

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

**БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД
ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

**Методичні вказівки для розв'язання задач
на тему «Розрахунок елементів систем газопостачання та
опалення будівлі»**

**Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на першому (бакалаврському) рівні
заочної форми навчання
за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»,
спеціалізацією «Охорона праці»**

Харків 2019

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

**БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД
ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

**Методичні вказівки для розв'язання задач
на тему «Розрахунок елементів систем газопостачання та
опалення будівлі»**

**Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на першому (бакалаврському) рівні
заочної форми навчання
за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»,
спеціалізацією «Охорона праці»**

Харків 2019

Рекомендовано до друку кафедрою
пожежної профілактики в населених
пунктах НУЦЗ України
(протокол № 5 від 23.01.18.)

Укладачі: С.А. Горносталь, О.А. Петухова

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент **Ю.В. Уваров**, начальник науково-методичного центру навчальних закладів сфери цивільного захисту.

Безпека експлуатації будівель, споруд та інженерних систем: методичні вказівки для розв'язання задач на тему «Розрахунок елементів систем газопостачання та опалення будівлі». Для здобувачів вищої освіти, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні заочної форми навчання за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», спеціалізацією «Охорона праці» / Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 22 с.

Відповідальний за випуск Горносталь С.А.

ЗАДАЧА 1.1.

Визначити фізико-хімічні ($M_{\text{сум}}, \rho_n, \rho_{\text{ст}}$) та теплофізичні (Q_n^P, W, L_n, L_g) характеристики газу вказаного газового родовища.

Методика розв'язання.

Дано: газове родовище	1.Фізико-хімічні характеристики газової суміші:
$M_{\text{сум}}, \rho_n, \rho_{\text{ст}},$ $Q_n^P, W, L_n, L_g - ?$	1.1. <u>Визначення молекулярної ваги газової суміші:</u>
	$M_{\text{сум}} = \frac{M_1 \cdot \tau_1 + M_2 \cdot \tau_2 + \dots + M_i \cdot \tau_i}{100} \quad (1.1)$

де τ_i - об'ємна концентрація і-го компонента (додаток 1).

M_i - молекулярна вага і-го компонента (додаток 2);

1.2. Густина сухого газу при нормальних та стандартних умовах

Густина сухого газу **при нормальних** (0°C, 760 мм.рт.ст) ρ_n та **стандартних** умовах (20°C, 760 мм.рт.ст) $\rho_{\text{ст}}$ визначається **окремо**:

$$\rho_{\text{газу}} = \frac{\rho_{n.1} \cdot \tau_1 + \rho_{n.2} \cdot \tau_2 + \dots + \rho_{n.i} \cdot \tau_i}{100}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.2)$$

де $\rho_{n.i}$ та $\rho_{\text{ст}.i}$ - густина компонента при нормальних та відповідно стандартних умовах (додаток 2).

2. Теплофізичні характеристики газової суміші:

2.1. Тепло згоряння газу

Нижча теплота згоряння сухого газоподібного палива (газу) визначається за формулою:

$$Q_n^P = \frac{(Q_1 \cdot \tau_1 + Q_2 \cdot \tau_2 + \dots + Q_i \cdot \tau_i)}{100}, \text{ кДж/м}^3 \quad (1.3)$$

де Q_n^P - теплота згоряння сухого газу, кДж/м³;

Q_1, Q_2, Q_i - теплота згоряння компонентів, які складають газоподібне паливо, кДж/м³ (додаток 2);

τ_1, τ_2, τ_i - об'ємні долі компонентів, що складають газоподібне паливо, % (додаток 1).

2.2. Відношення теплоти згоряння (вищої або нижчої) газоподібного палива до його відносної щільності називається числом Воббе:

$$W = \frac{Q_H^P}{\sqrt{d_{нов}}}, \text{ кДж/м}^3 \quad (1.4)$$

де $d_{нов}$ - відносна густина газу за повітрям;

$$d_{нов} = \frac{\rho_H}{\rho_{нов}} \quad (1.5)$$

де ρ_H - густина газу при нормальних умовах, кг/м^3 ;

$\rho_{нов}$ - густина повітря при нормальних умовах, кг/м^3 ,

$\rho_{нов} = 1,2929 \text{ кг/м}^3$.

Допустиме відхилення числа Воббе від номінального значення (39400-52000 кДж/м^3) повинно бути не більше 5 %.

2.3. Визначення концентраційної межі спалахування

Газоповітряні суміші спалахують при визначених концентраціях горючих газів в газоповітряній суміші. Зі зменшенням або збільшенням вмісту горючих газів горіння зупиняється.

Мінімальний вміст горючого газу в газоповітряній суміші, при який ще розповсюджується полум'я, має назву нижча межа спалахування горючого газу.

