніше використовують теплову енергію для забезпечення нормативних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях [6,7].

Традиційною є методика розрахунку необхідної потужності опалювальних приладів, проте її недоліком є те, що вона не враховує специфічних особливостей систем променевого опалювання, зокрема, підвищену радіаційну температуру приміщення в порівнянні з температурою внутрішнього повітря, температурний градієнт по висоті приміщення і так далі.

Методика розрахунку, заснована на експериментальних даних отриманих при експлуатації систем інфрачервоного опалювання. Теплова потужність опалювальної системи розраховується з умови величини опромінення підлоги в межах 100-400 Вт/м<sup>2</sup>, висота установки випромінювачів визначається виходячи з максимально допустимої величини опромінення голови людини. Недоліком методики є те, що вона розроблена для конкретних кліматичних умов і архітектурних особливостей будівель, тому має обмежене застосування.

У даній роботі математична модель теплообміну приміщення, представлена у вигляді системи, що складається з рівнянь теплового балансу поверхонь, елементарних поверхонь і об'єму настилення струменів, об'ємів вільних струменів і рівняння теплового балансу повітря. Стосовно невентильованого приміщення система зводиться до рівнянь теплового балансу поверхонь і повітря приміщення.

Також, приводиться система рівнянь променево-конвективного теплообміну в приміщенні, яка вирішена при допущенні про незмінність в кожен момент часу температури повітря у всьому об'ємі приміщення. Як розрахункова схема приймається будівля, що має форму прямокутного паралелепіпеда, і математична модель представлена у вигляді системи з шести рівнянь теплового балансу поверхонь. Всі поверхні приміщення діляться на три категорії: нагрівачі, охолоджують і пасивні. Така модель теплового балансу включає рівняння променево-конвективного теплообміну для кожної категорії поверхонь і рівняння теплового балансу повітря приміщення. Слід зазначити, що способи розрахунку, розроблені стосовно схем променевого опалювання житлових і громадських будівель, які опалюються опалювальними панелями, розташованими на поверхні огорожувань. Їх не можна використовувати для розрахунку необхідної теплової потужності інфрачервоних випромінювачів, які розташовуються на значній відстані від покриття приміщення. Недоліком також те, що математичні моделі теплового балансу приміщення не враховують критерії теплового комфорту людини [8].

Для визначення теплової потужності системи опалювання з інфрачервоними випромінювачами приводиться система рівнянь

$$\begin{cases} Q_0 = \frac{9,5 F_{пл}}{\Psi \varphi_q - \Pi T} = (t_{п} - t_{п.о}) \xi; \\ Q_0 = k_{ср} \sum_{i=1}^n (\tau_{н.о.} - t_{н}); \\ t_{п.о} = \frac{t_{в} + \tau_{н.о.}}{2}; \end{cases}$$

де:  $t_{п}$  – комфортна температура приміщення °С;

$k_{ср}$  – середньозважений по поверхнях огорож неповний коефіцієнт

теплопередачі, Вт/м·°С;

$\tau_{н.о.}$  - середньозважена температура поверхонь огорож °С;

$\xi$  - коефіцієнт, що враховує поглинання випромінювання вологим повітрям.

Суть цього методу в тому, що теплова потужність системи променевого опалювання визначається по величині теплового потоку, що отримується людиною від випромінювачів, виходячи з різниці потрібного по умові комфорту значення температури приміщення та фактичної величини. У системи рівнянь розглянутих способів розрахунку входить тільки одне рівняння теплового балансу внутрішнього повітря. Проте це справедливо лише при рівномірному розподілі температури повітря у всьому об'ємі приміщення, однак при променевому опалюванні має місце градієнт температури по висоті, який за даними [9] складає 0,1...0,8°С на кожен метр висоти приміщення.

Щоб врахувати нерівномірність розподілу температури повітря по висоті, прийнята схема приміщення (безкінечних розмірів в плані), яке розділяється на верхню і нижню зони, - над і під випромінювачами. Математична модель розроблена на підставі рівнянь теплового балансу повітря верхньої і нижньої зони, підлоги і стелі приміщення, поверхні випромінювача. Повітрообмін між верхньою і нижньою зонами не враховується. При розрахунку припускається, що все випромінювання від панелей повинно потрапляти тільки на підлогу приміщення.

