

## ПАНЕЛЬНІ ТРУБЧАСТІ ВИПРОМІНЮВАЧІ ДЛЯ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНОГО ОПАЛЕННЯ І ОХОЛОДЖЕННЯ

У приміщеннях з конвективними системами опалення тепле повітря піднімається у верхню зону приміщення і створює там “теплову подушку”, яка перегріває верхню зону і значно підвищує тепловтрати через будівельні конструкції верхньої зони і з вентиляційним повітрям. Як показали дослідження, різниця температури в робочій зоні і верхній зоні великих приміщень, при їх конвективному опаленні, досягає 15...20 °С, а тепловтрати приміщення, при цьому, збільшуються майже в 2 рази у порівнянні з тепловтратами при рівномірному розподілі температури по висоті приміщення [1].

Слід також зазначити, що конвективні системи опалення забезпечують задовільні умови мікроклімату в більшій частині приміщення, але у привіконних зонах і біля зовнішніх огорожень, внаслідок їх низької температури, втрата тепла людиною випромінюванням збільшується, що негативно впливає на її самопочуття.

Променисте опалення являє собою один з найбільш довершених способів обігріву приміщень будинків різного призначення. Промениста передача енергії більш ефективна ніж конвективна, оскільки при променистому опаленні енергія без перешкод переноситься на великі відстані в об'ємі приміщення, тому опалювальні прилади можна розташовувати під стелею, у конструкціях огорожень і т.д. Виникає можливість у широких межах варіювати температуру поверхні нагрівачів від дуже низької (25–30 °С) до дуже високої (1000 °С і більше).

Головною принциповою особливістю променистого опалення великих виробничих будівель є механізм формування температури в приміщенні.

Промениста енергія від генераторів теплоти, розміщених у верхній зоні приміщення, нагріває будівельні конструкції і обладнання в робочій зоні, а повітря приміщення нагрівається від нагрітих променистим теплом поверхонь будівельних конструкцій і обладнання. Такий механізм формування температурних умов у приміщенні подібний механізму, що спостерігається в природному середовищі, коли людина в сонячну погоду відчуває себе комфортно навіть в прохолодний день [1, 2].

Принциповою ознакою температурної ситуації у приміщенні при променистому опаленні є наступне: середня радіаційна температура в робочій зоні приміщення завжди вища за середню температуру повітря в цій зоні; температура підлоги вища на 3–4 °С за температуру на рівні голови людини. Температурна ситуація у приміщенні при конвективних і радіаційних системах опалення показана на рис. 1.

