



Національний університет

водного господарства та природокористування

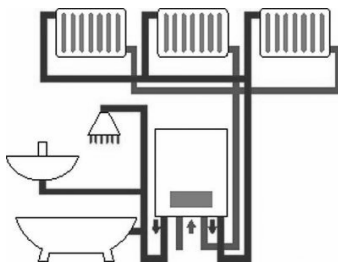
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра водовідведення, теплогазопостачання та вентиляції

056 - 297

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Опалення” студентами напряму підготовки 6.060101 “Будівництво” професійного спрямування “Теплогазопостачання та вентиляція” всіх форм навчання



Рекомендовано до друку методичною комісією напряму підготовки “Будівництво” професійного спрямування “Теплогазопостачання та вентиляція” протокол № 6 від 13 червня 2012 року

Рівне - 2012



Національний університет

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Опалення” студентами напряму підготовки 6.060101 "Будівництво" професійного спрямування "Теплогазопостачання та вентиляція" всіх форм навчання/ Л.А.Саблій, М.М.Басюк - Рівне: НУВГП, 2012. - 24 с.

Упорядники: Л.А.Саблій, канд.техн.наук, професор,
М.М.Басюк, асистент.

Відповідальний за випуск М.М.Гіроль, доктор техн.наук, проф.,
завідувач кафедри водовідведення, теплогазопостачання та
вентиляції.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Саблій Л.А.,
Басюк М.М., 2012
© НУВГП, 2012



ВСТУП

Теоретичне викладення дисципліни “Опалення”, практичні заняття та курсове проектування неодмінно повинні супроводжуватись лабораторними роботами, які не тільки сприяють поглибленому засвоєнню теоретичного матеріалу, але й практичному оволодінню навичками до самостійного наукового дослідження, користування приладами, методів проведення вимірів та ін.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ НА ЛАБОРАТОРНОМУ СТЕНДІ

Тривалість роботи – 2 години.

Мета роботи: визначення коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу двотрубною системою водяного опалення при живленні приладів за схемами «зверху-вниз» та «знизу-вгору».

Матеріальне забезпечення:

- лабораторна установка (рис. 1).

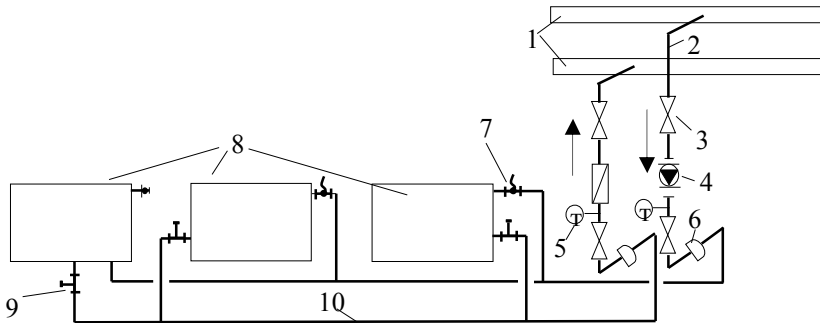


Рис. 1. Схема лабораторної установки для визначення коефіцієнта теплопередачі опалювальних приладів:

1 – розподільна гребінка; 2 – подаючий трубопровід; 3 – кульовий кран; 4 – насос; 5 – термометр; 6 - кутник; 7 – терморегулятор; 8 – опалювальні прилади; 9 – спускний кран; 10 – зворотний трубопровід.

Методичні вказівки:

Коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу – величина, що характеризує теплотехнічні властивості приладу і дозволяє правильно розрахувати потрібну його поверхню для заданих умов.

При живленні опалювального приладу за схемою «зверху-вниз» витрата води через прилад дорівнює:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot q}{\Delta t}, \text{ кг/(Год} \cdot \text{м}^2), \quad (1)$$

де q – кількість тепла, яку віддає 1 м² опалювального приладу, Вт;
 Δt – різниця температур на вході і виході з опалювального приладу, °С.

Кількість тепла, яку віддає 1 м² опалювального приладу, визначається за формулою

$$q = k \cdot \Delta t_{cep} \cdot \beta_0, \text{ Вт/м}^2 \quad (2)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу, Вт/(м²·°С);

Δt_{cep} – різниця між середньою температурою теплоносія в опалювальному приладі і температурою навколишнього повітря, t_n , °С:

$$\Delta t_{cep} = \frac{t_e + t_o}{2} - t_n \quad (3)$$

β_0 – поправочний коефіцієнт, який залежить від схеми подачі теплоносія в прилад і від розрахункової витрати теплоносія.

У вертикальному опалювальному приладі теплопередача залежить від схеми руху води. Рух води в приладі “знизу-вгору” забезпечує найменшу теплопередачу.

Згідно з експериментальними даними, коефіцієнт теплопередачі опалювальних приладів при живленні за схемою “знизу-вниз” зменшується на 5-10%, а при живленні за схемою “знизу-вгору” – на 15-20% порівняно з коефіцієнтом теплопередачі для схеми “зверху-вниз” при однаковій витраті води.