Також при проектуванні систем променевого опалювання необхідно врахувати, що здатність повітря приміщень, опалювальних інфрачервоними випромінювачами, до поглинання їх теплового випромінювання залежить від його вологості і запиленості. У даній роботі приводяться коефіцієнти, що враховують вологість повітря в приміщенні, значення яких знаходяться в межах 1,12...1,17, проте в роботі відсутні дані про спосіб їх отримання і вказівки по застосуванню залежно від величини вологовмісту повітря і висоти установки випромінювачів.

Приведений аналіз показав, що розрахунок теплової потужності систем інфрачервоного опалювання доцільно проводити на основі математичної моделі теплового балансу, запропонованої в [10] з введенням математичної моделі в неї рівняння теплового комфорту.

Таким чином, можна зробити висновок, що методика розрахунку теплової потужності системи опалювання, не може бути використана для розрахунку систем інфрачервоного опалювання, оскільки вона не враховує особливостей теплообміну при такому способі обігріву. Крім того, слід зазначити, що математична модель теплового балансу приміщень повинна включати рівняння теплового комфорту людини. При розрахунку теплового навантаження на систему опалювання повинні враховуватися вплив запиленості і вологості внутрішнього повітря і фактичний розподіл кутової щільності потоку тепло- випромінювання між поверхнями огороджуваних приміщення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України, т.7. Закон України про енергозбереження// Вісник Верховної Ради. –2012.– №30.–С.284.

2. Михайлова Ю.Ю., Касьянов Н.А. Гигиенические аспекты инфракрасного отопления производственных помещений // Орг. самодост. промисл. регіону: проблеми ринку, економіки і бізнесу: Мат. міжн. наук. – практ. конф. 24.03.2008р. м. Луганськ: Наук.вид. / Мін. праці та соц. політики України. Луганський ін-т права та соц. технологій. – Луганськ: ЛІПСТ, 2008. – С. 176-179.
3. Михайлова Ю.Ю. Влияние спектральных характеристик систем лучистого отопления на организм человека // Пробл. праці та соц. техн. у промисл. регіоні: Теорія та практика: Мат. міжн. н.-практ. конф. 6-7.12.2007р.м.Луганськ: Наук.вид. / Мін. праці та соц. політики України. Луганський ін-т права та соц. технологій. –Луганськ,2007. – С.200-205.
4. Касьянов Н.А., Симонова Ю.Ю. Исследование условий труда при инфракрасном отоплении в производственных помещениях ОАО ХК «Лугансктепловоз» // Вісник СНУ ім. В.Даля. –2014. – №7 (113) Ч.І. – С. 113-118.
5. Симонова Ю.Ю., Касьянов Н.А. Влияние излучений инфракрасного диапазона на организм человека // Вісник СНУ ім. В.Даля. –2015.– №12 (118) Ч.І. – С.74-79.
6. Касьянов Н.А., Михайлова Ю.Ю. Анализ методов расчета тепловой мощности систем инфракрасного отопления // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2008. №6(124). – С.17-21.
7. Тютюнников А.И., Мосягин В.Ю. О применении инфракрасных излучателей для отопления зданий // Инженерные системы АВОК. – М., 2016. – №3. –С.29-32.
8. Табунчиков Ю.А. Расчеты температурного режима помещения и требуемой мощности для его отопления или охлаждения. –М:, 2013. –80 с.
9. Михайлова Л.Ю. Разработка методики расчета радиационного отопления зданий производственного назначения :Автореф. дис...канд. техн. наук. –Тюмень,2008. –20 с.
10. Михайлова Ю.Ю. Безопасность при эксплуатации систем инфракрасного отопления // Біосфера ХХІ століття: мат. І всеукр. конф. молодих вчених, аспірантів, магістрантів та студентів, м. Севастополь, 12-15 лютого 2008р. –Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2008 г. –С. 27-29.