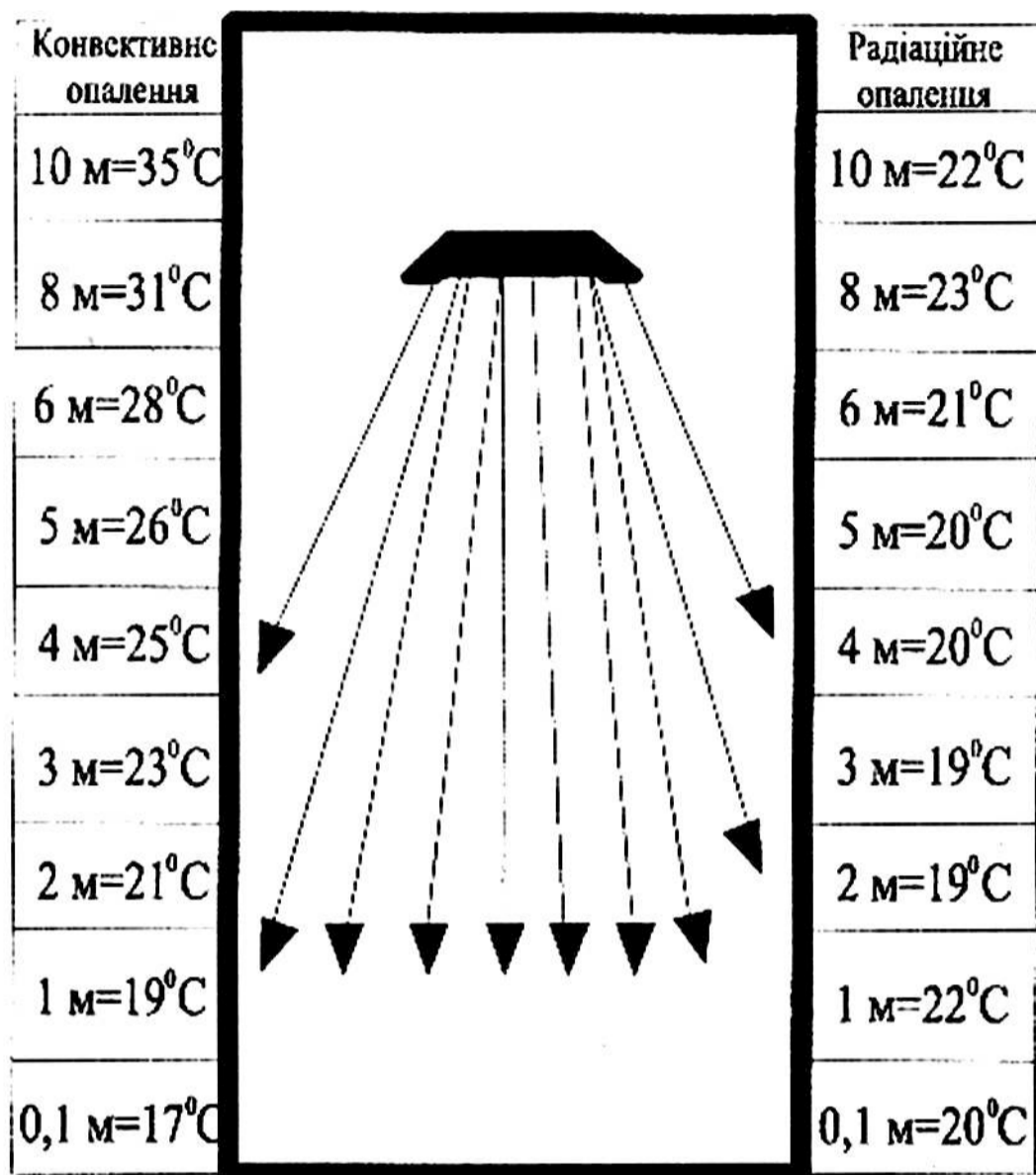


Рис. 1. Розподіл температури по висоті приміщення при конвективному і радіаційному опаленні

Інженерний метод розрахунку центрального радіаційного опалення будівель і споруд включає визначення:

- витрат теплоти для компенсації тепловтрат через зовнішні огороження приміщення;
- витрат теплоти для компенсації тепловтрат при вентиляції приміщення;
- умов комфортності теплового середовища у приміщенні;
- оптимального розміщення випромінювачів у приміщенні [3].

Необхідно відмітити, що переведення опалення великих приміщень з конвективного на переважно радіаційне є одним із основних напрямків галузевої програми по енергозбереженню на 1996–2010 рр., яка роз-

роблена і прийнята на основі Комплексної державної програми енергозбереження в Україні на 1996–2010 рр.

Основні наукові дослідження в галузі радіаційного опалення за останні 10 років були направлені на удосконалення високотемпературних радіаційних систем з газовими “світлими” інфрачервоними випромінювачами з температурою 900–950 °С і “темними” інфрачервоними випромінювачами з температурою 250–400 °С.

Метою даної роботи є дослідження теплових режимів панельних трубчастих випромінювачів з температурою 100–250 °С для водяних та тепломасельних систем радіаційного опалення, які без суттєвого переобладнання можуть бути використані також для систем радіаційного охолодження. На рис. 2 приведена схема конструкції такого випромінювача. Він складається з труб теплоносія (вода, або технічні масла), які дозволяють підтримувати температуру до 250 °С; алюмінієвого екранного орєбрення, теплоізоляції верхньої площини з метою зниження тепловтрат у верхню зону приміщення і закрилків ( $\alpha \approx 45^\circ$ ). Такі випромінювачі розміщуються у верхній зоні приміщення і вони шляхом випромінювання передають теплоту у робочу зону.