Величину коефіцієнта теплопередачі k визначають за такими формулами:



- для радіаторів при живленні їх водою за схемою “зверху-вниз”, для ребристих труб і регістрів з гладких труб, а також і при теплоносії – парі:

$$k = 2,08 \cdot \Delta t_m^{0,32} \quad (4)$$

- при живленні радіаторів за схемою “знизу-вниз”:

$$k = 3,78 \cdot \Delta t_m^{0,15} \quad (5)$$

- при живленні радіаторів за схемою “знизу-вгору” і односторонньому приєднанні підведень:

$$k = 3,26 \cdot \Delta t_m^{0,15} \quad (6)$$

- при живленні радіаторів за схемою “знизу-вгору” і при різносторонньому приєднанні підведень:

$$k = 3,49 \cdot \Delta t_m^{0,15} \quad (7)$$

Коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу з гладкими стінками можна визначити за формулою

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_g} + \frac{l}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}), \quad (8)$$

де α_g – коефіцієнт теплосприйняття від теплоносія до стінки опалювального приладу:

- для води $\alpha_g = 349-582 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
- для водяної пари $\alpha_g = 698-1163 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

α_s – коефіцієнт тепловіддачі від стінки опалювального приладу до повітря приміщення, в якому установлений прилад: $\alpha_s = 4,65-14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

l – товщина стінки приладу, $l = 0,003-0,004 \text{ м}$;

λ – теплопровідність матеріалу, з якого зроблений прилад:

- для чавуну $\lambda = 50 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;
- для сталі $\lambda = 58,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Очевидно, що величина $1/\alpha_g$ мала порівняно з величиною $1/\alpha_s$, а тому остання нарівні з величиною l/λ і відіграє вирішальну роль в процесі теплопередачі.

Коефіцієнт теплопередачі визначити важко тому, що він складається з теплопередачі конвекцією і теплопередачі

випромінюванням. Перша при інших рівних умовах залежить від швидкості руху повітря біля поверхні тепловіддачі, а друга – від температури і характеру тих поверхонь огорожень приміщення, які будуть сприймати випромінювання опалювального приладу. Значення всіх цих величин частіше всього невідоме.

Тому коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу k_{np} звичайно визначають таким чином. Спочатку визначають повну тепловіддачу опалювального приладу із виразу:

$$Q = k_{np} \cdot F \cdot (t_{cep} - t_n) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{Вт.} \quad (9)$$

Потім визначається k_{np} за формулою

$$k_{np} = \frac{Q}{F \cdot (t_{cep} - t_n) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (10)$$

Хід визначення.

Визначення проводиться для кожного опалювального приладу (Stelrad фірми KISAN) при двох інших відключених. Для відключення приладу використовуємо радіаторний терморегулятор. Живлення опалювального приладу здійснюється від котла.

Витрати теплоносія визначають за показами лічильника гарячої води протягом певного часу спостереження. Потрібна витрата теплоносія через прилад визначається за формулою

$$G_{номр} = \frac{F \cdot q}{c \cdot \Delta t_{np}}, \text{кг/год,} \quad (11)$$

де Δt_{np} – перепад температур теплоносія в опалювальному приладі, $^\circ\text{C}$.

Встановлюють температури води на вході в прилад $90\ ^\circ\text{C}$, на виході – $70\ ^\circ\text{C}$, тоді $\Delta t_{np} = 20\ ^\circ\text{C}$.

При досягненні стабільної витрати води і температур, що відповідають розрахунковим величинам, можна приступати до визначення коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу.

Температуру повітря в приміщенні вимірюють термометром.

Кожне спостереження здійснюють протягом не менше трьох хвилин і повторюють декілька разів (не менше трьох).

Обчислення результатів вимірювань.



Дані спостережень заносять в таблицю 1.

Таблиця 1

Визначення коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу

№ досліджу	Тривалість спостереження, τ , хв.	F , m^2	t_2 , $^{\circ}C$	t_0 , $^{\circ}C$	t_n , $^{\circ}C$	$G_{поч}$, m^3	$G_{кінь}$, m^3	$G = G_{поч} - G_{кінь}$, m^3	k , $Вт/(m^2 \cdot ^{\circ}C)$
Опалювальний прилад №1									
1									-
2									-
3									-
			$t_{2. \text{сеп.}}$	$t_{0. \text{сеп.}}$	$t_{n. \text{сеп.}}$			$G_{\text{сеп.}}$	
Опалювальний прилад №2									
1									-
2									-
3									-
			$t_{2. \text{сеп.}}$	$t_{0. \text{сеп.}}$	$t_{n. \text{сеп.}}$			$G_{\text{сеп.}}$	
Опалювальний прилад №3									
1									-
2									-
3									-
			$t_{2. \text{сеп.}}$	$t_{0. \text{сеп.}}$	$t_{n. \text{сеп.}}$			$G_{\text{сеп.}}$	

Після закінчення досліджу обчислюють середні температури за кожною графою таблиці. Потім визначають коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу:

$$k = \frac{G \cdot (t_2 - t_0) \cdot 60}{\tau \cdot F \cdot \left(\frac{t_2 + t_0}{2} - t_n \right)}, \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^{\circ}C), \quad (12)$$

де G – кількість води, яка пройшла через опалювальний прилад за період спостережень, m^3 ;

τ – тривалість спостереження, хв.;

t_2 , t_0 , t_n – температури гарячої, охолодженої води і повітря приміщення, $^{\circ}C$;

F – площа поверхні опалювального приладу, m^2 .

