

ОСОБЛИВОСТІ ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

© Желих В.М., Возняк О.Т., Юркевич Ю.С., 2007

Наведено результати інженерного вибору обладнання та визначення теплового навантаження системи опалення, а також визначення опалювальної площі промислових приміщень та поверхні нагрівання інфрачервоних нагріваників залежно від висоти та їх призначення.

In this article the results of a technique choice of the equipment and definition of heated up area of industrial rooms and also area of infra-red heaters are submitted depending on height of their installation.

Постановка проблеми. Мета опалення – забезпечення приємного відчуття тепла, яке є суб'єктивним відчуттям людини, що ґрунтується на комплексному впливі зовнішніх факторів. Суб'єктивні відчуття складаються з декількох, частково селективних і частково адитивних. Такими є, наприклад, температура повітря, його рухливість тощо. Серед домінуючих ефектів є випромінювання огорожувальних конструкцій, що і становить основу радіаційного опалення. Тепловиділення від людини випромінюванням виникають, коли докільця, а саме – огорожувальні конструкції мають меншу температуру, ніж тіло людини. Якщо збільшити середню температуру огорожувальних конструкцій, наприклад, за рахунок опромінення їх інфрачервоними нагрівачами, то тепловиділення за рахунок випромінювання зменшуються і можна досягти відчуття тепла. Отже, ефект опалення досягається тим, що температура повітря, а, значить, і тепловтрати в приміщенні не змінюються, в той же час людина, що перебуває в цьому приміщенні, відчуває підвищення температури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість і можливість застосування інфрачервоних нагрівачів як опалювальних приладів досліджувались багатьма авторами [1–3].

Сьогодні існує велика кількість різноманітних інфрачервоних нагрівачів. Переважно вони поділяються на дві категорії: високої інтенсивності, в яких спалювання газу відбувається на поверхні керамічних насадок, що нагріваються до температури 950 °С; низької інтенсивності, в яких відбувається процес згоряння всередині опалювальної труби і її поверхня нагрівається до температури 350 ... 450 °С.

Не викликає сумніву ефективність використання інфрачервоних нагрівачів для опалення доволі високих виробничих приміщень. Оскільки такі системи є низько інерційними і, запустивши їх перед початком зміни, вони відразу виходять на режим. При цьому люди, які перебувають в цеху, відчувають себе комфортно, тому що перебувають під дією теплового опромінення. За рахунок цього користувач може звільнити значну частину коштів на покриття витрат за енергоносії. Тому такі системи вважаються енергоощадними.

На рис. 1 зображено порівняльну характеристику можливості застосування конвективних та променевих систем опалення залежно від висоти і якості ізоляції приміщень [4].

Мета роботи – створити методику інженерного розрахунку систем опалення з використанням інфрачервоних нагрівачів.

Виклад основного матеріалу. Були проведені аналітичні дослідження та аналіз факторів, які впливають на інтенсивність та ефективність роботи інфрачервоних нагрівачів у виробничих приміщеннях з метою їх опалення.



Рис. 1. Ефективність застосування конвективних та променевих систем опалення від висоти та якості теплоізоляції приміщення

Такими факторами є:

1. Абсорбційні втрати. Трехатомні гази (СС₂, Н₂О), а також пил поглинають частину випромінювання, передусім залежно від відстані до нагрівача. Це і визначає втрати на абсорбцію, величина яких приймається приблизно 3–6 %.

2. Втрати на розсіювання. Випромінювання від нагрівача розповсюджується прямолінійно. Отже, якщо від зовнішніх захищень видно випромінювач, то очевидно, що теплові промені потрапляють на ці поверхні. Менш очевидно – частка вторинного випромінювання, що потрапляє на ці захищення. Частина променів відбивається від поверхонь, а відбиті промені знову потрапляють на деякі поверхні, звідки знову деяка їх частина відбивається. Процес нагадує систему, що загасає. Найбільш корисна частина випроміненого тепла – тепло, що поглинулося підлогою, людиною та огорожувальними конструкціями. Випромінювання, що потрапляє на огорожувальні поверхні, вважається втратами, з точки зору випромінювання, а не з точки зору конвекції. Втрати тим більші, чим менший емісійний фактор доквілля. Наприклад, підлога бетонна, предмети темного кольору, то фактор емісії високий, а втрати на відбивання менші. Втрати на розсіювання, як правило, становлять 15–20 %.

Під час розрахунку необхідно також враховувати добавки до потужності нагрівачів. Такими є:

1. Трансмісійні. Це добавки до потужності, що компенсують втрати тепла крізь огорожувальні конструкції.

2. Інфільтраційні. Це добавки, що враховують втрати тепла за рахунок місцевої витяжної вентиляції, ворота або нещільності у вікнах.