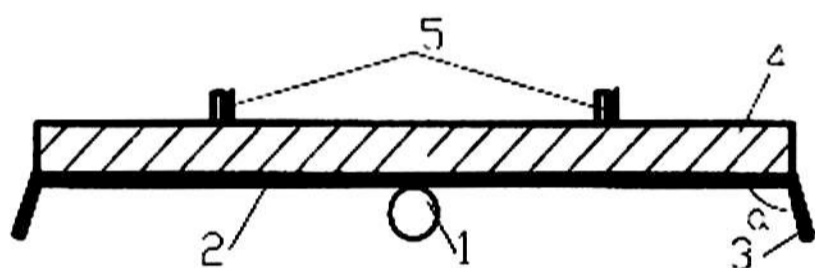


Рис. 2. Конструктивна схема радіаційного панельного трубчастого випромінювача:  
1 – труба теплоносія; 2 – орєбрення труби теплоносія; 3 – захисні протиконвективні закрилки; 4 – теплоізоляція; 5 – кріплення випромінювача

Для визначення оптимальних розмірів випромінювачів лабораторією кафедри теплотехніки КНУБА були проведені експериментальні дослідження ребристих випромінювальних систем.

Для експериментальних досліджень був виготовлений випромінювач, який складається з алюмінієвого листа (розмірами 1х2 м, товщиною 2 мм), труби для теплоносія (розмірами 20х20 мм) і електронагрівача, який моделює тепловий режим труби теплоносія. Необхідні температурні режими випромінювача створювались шляхом нагрівання електронгрівачем ребристої системи до заданої температури.

ТЕН виготовлений з ніхромової спіралі, ізольованої керамічними трубками і розміщений у квадратному профілі розміром 0,03х0,03 м.

Були проведені дослідження з такими розмірами орєбрення (рис. 3): довжиною – 100 см і шириною листа –  $l_1 = 80$  см,  $l_2 = 60$  см,  $l_3 = 40$  см,  $l_4 = 20$  см (без урахування протиконвективних закрилків шириною 20 см).

Температура ребрення вимірювалась за допомогою хромель – копельових термопар. Знімалися показання термопар в 16 точках (рис. 4) за допомогою цифрового мілівольтметра Ф 283. Температура навколишнього повітря вимірювалась за допомогою ртутного термометра ціною поділки 0,1 °С.

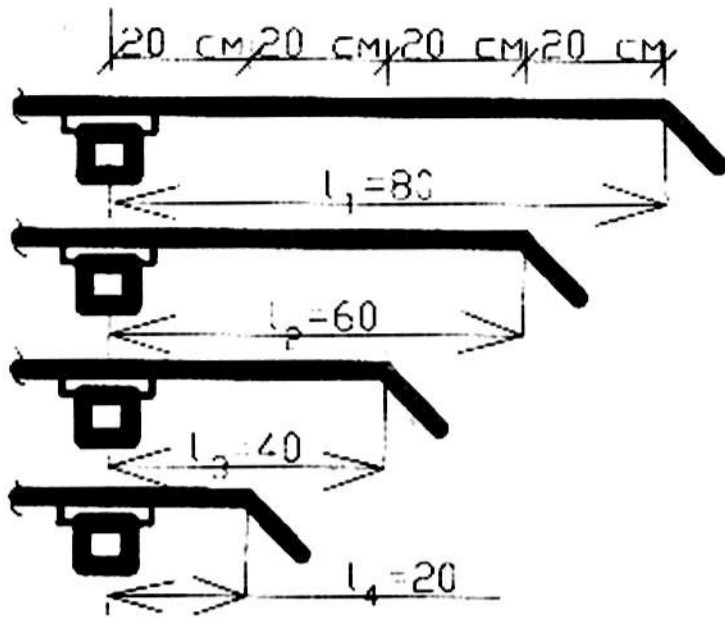


Рис 3. Ребристі елементи випромінювачів з теплоізоляцією верхньої поверхні (на рисунку не показана):

$l_1 = 80$  см,  $l_2 = 60$  см,  $l_3 = 40$  см,  
 $l_4 = 20$  см

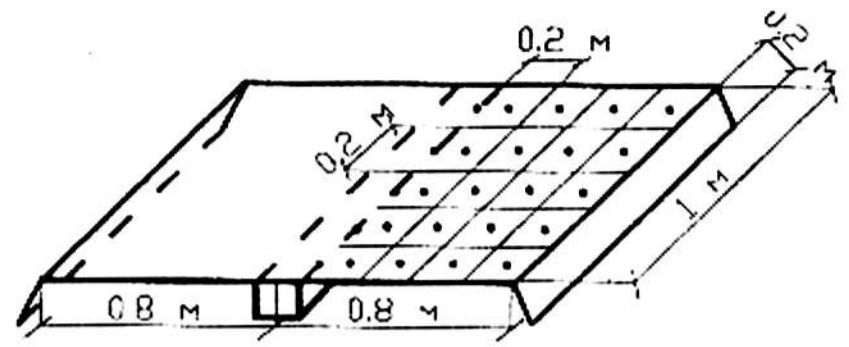


Рис. 4. Розміщення термопар по ребренню випромінювача:  
• – точки вимірювання температури

Теплотехнічні характеристики панельних трубчастих систем приведені в таблиці 1, а результати експерименту рис. 5, 6.