Максимальний вміст горючого газу в газоповітряній суміші, при який ще розповсюджується полум'я, має назву вища межа спалахування горючого газу.

Межі спалахування визначаються за формулою, **окремо** для кожної:

$$L = \frac{100}{\frac{\tau_1}{L_1} + \frac{\tau_2}{L_2} + \dots + \frac{\tau_i}{L_i}} \quad (1.6)$$

де L - нижча або вища межа спалахування, %;

L_i - межа спалахування компонентів, % (додаток 2).

Задачі.

1.2. Визначити теплофізичні характеристики газу Шебілінського газового родовища.

1.3. Визначити фізико-хімічні характеристики газу Джанкійського газового родовища.

1.4. Визначити теплофізичні характеристики газу Котелевського газового родовища.

ЗАДАЧА 2.1

Визначити річні g_i^P та годинні витрати газу $g_i^{год}$ на потреби вказаного закладу, в якому газ використовується на вказані потреби, з заданою кількістю населення $N_{мешк.}$, при використанні газу вказаного газового родовища.

Методика розв'язання.

Дано: газове родовище; тип закладу, $N_{мешк.}$	Розрахункові річні витрати газу для споживачів визначають згідно з нормами споживання за додатками 3, 4, враховуючи розмірності величин. Річні витрати газу на побутові потреби визначають для міста залежно від кількості мешканців m :
$g_i^P, g_i^{год} - ?$	$g_n^P = \frac{m \cdot n_1}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.1)$

де n_1 – норма витрат теплоти на одну людину в залежності від споживача газу (додаток 2), МДж/(рік на одну людину);

Q_n^P – теплота згоряння газу, кДж/м³).

Річні витрати газу для **комунально-побутових та промислових підприємств** визначати згідно з даними додатків 3, 4.

Річні потреби для **лікарні** розраховують за формулою:

$$g_{лікарня}^P = \frac{n_2 \cdot k}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.2)$$

де n_2 - норма витрати теплоти для лікарні, МДж/(на 1 ліжко), (додаток 4);

k - кількість ліжок в лікарні, шт., (додаток 3).

Річні потреби для **лазні** розраховують за формулою:

$$g_{\text{лазня}}^P = \frac{k_1 \cdot (n_3 \cdot 48)}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.3)$$

де n_3 - норма витрати теплоти для лазні, МДж/(на 1 відвідування), (додаток 4);

k_1 - кількість відвідувачів, чол., (додаток 3).

Річні потреби для **пральні** розраховують за формулою:

$$g_{\text{пральня}}^P = \frac{(n_4 \cdot B)}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.4)$$

де B - кількість білизни за рік (з врахуванням 100 кг білизни на одну людину на рік) (додаток 3);

n_4 - норма витрати теплоти для пралень, МДж/(на 1 т сухої білизни), (додаток 4).

Річні потреби для **закладів громадського харчування** розраховують за формулою:

$$g_{\text{ЗГХ}}^P = \frac{n_5 \cdot B}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.5)$$

де n_5 - норма витрати теплоти для закладів громадського харчування, МДж/(на 1 обід, сніданок чи вечерю), (додаток 4);

B - кількість відвідувачів, чол., (додаток 3).

Річні потреби для **хлібозаводу** розраховують за формулою:

$$g_{\text{х/з}}^P = \frac{(n_6 \cdot P) \cdot 365}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (2.6)$$

де n_6 - норма витрати газу для хлібозаводів, МДж/(на 1 т виробів) (додаток 4);

P - кількість продукції, що виробляється, т/добу (додаток 3).

Годинні витрати газу, м³/год, які потрібні для гідравлічного розрахунку газових мереж, визначають **окремо для всіх видів споживачів** залежно від відповідних річних витрат газу g_i^P та коефіцієнта годинного максимуму K_m за формулою:

$$g_i^{год} = g_i^P \cdot K_m \quad (2.7)$$

Для житлових мікрорайонів коефіцієнт K_m обирають залежно від кількості мешканців у мікрорайоні за додатком 5, табл.5.1, для інших споживачів – за додатком 5, табл. 5.2.

Задачі.

2.2. Визначити річні та годинні витрати газу на потреби лазні та закладів громадського харчування при використанні газу Котелевського газового родовища, якщо кількість мешканців населеного пункту складає 5540 чол.

2.3. Визначити річні витрати газу на побутові потреби міста, в якому газ використовується на приготування їжі (за наявністю газової плити та газового нагрівача), з населенням 73640 чол., при використанні газу Джанкойського газового родовища.

2.4. Визначити річні витрати газу на потреби трьох хлібозаводів, лікарні та закладів громадського харчування при використанні газу Опошнянського газового родовища, якщо кількість мешканців населеного пункту складає 14632 чол.

ЗАДАЧА 3.1.