Отримане значення k потрібно порівняти з табличним значенням для досліджуваного приладу і визначити величину відхилень від табличних даних за виразом:



$$\delta = \frac{k - k_m}{k_m} \cdot 100, \% \quad (13)$$

За результатами проведеного досліджу за формулою (2) знаходять тепловіддачу 1 м² досліджуваного радіатора.

За одержаними результатами при різних схемах живлення опалювальних приладів потрібно визначити, як впливає схема живлення радіаторного вузла на величину коефіцієнта теплопередачі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ ІЗОЛЬОВАНОГО І ВІДКРИТО ПРОКЛАДЕНОГО ТРУБОПРОВОДІВ

Тривалість роботи – 2 години.

Мета роботи: ознайомлення з методикою визначення опору теплопередачі теплової ізоляції трубопроводів, отримання навичок у проведенні натурних вимірів.

Матеріальне забезпечення:

- лабораторна установка (рис. 2).

Методичні вказівки

Для монтажу систем водяного та парового опалення використовують сталеві нецинковані (чорні) зварні водогазопровідні труби, згідно ГОСТ 3262-75* - звичайні підсилені і легкі (залежно від товщини стінки) d =15-50 мм; сталеві електрозварні труби, згідно ГОСТ 10704-76*, ГОСТ 10706-76. В місцях, недоступних для ремонту, використовують сталеві безшовні (суцільнотягнуті) труби, згідно ГОСТ 8732-78, ГОСТ 8734-75. Вартість безшовних труб вища, ніж зварних, але вони більш надійні в експлуатації.

Попри широке використання сталевих труб в системах опалення пояснюється їх міцністю, простотою зварних з'єднань, близьким значенням коефіцієнта лінійного розширення порівняно з коефіцієнтом розширення бетону, що важливе при закладанні труб у бетон (наприклад, в бетонних панельних радіаторах).

Труби з'єднуються між собою, з опалювальними приладами і арматурою зварюванням, на різьбі і на фланцях. Зварне нерозбірне



з'єднання здійснюють встик і з використанням муфти. Різьбове нерозбірне з'єднання здійснюють за допомогою муфти з внутрішньою різьбою, але такі з'єднання використовують дуже рідко.

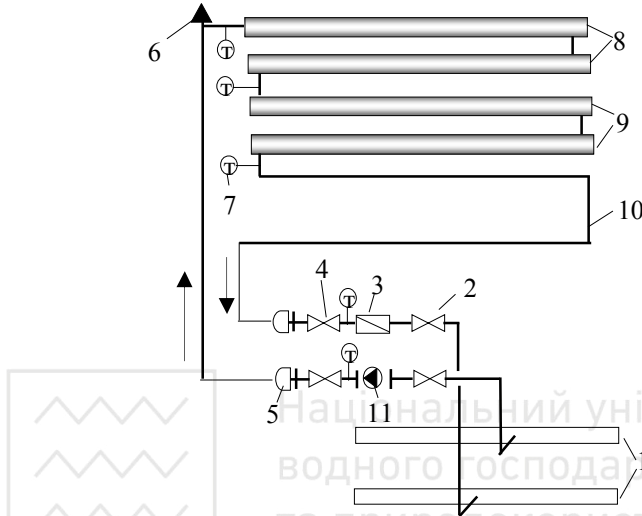


Рис.2. Схема лабораторної установки для визначення тепловіддачі ізольованого і відкрито прокладеного трубопроводів: 1 – розподільна гребінка; 2, 4 – кульові крани; 3 – зворотний клапан; 5 – кутник; 6 – повітровідвідник; 7 – термометр; 8, 9 – труби з різною ізоляцією; 10 – відкрита труба; 11 – насос.

Різьбове розбірне з'єднання влаштовують на трубах поблизу опалювальних приладів і арматури для їх демонтажу. Частина арматури з'єднують з трубами на фланцях.

Фасонні частини (муфти, коліна, трійники, хрестовини тощо) використовують чавунні і сталеві. Чавунні фасонні частини в даний час практично не застосовують тому, що замість різьбових з'єднань найчастіше використовують зварні, які потребують сталевих фасонних частин.

Теплову ізоляцію трубопроводів використовують при всіх способах прокладення теплових мереж незалежно від температури теплоносія. Прийнята конструкція теплоізоляції повинна мати товщину не вище встановлених норм і забезпечувати задані межі



зміни температури теплоносія на всіх ділянках теплової мережі, допустимі температури на поверхні ізоляції, не перевищувати нормативні тепловтрати. Згідно вимог, температура на поверхні теплоізоляційної конструкції в технічних підпіллях і підвалах житлових і громадських будинків не повинна перевищувати 45 °С (за температури повітря 25 °С), в камерах, тунелях, колекторах та інших доступних для обслуговування місцях – 60 °С.

Повний термічний опір відкрито прокладеного трубопроводу визначають за формулою

$$R = R_e + R_m + R_i + R_s, \text{ м} \cdot \text{°C/Вт}, \quad (14)$$

де R_e – опір теплопередачі від теплоносія до внутрішньої поверхні труби;

R_m – термічний опір стінки труби;

R_i – термічний опір антикорозійного покриття основного і покривного шарів ізоляції;

R_s – опір теплопередачі від зовнішньої поверхні ізоляції в навколишнє середовище.