Для приміщень, що опалюються випромінювачами, величина таких добавок становить 5–30 %.

3. Добавки на розташування нагрівачів. Для висоти до 5 м влаштування інфрачервоних нагрівачів не потребує ніяких добавок. Якщо більше 5 м, то потужність потрібно збільшувати на 3–5 % на кожний метр.

Враховуючи ці фактори, в таблиці наведено величини потреби в теплі для виробничих приміщень за кратності повітрообміну $K=1 \text{ год}^{-1}$ [4].

Під час визначення потужності інфрачервоних нагрівачів слід враховувати фактори теплового комфорту.

За нормами ISO 7730 це є:

- температура повітря в приміщенні;
- температура поверхні захищень;
- рухливість повітря (<0,8 м/с);
- відносна вологість повітря (45 ... 75).

Людина відчуває зміни теплового комфорту, за якого температура в приміщенні t_{np} відповідає температурі повітря t_v та температурі поверхонь захищень $t_{пов}$:

$$t_{np} = \frac{t_v + t_{пов}}{2} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1)$$

**Теплова потужність інфрачервоних нагрівачів, Вт/(м³ x °C)
[Вт/(м² x °C)]**

Ступінь теплової ізоляції зовнішніх захищень приміщення	Об'єм приміщення, м ³		
	> 1000	5000	25000
Ізоляція дуже добра ¹	1,17 [4,16]	0,9 [3,2]	0,72 [2,56]
Ізоляція середня ²	1,36 [4,81]	1,05 [3,7]	0,84 [2,76]
Ізоляція традиційна ³	2,08 [7,28]	1,6 [5,6]	1,28 [4,48]
Ангари ⁴	3,64 [12,74]	2,8 [9,8]	2,24 [7,84]

¹Ізоляція стін і даху мінеральною ватою завтовшки 50 мм, засклення близько 10 %.

²Ізоляція стін і даху мінеральною ватою завтовшки 50 мм, засклення близько 40 %.

³ Дах неізольований, засклення близько 10 %.

⁴Стіни і дах без ізоляції.

У разі, коли здійснюється опалення опроміненням, людина оцінює температуру в приміщенні, яка називається температурою відчуття і вона визначається

$$t_{відч} = t_v + 0,072i \quad ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

у якій t_v – температура повітря, °C; 0,072 – коефіцієнт Бедфорда; i – інтенсивність випромінювання, Вт/м².

Температура відчуття завжди вища за температуру повітря.

На рис. 2 зображено спосіб визначення площі нагрівання інфрачервоними нагрівачами низької інтенсивності залежно від висоти встановлення.

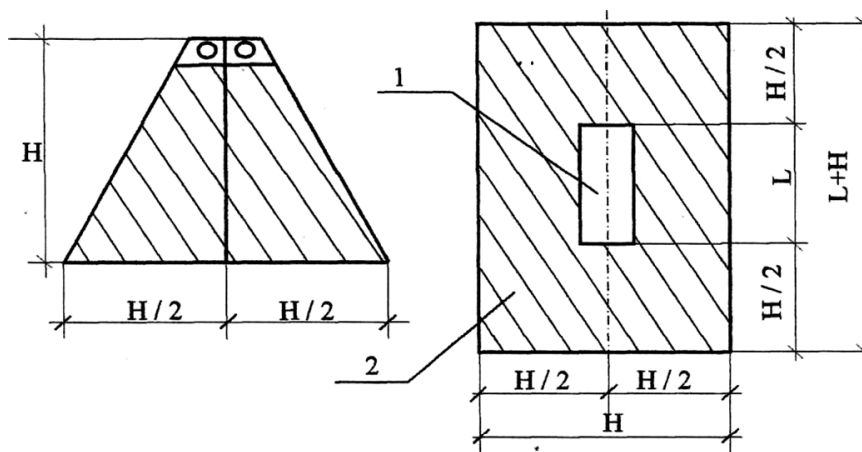


Рис. 2. Ілюстрація способу визначення площі опромінення:
1 – інфрачервоний нагрівач завдовжки L , м, встановлений на висоті H , м;
2 – площа опромінення

Для зручності обчислень була встановлена графічна залежність площі прогрівання від висоти встановлення нагрівача.

Для прикладу брались випромінювачі Solaronics типу TL.