Перевірити вірність визначеної кількості ГРП $n_{опт}$, для району населеного пункту, що складається з заданої кількості будівель $n_{буд}$ (з заданими характеристиками), якщо годинна витрата газу на будівлю $g_{поб}^{год}$ складає задану витрату. Задана площа району обслуговування S .

Методика розв'язання.

<p>Дано:</p> $n_{опт}, n_{буд}, g_{поб}^{год}$ S <hr/> $n_{опт} - ?$	<p>Оптимальна кількість газорозподільних пунктів (ГРП) визначається:</p> $n_{опт} = \frac{g^{год}}{g_{опт}}, \text{ шт.} \quad (3.1)$
---	---

где $g^{год}$ - годинна витрата газу на всі потреби населеного пункту, м³/год.;

$g_{опт}$ - оптимальна витрата газу через ГРП, м³/год.

Для визначення $g_{опт}$ необхідно визначити оптимальний радіус дії ГРП, якій повинен знаходитися в межах 400÷1000 метрів. Цей радіус визначається за формулою:

$$R_{opt} = 249 \cdot \frac{\Delta P^{0,081}}{\varphi^{0,245} \cdot (\rho_{мешк.} \cdot e)^{0,143}}, \text{ м} \quad (3.2)$$

де ΔP - розрахунковий перепад в межах низького тиску (1000 ÷ 1200 Па);
 φ - коефіцієнт щільності мереж низького тиску, 1/м;

$$\varphi = 0,0075 + \frac{0,003 \cdot \rho_{мешк.}}{100}, \text{ 1/м} \quad (3.3)$$

$\rho_{мешк.}$ - щільність населення по району дії ГРП, чол/га;

e - питома годинна витрата газу на одну людину, м³/(чол.*год), яка визначається:

$$e = \frac{g^{год}}{m}, \text{ м}^3/(\text{чол.} \cdot \text{год}) \quad (3.4)$$

де $g^{год}$ - кількість газу, що споживається населенням за одну годину, м³/год.

Оптимальна витрата газу через ГРП визначається з відношення:

$$g_{opt} = \frac{\rho_{мешк.} \cdot e \cdot R_{opt}^2}{5000} \quad (3.5)$$

В відповіді вказати отриману кількість ГРП, порівняти її з заданою, та зробити висновок про вірність.

Задачі.

3.2. Перевірити вірність визначеної оптимальної кількості ГРП – 4 для району міста, що складається з 14 п'ятиповерхових будівель, кожна складається з шести під'їздів. Середня заселеність однієї квартири – 4 особи, кількість квартир на поверсі – 4, площа району – 34 га. Годинна витрата газу на одну житлову будівлю складає 104 м³/год.

3.3. Перевірити вірність визначеної оптимальної кількості ГРП – 1 для району міста, що складається з 35 дев'ятиповерхових будівель, кожна складається з шести під'їздів. Середня заселеність однієї квартири - 3 особи, кількість квартир на поверсі – 4, площа району – 26 га. Годинна витрата газу на одну житлову будівлю складає 203 м³/год.

ЗАДАЧА 4.1.

Визначити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу вказаного діаметру d на ділянці, з якої газ подається до заданої кількості квартир n , обладнаних вказаними приладами. Використовується газ вказаного газового родовища.

Методика розв'язання.

Дано: n_{opt} , n газове родовище, газові прилади	Гідрравлічний розрахунок внутрішньобудинкового газопроводу проводять в наступній послідовності, <u>звертаючи увагу на розмірність всіх складових:</u> 1. Витрати газу газовими приладами Q_{np} розраховують за формулою: $Q_{np} = \frac{Q_1}{Q_n^P}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (4.1)$
$n_{opt} - ?$	

де Q_1 – теплове навантаження газового приладу (додаток б), **яке треба перевести в кДж/год.**;

Витрати газу по розрахунковій ділянці визначають:

$$Q_P = K_{sim} \cdot Q_{np} \cdot n \quad (4.2)$$

де n – кількість квартир на ділянці, що газифіковані;

Q_{np} – витрати газу газовими приладами, $\text{м}^3/\text{ГОД}$, що встановлені на ділянці;

K_{sim} – коефіцієнт одночасності роботи газових приладів, $K_{sim} = f(n)$, приймається за додатком 7 (проміжні значення приймають за допомогою інтерполяції).

2. Визначаємо швидкість руху газу в трубопроводі:

$$v_p = \frac{4 \cdot Q_P}{3600 \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ м/с} \quad (4.3)$$

де d - діаметр трубопроводу, м.

Швидкість руху газу не повинна перебільшувати нормативну $v_p \leq 7$ м/с. Бажано приймати мінімальну швидкість газу не менш ніж 2,5 м/с, але на деяких ділянках вона *може бути меншою*.