В інженерних розрахунках опорами R_e і R_m нехтують через їх незначну величину.

Термічний опір R_i визначають за формулою:

$$R_i = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D_s}{D_e}, \text{ м} \cdot \text{°C/Вт}, \quad (15)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності шару ізоляції, Вт/(м²·°С);

D_e і D_n – відповідно внутрішній і зовнішній діаметри шару ізоляції, м.

Опір теплопередачі R_s обчислюють за формулою

$$R_s = \frac{1}{\pi \cdot D_s \cdot \alpha_s}, \text{ м} \cdot \text{°C/Вт}, \quad (16)$$

де α_s – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні ізоляції, Вт/(м²·°С). Значення коефіцієнта α_s приймають: для непрохідних каналів – 8,14, для прохідних каналів і приміщень – 10,5 Вт/(м²·°С).

На відкритому повітрі коефіцієнт α_s залежить від розрахункової швидкості вітру v :

v , м/с	5	10	15
α_s , Вт/(м ² ·°С)	21	30	35

Якщо коефіцієнт теплопровідності шару ізоляції невідомий, повний термічний опір трубопроводу можна знайти, виходячи з питомих теплових втрат трубопроводу:

$$q = \frac{\tau - t_o}{R}, \text{ Вт/м}, \quad (17)$$

де τ , t_o – відповідно температура теплоносія і розрахункова температура оточуючого середовища, $^{\circ}\text{C}$.

Для установленого режиму теплота, яка надходить від теплоносія до зовнішньої поверхні ізоляції, в тій же кількості надходить від поверхні ізоляції до оточуючого повітря, тобто

$$q = \frac{\tau - t_{нов}}{R_i} = \frac{t_{нов} - t_o}{R_3} \quad (18)$$

де $t_{нов}$ – температура на поверхні конструкції теплової ізоляції, $^{\circ}\text{C}$.

Питомі теплові втрати знаходять за виразом:

$$q = \frac{c \cdot G \cdot (\tau_{поч} - \tau_{кін})}{l}, \text{ кВт/м}, \quad (19)$$

де c – питома теплоємність теплоносія, для води 4,187 кДж/(кг · $^{\circ}\text{C}$);

G - витрата теплоносія, кг/с;

$\tau_{поч}$, $\tau_{кін}$ – температури теплоносія на початку і в кінці відкрито прокладеної ділянки трубопроводу, $^{\circ}\text{C}$;

l – довжина ділянки трубопроводу, м.

Хід визначення

Відкрити вентилі на початку і в кінці трубопроводу при підключенні установки до розподільної гребінки. Прогрів трубопроводу здійснювати протягом 1 год.

Виміряти температуру оточуючого повітря, температуру теплоносія на початку і в кінці кожної ділянки трубопроводу.

Зняти відлік витрати теплоносія на водолічильнику.

Обчислення результатів вимірювань

Результати вимірювань занести в таблицю 2. Питомі теплові втрати обчислюють за формулою (19), термічний опір ізоляції – за формулою (17).



Визначення опору теплопередачі теплової ізоляції і відкрито
прокладеного трубопроводу

Показники	Розмір- ність	Дані вимірювань		
		Труба в ізоляції №1	Труба в ізоляції №2	Труба без ізоляції
Температура оточуючого середовища t_o	$^{\circ}\text{C}$			
Температура теплоносія: - на початку ділянки трубопроводу $\tau_{поч}$	$^{\circ}\text{C}$			
- в кінці ділянки трубопроводу $\tau_{кін}$	$^{\circ}\text{C}$			
Витрата теплоносія G	кг/с			
Втрати тепла 1 м довжини трубопроводу q	Вт/м			
Температура на поверхні теплової ізоляції: - на початку ділянки трубопроводу $t_{пов1}$	$^{\circ}\text{C}$			
- в кінці ділянки трубопроводу $t_{пов2}$	$^{\circ}\text{C}$			
Термічний опір ізоляції	$\text{m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$			

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3
ВИЗНАЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ТЕПЛОВІДДАЧІ ТЕПЛОЇ
ПІДЛОГИ

Тривалість роботи – 2 години.

Мета роботи: ознайомлення з основними елементами конструкції теплої підлоги, визначення радіаційної тепловіддачі теплої підлоги

Матеріальне забезпечення:

- лабораторна установка (рис. 3).