Ці номограми апроксимовані залежностями:

а) для горизонтально влаштованих приладів:

$$S_{TL23} = 15,58 \times e^{0,4212 \times H} \quad \text{м}^2; \quad (3)$$

$$S_{TL36} = 36,71 \times e^{0,3389 \times H} \quad \text{м}^2; \quad (4)$$

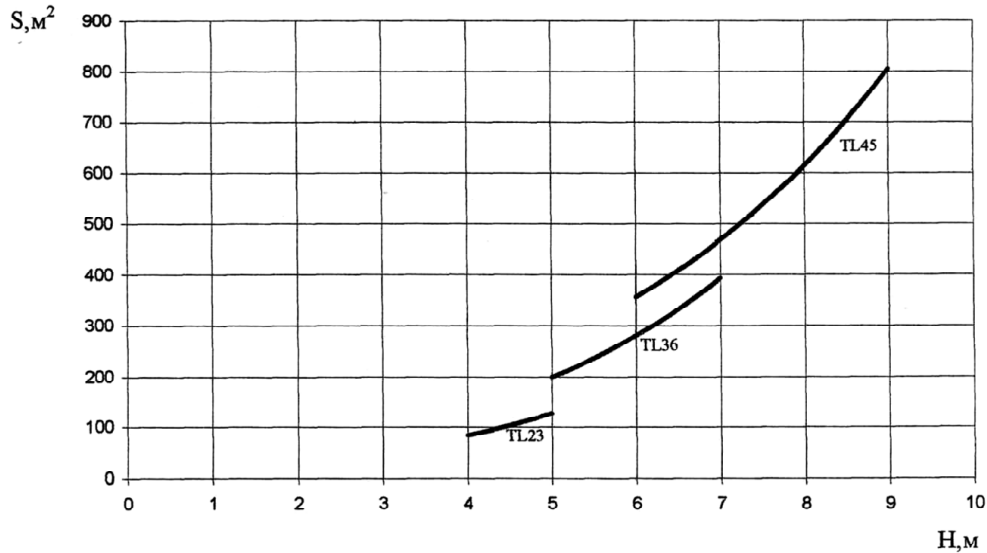
$$S_{TL45} = 69,98 \times e^{0,2714 \times H} \quad \text{м}^2; \quad (5)$$

б) для приладів, влаштованих з нахилом 30°:

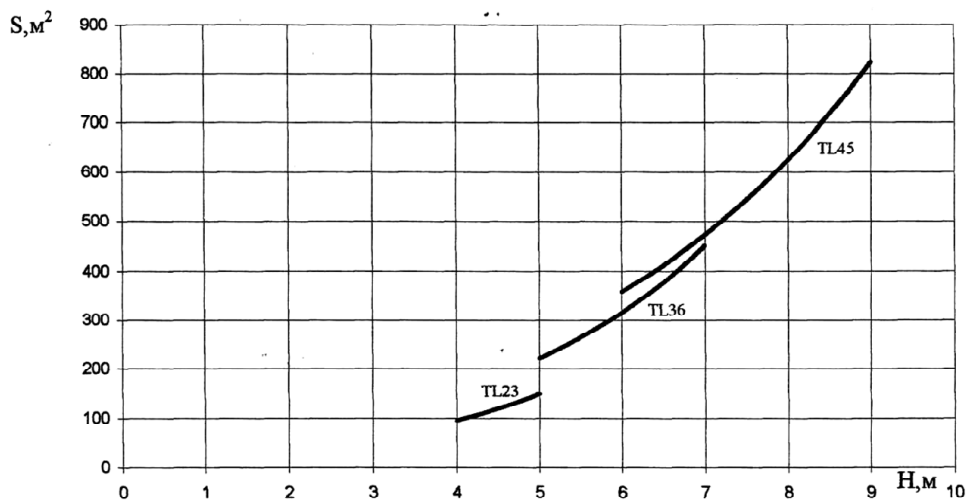
$$S_{TL23} = 16,11 \times e^{0,4463 \times H} \text{ м}^2; \quad (6)$$

$$S_{TL36} = 36,86 \times e^{0,358 \times H} \text{ м}^2; \quad (7)$$

$$S_{TL45} = 68,0 \times e^{0,2772 \times H} \text{ м}^2. \quad (8)$$



а



б

Рис. 3. Залежність площі опромінення $S, \text{ м}^2$, від висоти встановлення $H, \text{ м}$, нагрівачів:
а – прилад, влаштований горизонтально; б – прилад, влаштований з нахилом 30°

Висновки. У роботі наведений приклад методики інженерного підбору потужності системи опалення інфрачервоними нагрівачами, визначення площі нагрівання виробничих приміщень залежно від висоти встановлення нагрівачів. Запропонована аналітична залежність дає змогу значно спростити інженерні розрахунки.

1. Бураковский Т., Гизинский Е., Саля А. Инфракрасные излучатели / Пер. с польск. – Л.: Энергия, 1978. – 408 с.
2. Анго М.А. Инфракрасные излучения. – Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 81 с.
3. Ициксон В.С., Денисов Ю.Л. Инфракрасные газовые излучатели. – М.: Недра, 1969. – 277 с.
4. Bakowski K. Sieci I instalacje gazowe. – Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2002.