Задачі.

4.2. Визначити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу діаметром 40 мм на ділянці, з якої газ подається до десяти квартир, обладнаних газовою плитою «Gefest» та водонагрівачем Oasis кожна. Використовується газ Джанкійського газового родовища.

4.3. Визначити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу діаметром 32 мм на ділянці, з якої газ подається до двадцяти квартир, обладнаних газовою плитою «Дарина» кожна. Використовується газ Борівського газового родовища.

ЗАДАЧА 5.1

Визначити годинну та річну витрату води на вказаний вид витрат (опалення $G_{o\max}$, вентиляція $G_{v\max}$ або гаряче водопостачання G_{hm}) будівлі заданої поверховості $n_{нов}$, яка складається з заданої кількості секцій $n_{сек}$ та заданими розмірами кожної $a \cdot b$. Задано місто розташування будівлі, температура теплоносія (води) відповідно в подавальному τ_1 та в зворотному трубопроводах $t_{зв}$.

Методика розв'язання.

<p>Дано: $n_{нов}, n_{сек}, a \cdot b,$ місто $\tau_1, t_{зв}$</p> <hr/> <p>$G_{o\max}, G_{v\max}$ або $G_{hm} - ?$</p>	<p>Розрахункові витрати води, кг/год., визначають за формулами: а) на опалення:</p> $G_{o\max} = \frac{3,6 \cdot Q_{o\max}}{c \cdot (\tau_1 - t_{зв})}, \text{ кг/год.} \quad (5.1)$ <p>де $Q_{o\max}$ - максимальний тепловий потік на опалення житлових та громадських будівель, Вт;</p>
--	---

$$Q_{o\max} = q_0 \cdot A \cdot (1 + k_1) \quad (5.2)$$

де A - житлова площа будівлі (з врахуванням кількості поверхів та секцій), m^2 ;

q_0 - питома теплова характеристика будівлі, $Вт/m^2$ (додаток 8 та 9);

k_1 - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення будівель, прийняти рівним 0,25;

τ_1 - температура води в подавальному трубопроводі теплової мережі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, $95^\circ C$;

$t_{зв}$ - темп в зворотному трубопроводі теплової мережі, $^\circ C$ (за завданням).

c - питома теплоємність води, яка приймається для розрахунків рівною 4,187 кДж/(кг·°C);

б) на вентиляцію:
$$G_{v \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{v \max}}{c \cdot (\tau_1 - t_{3\text{в}})}, \text{ кг/год.} \quad (5.3)$$

$Q_{v \max}$ - максимальний тепловий потік на вентиляцію при t_o , Вт;

$$Q_{v \max} = k_1 \cdot k_2 \cdot q_0^v \cdot A \quad (5.4)$$

k_2 - коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських будівель (0,6);

q_0^v - питома теплова характеристика будівлі на вентиляцію, Вт/м² (додаток 8 та 9);

в) на гаряче водопостачання:
$$G_{hm} = \frac{3,6 \cdot Q_{hm}}{c \cdot (t_h - t_c)}, \text{ кг/год} \quad (5.5)$$

де Q_{hm} - середній тепловий потік на гаряче водопостачання в середню добу за тиждень в опалювальний період, Вт;

$$Q_{hm} = q_h \cdot m, \quad (5.6)$$

де m - кількість споживачів гарячої води;

q_h - показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну людину, приймається за додатком 10, Вт;

t_h - температура води, що подається в мережу гарячого водопостачання споживачів, 55 °C;

t_c - температура холодної (водопровідної) води в опалювальний період (прийняти 5°C);

ЗАДАЧА 6.1.

Перевірити вірність прийнятого діаметру горловини елеватору d_e , що пропонується встановити в тепловому пункті, для заданої кількості будівель $n_{\text{буд}}$ для пропуску теплоносія з заданою витратою G на одну будівлю, втрати напору ΔH в системі опалення задані, задані температура теплоносія після елеватору, в трубопроводі, що подає теплоносій τ_1 та в зворотному $t_{3\text{в}}$ трубопроводі. Визначити необхідний діаметр горловини сопла елеватору d_c .

Методика розв'язання.

Дано: $d_2, n_{\text{буд}}, G, \Delta H,$ $\tau_1, t_{3\text{в}}$	Розрахунок елеватора містить у собі такі визначення: 1) коефіцієнт змішування: $U = \frac{T_1 - t_n^{\text{co}}}{t_n^{\text{co}} - t_{3\text{в}}}, \quad (6.1)$ де T_1 - температура теплоносія з трубопроводу, що подає (150 °C);
$d_2 - ?$ $d_c - ?$	

t_n^{co} - температура теплоносія після елеватора (95°C);

$t_{3\text{в}}$ - температура теплоносія в зворотному трубопроводі.