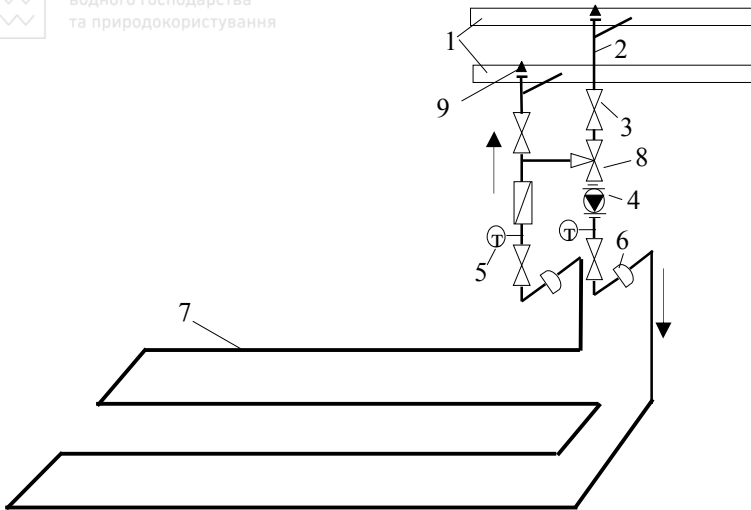


Рис.3. Схема лабораторної установки для визначення радіаційної тепловіддачі теплої підлоги:

1 – розподільна гребінка; 2 – подаючий трубопровід; 3 – кульовий кран; 4 – насос; 5 – термометр; 6 – кутник; 7 – змійовик теплої підлоги; 8 – триходовий клапан; 9 – повітровідвідник.

Методичні вказівки.

В системах **панельно-променевого опалення** нагрівальними поверхнями є стіни, стеля, підлога або спеціально виготовлені панелі приставного чи підвісного типу, які штучно обігріваються.

Для одержання таких поверхонь тепловіддачі в указані конструкції закладають труби невеликого діаметра, прокладають електричний кабель або влаштовують повітропроводи і канали.

Як теплоносій в системах панельно-променевого опалення здебільшого використовують низькотемпературну воду, що дозволяє зменшити витрати енергії й палива (до 20%). Нагрівання води для системи панельно-променевого опалення може здійснюватись в котельні або в котлі, розташованому безпосередньо в будинку (в автономних системах опалення).

Систему панельно-променевого опалення можна поєднувати з традиційною конвективною системою. Наприклад, влаштування



теплої підлоги в окремому приміщенні: дитячій кімнаті, ванній або санвузлі, а в інших - влаштування радіаторів. Тоді в кожній системі використовують теплоносій з різною температурою, наприклад: для теплої підлоги – воду з температурою до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в системі з радіаторами - $95\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В звичайних конвективних системах (з відкрито розташованими опалювальними приладами) температура поверхонь в приміщенні, яке опалюється, становить: стін – $12\text{ }^{\circ}\text{C}$; подвійних вікон – $4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такі значення температур на поверхнях огорожень спричинюють віддачу тепла організмом людини, головним чином, за рахунок випромінювання.

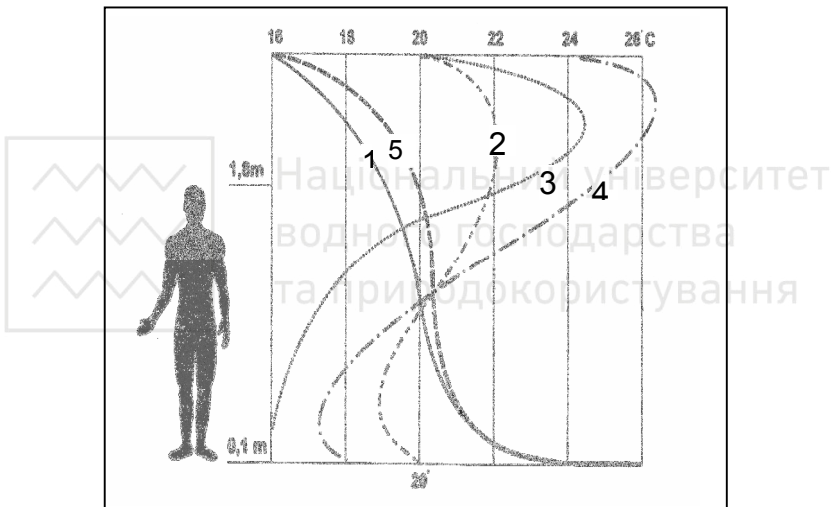


Рис. 4. Розподіл температур в приміщенні з підлоговим опаленням і з радіаторами:

1 – ідеальний профіль; 2 – звичайні радіатори, розташовані біля зовнішніх стін; 3 – звичайні радіатори, розташовані біля внутрішніх стін; 4 – повітряне опалення; 5 – підлогове опалення.

Як відомо, самопочуття людини значно поліпшується при віддачі тепла конвекцією, а не випромінюванням. Для цього потрібно в приміщенні, що опалюється, підтримувати температуру поверхонь огорожень на більш високому рівні, ніж та, що



спостерігається при використанні опалювальних приладів конвективної дії (ця температура повинна бути вищою, ніж температура повітря в приміщенні). Якраз це й спостерігається в панельно-променевих системах опалення.

Температури на поверхні панелей можуть доходити при опаленні стелею до 40°C ; при підлоговому опаленні – до 26°C . Для стінових панелей температура поверхні може досягати 60°C .

Підвищена гігієнічність панельно-променевого опалення полягає також у відсутності видимих опалювальних приладів і понижених проти звичайних систем температурах поверхонь, які віддають тепло, і, як наслідок, зменшенні можливості збору і розкладання органічного пилу.

Потрібно відзначити, що в системах панельно-променевого опалення спостерігають більш рівномірний розподіл температур повітря по висоті приміщення (рис. 4), і є можливість зниження температури повітря в приміщенні на $1-2^{\circ}\text{C}$ без погіршення самопочуття людини внаслідок збільшення частки конвекції в тепловіддачі організмом людини.