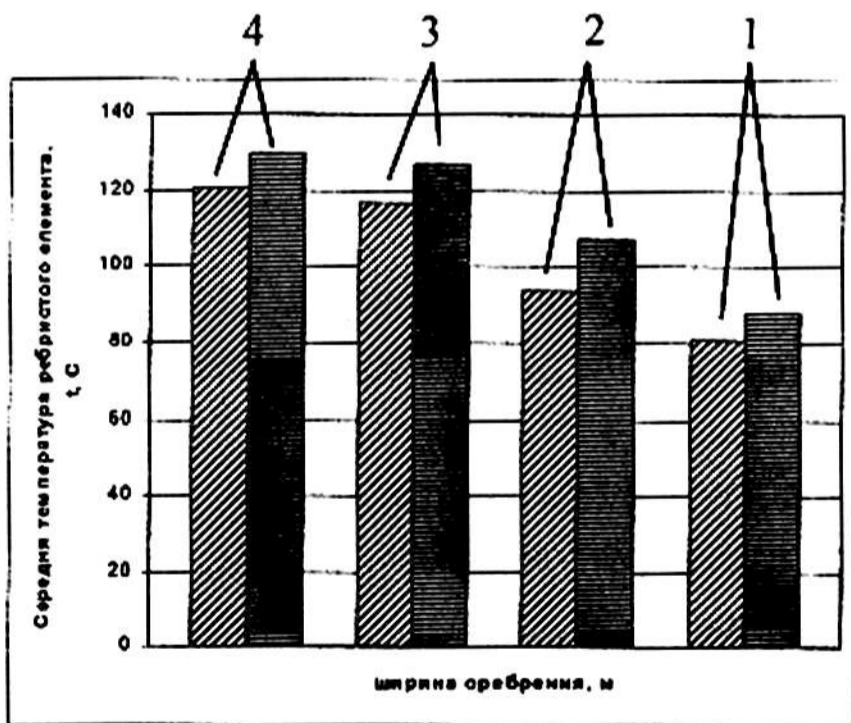


Рис. 5. Середня температура дослідних ребристих елементів випромінювачів

▨ – без теплоізоляції верхньої поверхні;  
▨ – з теплоізоляцією верхньої поверхні;

1 –  $l_1 = 0,8$  м; 2 –  $l_2 = 0,6$  м;  
3 –  $l_3 = 0,4$  м; 4 –  $l_4 = 0,2$  м

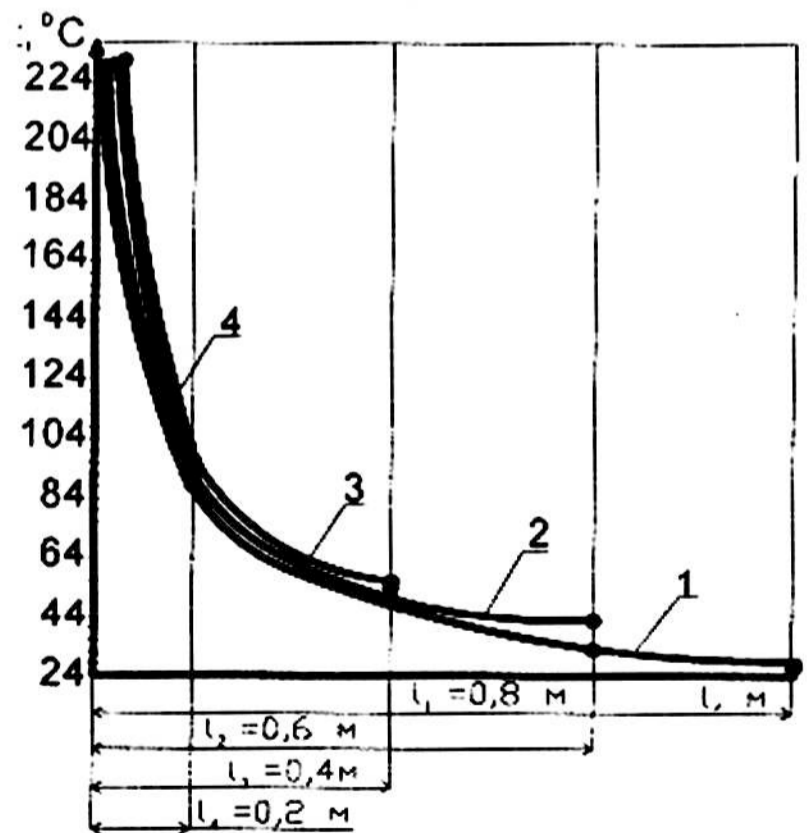
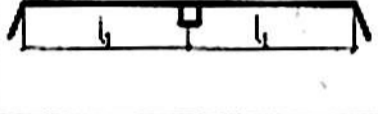