2) діаметр горловини, см:

$$d_2 = 1,55 \cdot \frac{G^{0,5}}{\Delta H} \quad (6.2)$$

де G - витрата теплоносія в системі опалення, (т/год);

ΔH - втрати напору в системі опалення, кПа.

За допомогою таблиці 6.1 обираємо **стандартне значення** горловини елеватору.

Таблиця 6.1 – Підбір елеватора

$d_2, \text{мм}$	15	20	25	30	35	47	59	65	80
№ елеватора	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3) діаметр сопла, мм:

$$d_c = \frac{d_\Gamma}{1 + U}, \quad (6.3)$$

де d_2 - діаметр горловини; U – коефіцієнт змішування.

Діаметр сопла елеватору визначається з точністю до 0,1 мм та округлюється в більший або менший бік не менш ніж 3 мм.

В **відповіді** вказати параметри обраного обладнання.

ЗАДАЧА 7.1.

Обрати необхідну кількість опалювальних приладів n заданого типу для опалення житлового приміщення, яке складається з заданої кількості кімнат та кухні, з вказаною висотою поверху $h_{\text{нов}}$ та тепловтратами Q_{mn} , з трубопроводів заданого діаметру d , з заданою з довжиною горизонтальної

частини l_2 . Оберіть та обґрунтуйте, який тип приладів найбільш раціонально використовувати в даному приміщенні.

Методика розв'язання.

Дано: $h_{нов}, Q_{mn}, d, l_2$ $n - ?$	Необхідну теплопередачу приладу визначають: $Q_{np} = Q_{mn} - 0,9 \cdot Q_{mp}, \text{ Вт} \quad (7.1)$
--	---

де Q_{mn} - тепловтрати приміщення, Вт; Q_{mp} - тепловіддача відкрито прокладених у межах приміщення трубопроводів і підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад. Величину тепловіддачі знаходять за формулою:

$$Q_{mp} = q_в \cdot l_в + q_г \cdot l_г, \text{ Вт}, \quad (7.2)$$

де $q_в$ та $q_г$ - тепловіддача 1м вертикальних і горизонтальних труб, Вт/м (додаток 13), при температурі $t_{cp} - t_в$, де $t_{cp} = \frac{(\tau_1 + t_{зв})}{2}$ °С, $t_в$ - температура всередині приміщення, приймаємо 18 °С;

$l_в$ та $l_г$ - довжина вертикальних і горизонтальних труб у межах приміщення, м.

Мінімально допустиму кількість секцій радіатора визначають за формулою;

$$n = \frac{Q_{np}}{q_{ном}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ шт.}, \quad (7.3)$$

де $q_{ном}$ - номінальний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт, додаток 12;

β_1 - коефіцієнт, що враховує спосіб установки приладу у випадку відкритого розташування (табл.7.1);

Таблиця 7.1.

Шаг номенклатурного рядка опалювальних приладів, кВт	Коефіцієнт β_1
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,30	1,13

β_2 - коефіцієнт, що враховує охолодження води у трубах (табл. 7.2).

Таблиця 7.2. Значення коефіцієнту β_2

Опалювальний прилад	Коефіцієнт β_2	
	у зовнішньої стіни	біля скління світлового отвору
Радіатор:		
чавунний секційний	1,02	1,07
сталевий панельний	1,04	1,10
Конвектор:		
з кожухом	1,02	1,05
без кожуха	1,03	1,07

Обґрунтувати оптимальний тип приладів за їх кількістю для приміщення, яке розраховується.

ЗАДАЧА 8.1.

Перевірити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу заданого діаметром d на ділянці, з якої теплоносій подається до заданої кількості будівель $N_{буд}$ вказаної поверховості $n_{пов}$, розташованих в вказаному місті. Будівлі з заданим ступенем благоустрою, середньою заселеністю квартир $N_{сер}$, кількістю квартир на поверсі $n_{кв}$ та кількістю секцій $n_{сек}$.

Методика розв'язання.

<p>Дано:</p> <p>d</p> <p>Характеристика будівлі</p> <p>Місто</p> <p>Ступінь благоустрою</p> <hr/> <p>$d - ?$</p>	<p>1. За відомими (або визначеними за розрахунком) витратами теплоносія G і питомими втратами тиску на тертя R в межах 30÷80 Па/м за допомогою номограми (додаток 11) обирають діаметр ділянки теплопроводу.</p> <p>2. Обраний діаметр порівнюють з заданим.</p>
---	--

В **відповіді** вказати вірність заданого діаметру, порівнявши його з заданим.

Задачі.