Важливою перевагою панельно-променевого опалення є менша маса металу і більша кількість знятого тепла, порівняно з відкритими трубами і радіаторами в конвективних системах опалення.

Система панельно-променевого опалення **нагрітою підлогою (підлогове опалення)** – “**тепла підлога**”, найбільш доцільна для приміщень великого об’єму: вокзалів, аеропортів, ангарів, виставкових і спортивних зал, але її можна застосовувати в квартирах, котеджах, дитячих садках, лікувальних закладах, готелях, банках, магазинах, промислових об’єктах тощо.

Для теплої підлоги максимальну температуру поверхні приймають:

- для підлоги приміщень з постійним перебуванням людей – 26°C ;
- для підлоги приміщень з тимчасовим перебуванням людей і для обхідних доріжок басейнів – 31°C .

Температура поверхні підлоги по осі нагрівального елемента в дитячих закладах, житлових будинках і плавальних басейнах не повинна перевищувати 35°C .



Як нагрівальний елемент для теплої підлоги можна застосовувати металопластикові труби KISAN, влаштування яких в підлозі показане на рис.5.

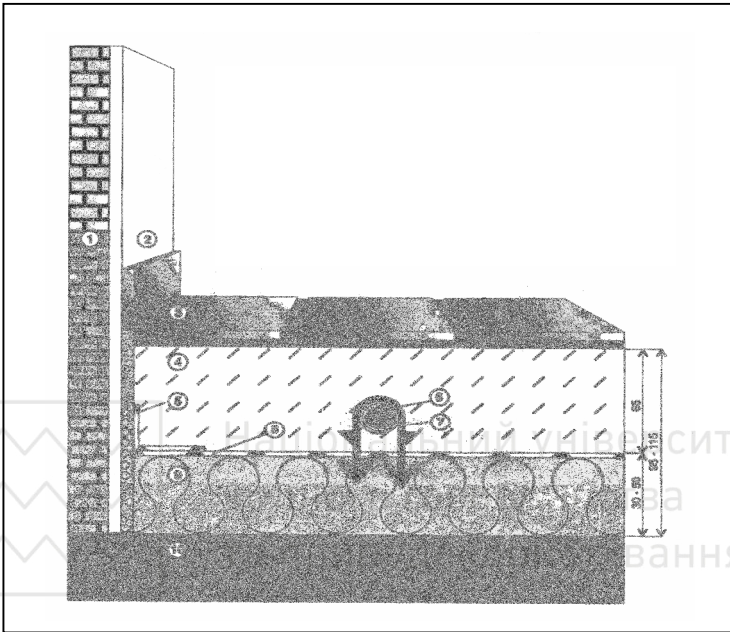


Рис.5. Конструкція теплої підлоги:

1 – стіна; 2 – штукатурка; 3 – підлогове покриття; 4 – бетонна заливка; 5 – крайова ізоляція; 6 – багатошарова труба типу KISAN; 7 – затискувач для труби; 8 – шар гідроізоляції (поліетиленова плівка); 9 – шар термоізоляції; 10 - перекриття

Конструктивно підлога представляє собою декілька шарів, а саме:

- шар теплоізоляції з пінополістиролу високої твердості з мінімальною густиною 20 кг/м^3 . Товщина ізоляції залежить від типу приміщення, де потрібен підігрів підлоги, і приймається від 30 до 100 мм. Також можна застосувати мінеральну вату з підсиленням смолами;
- шар гідроізоляції для захисту теплової ізоляції від



зволужування - поліетиленова плівка;

- нагрівальна плита з трубами. Для виготовлення теплих контурів можна використовувати два типи труб KISAN: труби червоного кольору PE80-Al-PE80 діаметром 16x2,0 мм і труби білого кольору PEX-Al-PEX з використанням структурованого поліетилену діаметром 16x2,0 і 20x2,25. Для виготовлення нагрівальної плити використовують два типи розчинів: цементні (портландцемент) та ангідритові (з сухих сумішей). Для регулювання якості цементних розчинів додають пластифікатор.

Підлогове покриття влаштовують з таких матеріалів: природний камінь (граніт, мармур), керамічна плитка, пластмасові матеріали покриття (ПВХ), килимові підлогові покриття, паркет товщиною до 10 мм.

Для відокремлення нагрівальної плити від вертикальних будівельних огорожень використовують крайову ізоляцію, яка відіграє роль компенсатора при тепловому розширенні плити, обмежує втрати тепла через стіни будинку та ізолює від шуму. Це може бути стрічка з пінополіуретану товщиною 8 мм і шириною 150 мм, до якої прикріплено поліетиленову плівку. Ця плівка після укладення теплової ізоляції не дає змоги бетону потрапити між стінкою і плитою під час виливання шару розчину.

При укладенні труб застосовують два способи (рис. 6):

а) змійовик розташовують у формі меандру (рис. 6, а), в цьому випадку початок змійовика з найвищою температурою влаштовують біля стін з найбільшими втратами тепла;

б) у формі змійовика, подібного до петлі, (рис. 6, б), завдяки чому забезпечують більш рівномірний розподіл температури підлоги.