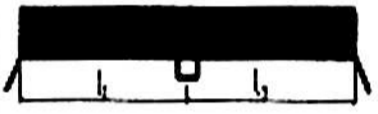


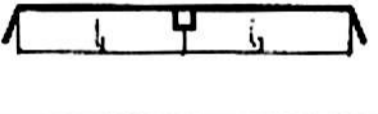
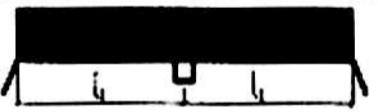


Рис. 6. Температура ребрення випромінювача з теплоізоляцією верхньої поверхні:

1 –  $l_1 = 0,8$  м; 2 –  $l_2 = 0,6$  м;  
3 –  $l_3 = 0,4$  м; 4 –  $l_4 = 0,2$  м

## Теплотехнічні характеристики панельних трубчастих систем

№	Характеристики дослідного елемента					Теплотехнічні параметри дослідного елемента		
	Схема дослідного елемента	Розміри дослідного елемента, м	Площа оребрення, м <sup>2</sup>	Маса оребрення, кг	Підведена потужність, Вт	Середня температура дослідного елемента, °С		Теплопродуктивність елемента, Вт/м <sup>2</sup>
						в основі випромінювача	оребріння	
1		$l_1 = 0,8$	1,6	11	940	$220 \pm 5$	81	870
2		$l_1 = 0,8$	1,6	11	940	$228 \pm 10$	88	940
3		$l_1 = 0,6$	1,2	8,8	940	$222 \pm 5$	94	1000
4		$l_1 = 0,6$	1,2	8,8	940	$230 \pm 10$	107	1150
5		$l_1 = 0,4$	0,8	6,6	940	$223 \pm 5$	117	1280
6		$l_1 = 0,4$	0,8	6,6	940	$232 \pm 10$	127	1420
7		$l_1 = 0,2$	0,4	4,4	940	$222 \pm 5$	121	1330
8		$l_1 = 0,2$	0,4	4,4	940	$232 \pm 10$	130	1460

## Висновок

Результати дослідження свідчать, що близькими до оптимальних розміри трубчастих ребристих випромінювачів з використанням теплоносія з температурою до 180 °С є випромінювачі з шириною ребра 0,17–0,20 м з ізоляцією верхньої поверхні, яка забезпечує тепловідвід випромінювача у верхню зону приміщення приблизно 10% від загальної теплопродуктивності випромінювача. Протиконвективні закрилки при цьому доцільно розміщувати приблизно на 45° по відношенню до

горизонтальної площини випромінювача. При зазначених розмірах 1 м випромінювача і підведеній потужності 940 Вт теплопродуктивність випромінювача з шириною ребра 0,2 м складає  $1460 \text{ Вт/м}^2$ , а маса випромінювача – 4,4 кг, а при аналогічній теплопродуктивності і ширині випромінювача 0,8 м зазначені характеристики становлять відповідно  $870 \text{ Вт/м}^2$  і 11 кг.

### Використана література

1. *Мачкаши А., Банхиди Л.* Лучистое отопление. – М.: Стройиздат, 1985. – 464 с.
2. *Банхиди Л.* Тепловой микроклимат помещений. – М.: Стройиздат, 1981. – 241 с.
3. *Худенко А. А.* Радіаційне опалення і охолодження: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2004. – 152 с.