8.2. Перевірити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу діаметром 250 мм на ділянці з якої теплоносій подається на потреби гарячого водопостачання трьох дев'ятиповерхових житлових будівель розташованих в місті Чернігів. Будівлі з централізованим гарячим водопостачанням та підвищеними вимогами до благоустрою, середня

заселеність квартир – 5 особи, кількість квартир на поверсі – 3, кількість секцій – 5.

8.3. Перевірити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу діаметром 300 мм на ділянці з якої теплоносій подається на потреби опалення дванадцяти чотирьохповерхових житлових будівель розташованих в місті Рівне. Кількість квартир на поверсі – 4, кількість секцій – 5, площа секції - 12·14 м, висота поверху – 2,8 м, $t_{зв}=50^0$.

8.4. Перевірити вірність прийнятого рішення щодо використання трубопроводу діаметром 350 мм на ділянці з якої теплоносій подається на потреби опалення двадцяти дев'ятиповерхових житлових будівель розташованих в місті Полтава. Кількість квартир на поверсі – 4, кількість секцій – 6, площа секції -14·14 м, висота поверху – 3 м, $t_{зв}=50^0$.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-39-2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
2. ДБН В.2.5-20-2001 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання

ДОДАТКИ

Додаток 1

№	Родовище газу	Склад газу, % за об'ємом						
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂
1.	Шебелінське	93,3	4,0	0,6	0,4	0,3	0,1	1,3
2.	Опошнянське	88,9	5,74	0,67	0,24	0,20	3,98	0,28
3.	Зачепилівське	91,2	4,86	1,3	0,56	0,39	0,2	1,54
4.	Борівське	82,7	4,7	2,9	1,1	1,2	0,5	7,5
5.	Джанкійське	95,9	0,7	0,2	0,03	0,01	0,1	3,0
6.	Кегичівське	93,0	3,3	1,4	0,25	0,18	0,6	1,3
7.	Березівське	95,1	1,1	0,3	0,1	-	0,4	3,0
8.	Котелевське	83,7	9,27	3,07	1,1	0,49	1,76	1,62
9.	Гадяцьке	85,15	5,90	2,66	0,91	0,57	3,31	1,50
10.	Краснополянське	89,3	5,5	1,0	0,8	0,58	0,3	2,6

Додаток 2

Газ	Молекулярна вага, М	Густина за повітрям, d	Густина газу, кг/м ³		Q_n^P , $\frac{кДж}{м^3}$ 0°C, 760 мм.рт.ст.	L_H/L_B , % в суміші з повітрям 0°C, 760 мм.рт.ст.	Температура спалахування при 20°C, 760 мм.рт.ст
			0°C, 760 мм.рт.ст.	20°C, 760 мм.рт.ст.			
1	2	3	4	5	6	7	8
CH ₄	16,04	0,555	0,71	0,66	35825	5/15	650
C ₂ H ₆	30,07	1,049	1,35	1,26	63797	3,2/12,5	510
C ₃ H ₆	44,10	1,562	2,01	1,87	91321	2,4/9,5	500
C ₄ H ₁₀	58,12	2,091	2,70	2,51	118736	1,8/8,4	475
C ₅ H ₁₂	72,15	2,674	3,45	3,22	146200	1,4/7,8	-
CO ₂	44,01	1,529	1,97	1,84	-	-	-
N ₂	28,02	0,967	1,25	1,16	-	-	-

Додаток 3

Показники обслуговування населення

Заклад	Показники
Їдальні, кафе, ресторани	Обсяг обслуговування 25-30% всього населення.
Лікарні	Загальна місткість з розрахунку 8-9 ліжок на 1000 жителів.
Поліклініки	З розрахунку 10-12 відвідувань за рік.
Механізовані пральні	Обсяг обслуговування 50% населення.
Лазні	Обсяг обслуговування 100% всього населення.
Хлібозавод	З розрахунку 0,6-0,8 т виробів за добу на 1000 жителів.

Норми споживання газу

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норма витрат теплоти, МДж
1. Житлові будинки:		
а) при наявності газової плити та ЦГВ;	на одну людину за рік	2800
б) при наявності газової плити та газового водонагрівача (при відсутності ЦГВ);	на одну людину за рік	8000
в) при наявності газової плити та відсутності ЦГВ;	на одну людину за рік	4600
2. Комунально-побутові підприємства:		
2.1 механізовані пральні;	на 1 т сухої білизни	8800
2.2 немеханізовані пральні з сушильними шафами;		12600
2.3 механізовані пральні (включаючи сушіння та прасування)		18800
Лазні		
2.4 миття без ванн	1 відвідування	40
2.5 миття з ваннами		50
3. Заклади охорони здоров'я:		
- лікарня;	На 1 ліжко	3200
- приготування їжі; - приготування гарячої води .		9200
4. Заклади громадського харчування:		
- приготування обіду;	1 обід	4,2
- приготування сніданку чи вечері.	1 сніданок чи вечеря	2,1
5. Хлібозавод:		
5.1 випікання хліба формового.	на 1 т виробів	2500
5.2 випікання хліба подового, батонів		5450
5.3 випікання кондитерських виробів		7750