У місцях з більшими тепловими втратами, за наявності великих віконних і дверних прорізів, можна використовувати невелику крайову зону шириною близько 1 м уздовж зовнішніх стін, де труби прокладають з меншим зазором. Змійовик у крайовій зоні частіше всього є незалежним нагрівальним контуром (рис. 6, в).

У приміщеннях невеликого розміру допускається з'єднання змійовика у крайовій зоні з основним контуром (рис. 6, г).

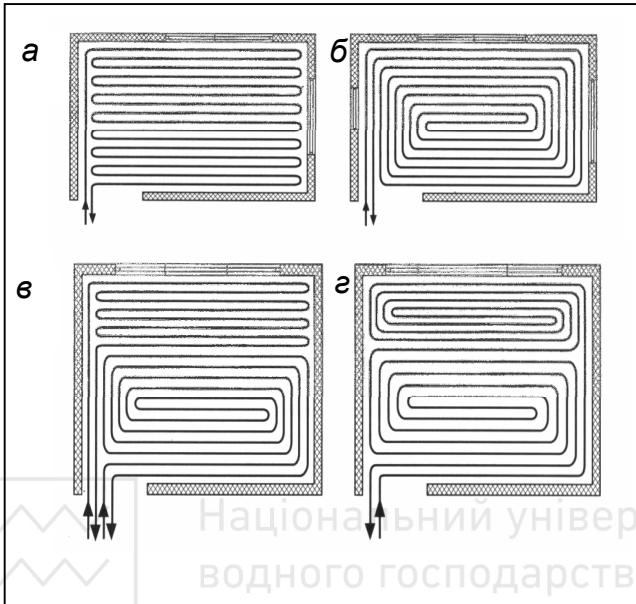


Рис. 6. Схеми укладання труб підлогового опалення:

а – змійовик у формі меандру; б – у формі петлі; в – крайова зона у вигляді незалежного контуру; г – з'єднання крайової зони з основним контуром

Температура води, яку подають в систему підлогового опалення при застосуванні труб KISAN, не повинна перевищувати 55°C . При об'єднанні підлогового опалення з традиційним високотемпературним опаленням необхідно влаштовувати систему зниження температури води перед подачею в контур теплої підлоги. Принципові схеми сумісних систем представлені на рис. 7.

Термостатичний регулювальний клапан застосовують, щоб температура води, яка поступає, не перевищувала заданої. Додатковим обладнанням є тепловий перемикач насоса за температури на 5°C вище порівняно з установкою голівки термостатичного клапана.

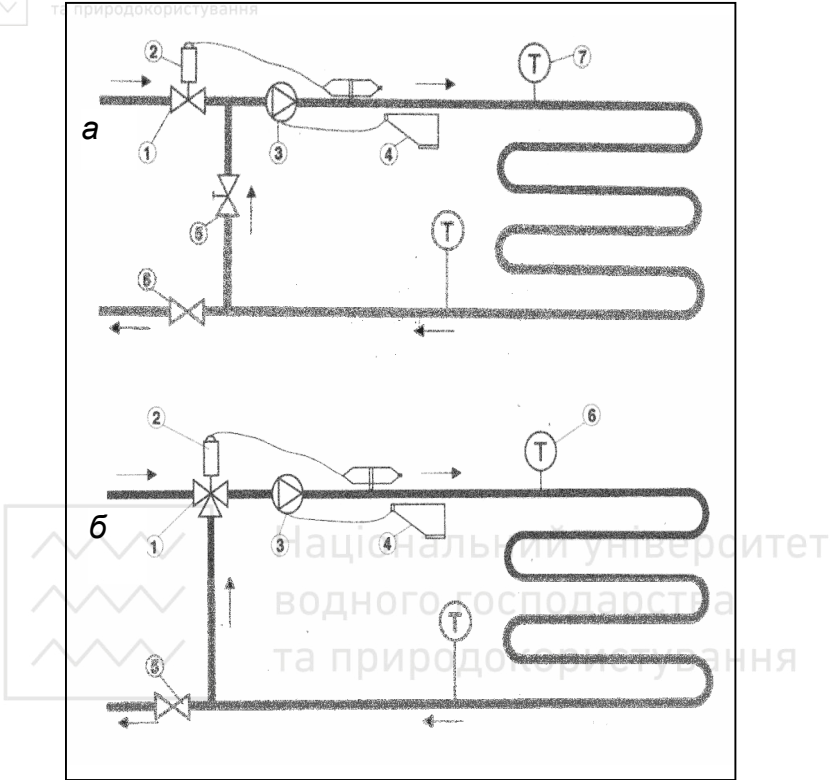


Рис.7. Принципові схеми сумісних систем підлогового і радіаторного опалення:

а – схема з регулювальним клапаном:

1 – термостатичний клапан; 2 – термостатична голівка з датчиком; 3 – циркуляційний насос; 4 – електричний кімнатний трубчастий регулятор; 5 – обхідний регулювальний клапан; 6 – кульовий клапан; 7 – термометр;

б – схема з триходовим клапаном:

1 – термостатичний триходовий клапан; 2 - термостатична голівка з датчиком; 3 – циркуляційний насос; 4 - електричний кімнатний трубчастий регулятор; 5 – кульовий клапан; 6 - термометр

Для підтримування в приміщенні потрібної температури потрібно, щоб кількість тепла, що віддається теплою підлогою,

дорівнювала тепловтратам приміщення. Температура поверхні підлоги не повинна перевищувати встановленої межі.