Додаток 5

Таблиця 5.1 Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на побутові потреби

Кількість мешканців, чол.	1000	3000	5000	10000	20000	30000	40000
K_m	1/1800	1/2050	1/2100	1/2200	1/2300	1/2400	1/2500

Таблиця 5.2 Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на потреби громадських закладів

Заклад	Коефіцієнт годинного максимуму
Лазні	1/2700
Пральні	1/2900
Лікарні	1/2300
Заклади громадського харчування	1/2000
Хлібозавод	1/6000

Додаток 6

Призначення газових приладів	Індекс моделі	Постачальник	Номінальна теплова потужність
Апарати водогрійні проточні	ВПГ-18	Львівський ЗГА	18000 ккал/год
	ВПГ-25	ДНПО «Газоапарат»	25000 ккал/год
	ВПГ 6А	Ладогаз	13,25 кВт
	Fast CF 11P	Ariston	19,2 кВт
	ISD 12-A1	Oasis	12 кВт
Плити газові	1213	Львівський ЗГА	2 · 1600 ккал/год
	GM 521	Дарина	2 · 3,2 кВт
	1448	Дружківській ЗГА	4 · 1600 ккал/год
	ПГ 1200	Gefest	4 · 2,83 кВт

Додаток 7

Кількість квартир	Коефіцієнт одночасності K_{sim} в залежності від встановлення в житлових будівлях газового обладнання			
	Плита 4-комфорочна	Плита 2-комфорочна	Плита 4-комфорочна та газовий проточний водонагрівач	Плита 2-комфорочна та газовий проточний водонагрівач
1	1,000	1,000	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,370	0,360
7	0,280	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,232	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193

Додаток 8

Показники максимального теплового потоку на опалення та вентиляцію житлових будівель на 1м² загальної площі q_o та q_o^v , Вт

Поверховість житлової забудови	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, t_o , °C										
	міну с 5	міну с 10	міну с 15	міну с 20	міну с 25	міну с 30	міну с 35	міну с 40	міну с 45	міну с 50	міну с 55
1 - 2	145	152	159	166	173	177	180	187	194	200	208
3 - 4	74	80	86	91	97	101	103	109	116	123	130
5 та більше	65	67	70	73	81	87	87	95	100	102	108