Тепловіддачу 1 м² площі підлоги визначають за формулою

$$q_{op} = \frac{Q}{F}, \text{ Вт/м}^2 \quad (20)$$

де F – площа поверхні підлоги для підігріву, м².

Приймаючи температуру води на вході і виході з контуру підлогового опалення, можна обчислити середню різницю температур:

$$\Delta t_{cep} = 0,5(t_{ex} + t_{vux}) - t_{\epsilon}, \quad (21)$$

Для конструювання теплої підлоги приймається модуль укладання труб - a .

Модуль укладання труб – це відстань між трубами, яка приймається 0,2; 0,25; 0,3; 0,35 м, а для крайової зони 0,1 або 0,15 м.

Тепловіддачу 1 п. м змійовика обчислюють за формулою

$$q_1 = q \cdot a, \text{ Вт/м} \quad (22)$$

де q – фактична тепловіддача 1 м² площі підлоги, Вт/м².

Потрібна довжина змійовика l визначається за формулою

$$l = \frac{Q}{q_1}, \text{ м} \quad (23)$$

Якщо $l > 120$ м, то змійовик потрібно розділити на декілька контурів, для яких виконують окремі розрахунки за теплом і гідравлічними параметрами. Кількість тепла, яка віддається за допомогою цих змійовиків, обчислюють за формулою

$$Q_i = Q \frac{F_i}{F}, \quad (24)$$

де Q_i – тепло, що віддається i – им змійовиком; F_i – поверхня підлоги, яку займає i – ий змійовик.

Температуру подачі для зв'язаних змійовиків приймають однаковою.

При обчисленні теплової продуктивності нагрівальних змійовиків приміщень, через які прокладають транзитні теплопроводи, тепловтрати цих приміщень приймають з урахуванням тепла, одержаного від транзитних теплопроводів:



$$Q' = Q - Q_{mp} = Q - q_1 l \quad (25)$$

де Q_{mp} – тепловіддача транзитних ділянок, Вт; l_{mp} – довжина транзитних ділянок, м.

Теплопродуктивність теплої підлоги визначають за формулою

$$Q = G \cdot c \cdot (t_{ex} - t_{vux}), \text{ Вт}, \quad (26)$$

де G – витрата води в трубопроводі теплої підлоги, кг/год.

Тепловіддача теплої підлоги може бути визначена за формулою

$$Q' = k \cdot F \cdot (t_{cep} - t_n), \text{ Вт}, \quad (27)$$

а коефіцієнт теплопередачі – за формулою (12).

Обчислення результатів вимірювань

Дані спостережень заносяться в таблицю 3.

Таблиця 3

Визначення тепловіддачі теплої підлоги

№ посліду	Тривалість спостереження, τ , хв.	F , м^2	t_{ex} , $^{\circ}\text{C}$	t_{vux} , $^{\circ}\text{C}$	t_p , $^{\circ}\text{C}$	$G_{пов}$, м^3	$G_{кв}$, м^3	$G = G_{пов} - G_{кв}$, м^3	k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$	Q' , Вт	Q , Вт	Q_m , Вт
1									-	-	-	-
2									-	-	-	-
3									-	-	-	-
			$t_{e.cep}$	t_{0cep}	$t_{n.cep}$			G_{cep}				

За формулою (27) обчислюють тепловіддачу теплої підлоги Q' і порівнюють із значенням Q , одержаним за формулою (26), а також із значенням Q_m , одержаним за формулою (20) з урахуванням табличної величини тепловіддачі 1 м^2 теплої підлоги.



ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха./ Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1993. – 64 с.
2. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник. – Рівне: УДУВГП, 2003 – 442 с.
3. Справочник проектировщика /Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. Ч. I. Отопление. - М.: Стройиздат, 1990. - 344 с.
4. Изменение № 1 СНиПа 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. / Госкомградостроительства Украины. – Киев, 1998. – 19 с.
5. Пирков В.В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. – К.: ”Такі справи”, 2003. – 176 с.
6. Зайцев О.Н., Любарец А.П. Проектирование систем водяного отопления: Пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов. – Вена-Киев-Одесса, 2008. – 200 с.
7. Покотилов В.В. Пособие по расчету систем отопления. Издательство: Вена: фирма «HERZ Armaturen», 2006.- 145с.



Вимоги до оформлення звіту про виконання лабораторної роботи

У звіті про виконання лабораторної роботи повинні бути вказані:

1. Назва лабораторної роботи.
2. Мета роботи.
3. Принцип визначення.
4. Хід визначення.
5. Обчислення результатів вимірювань, усі необхідні пояснення, графіки, малюнки.
6. Висновки.
7. Дата виконання та підпис студента, який виконав дану лабораторну роботу.



Вступ..... 3

Лабораторна робота №1.

Визначення коефіцієнта теплопередачі опалювальних приладів на лабораторному стенді 3

Лабораторна робота №2.

Визначення тепловіддачі ізолюваного і відкрито прокладеного трубопроводів 8

Лабораторна робота №3.

Визначення радіаційної тепловіддачі теплої підлоги 12

Література..... 22

Додаток..... 23