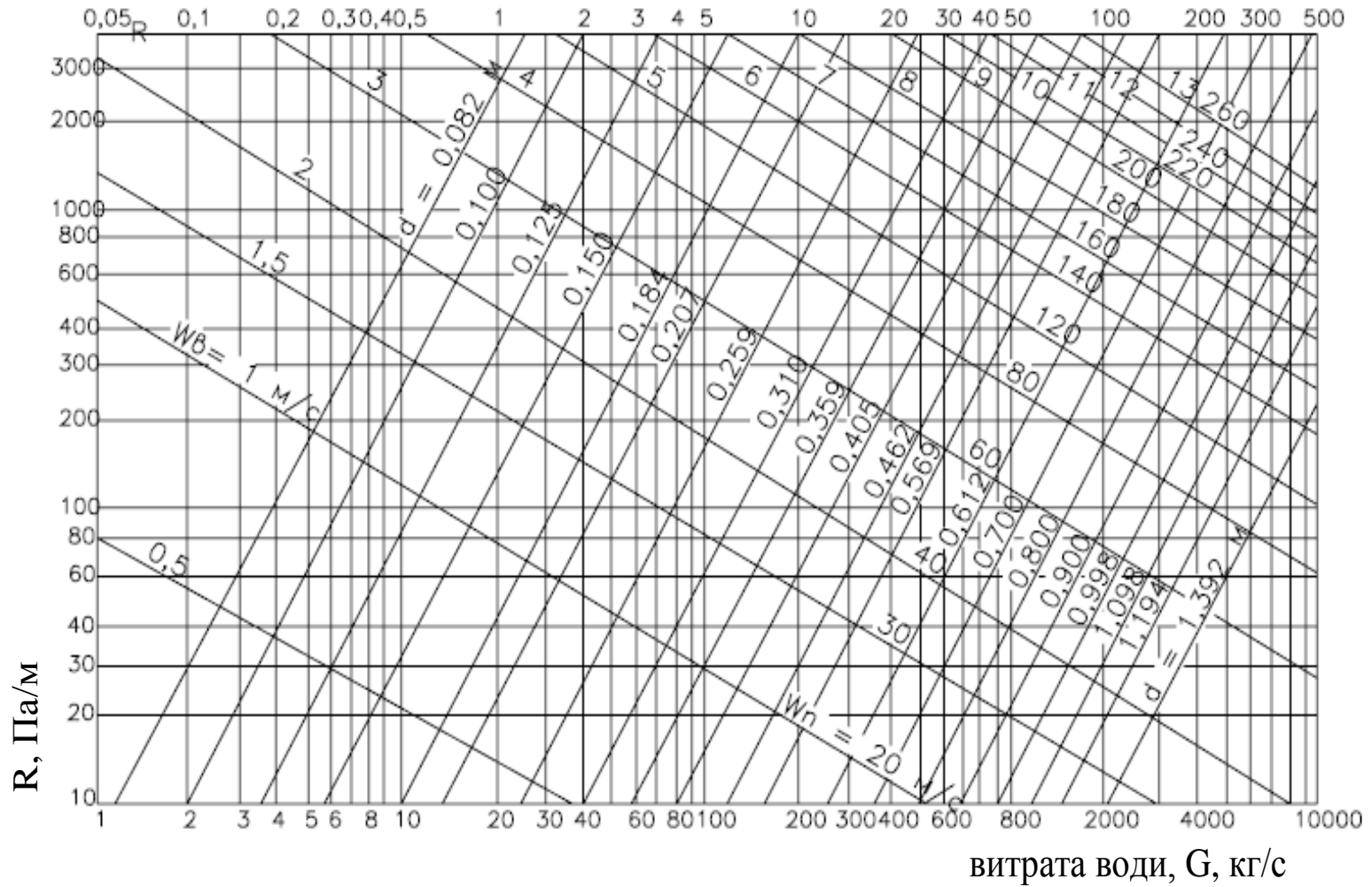
Основні кліматичні характеристики

Місто	Температура зовнішнього повітря			Тривалість опалювального періоду, діб n_o
	розрахункова для		середня за опалювальний період, $t_{cp.o}$	
	опалення, $t_{p.o.}$	вентиляції, $t_{p.v.}$		
Київ	-21	-10	-1,1	187
Львів	-19	-7	0,3	189
Одеса	-18	-6	0,8	168
Полтава	-22	-11	-1,9	187
Рівне	-21	-9	-0,5	191
Ужгород	-18	-6	1,6	162
Харків	-23	-11	-2,1	189
Херсон	-18	-7	0,6	167
Чернігів	-22	-10	-1,7	191
Ялта	-6	1	5,2	126

Показники середнього теплового потоку на гаряче водопостачання q_h

№	Споживачі	Розмірність	Норма витрати, л/добу	q_h , Вт
1. Житлові будинки квартирного типу:				
1.1	з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душем;	1 мешканець	85	247
1.2	- з ваннами довжиною від 1,5 до 1,7 м, обладнаними душами;	1 мешканець	105	305
1.3	- з централізованими ГВ та підвищеними вимогами до благоустрою.	1 мешканець	115	334

Номограма для гідралічного розрахунку трубопроводів із сталевих труб



Додаток 12

Технічні характеристики опалювальних приладів

	Позначення приладу	Площа нагрівальної поверхні А, м ²	Номінальний тепловий потік $q_{ном}$, Вт (ккал/год)
1. Радіатори чугунці секційні			
1.1	МС-140-108	0,244	185(159)
1.2	М-140А	0,254	164(141)
2. Радіатори сталеві панельні			
2.1	РСВІ-1	0,71	504(433)
2.2	РСВІ-4	1,44	1025(981)
3. Біметалевий опалювальний прилад «Корал»			
3.1	ПА20-0,336с	0,657	336(289)
3.2	ПА20-0,889с	1,745	889(764)

Додаток 13

Тепловіддача відкрито прокладених трубопроводів систем водяного опалення

$t_{cp} - t_e$, °С	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_{cp} - t_e$, °С, через 1 °С									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	10	30	30	31	32	32	34	35	35	36	37
		41	42	43	44	45	46	47	49	50	50
	15	38	38	39	41	41	43	44	44	45	46
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	47	49	50	51	52	53	54	56	57	58
		60	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	59	60	62	64	65	67	68	70	72	73
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
32	74	76	78	80	82	84	86	88	91	92	
	91	92	94	96	99	101	103	106	108	112	
40	85	86	88	91	93	96	97	99	101	103	
	100	102	106	108	110	113	116	118	121	124	
50	106	108	111	114	117	120	123	125	128	131	
	122	125	129	132	135	138	141	144	148	151	
60	10	38	38	39	41	42	42	43	44	44	45
		52	52	53	54	56	57	58	59	60	62
	15	47	49	50	51	52	53	55	55	56	57
		63	65	66	67	69	70	71	73	74	75
	20	59	61	63	64	65	66	67	68	70	72
		77	79	80	81	83	85	86	88	89	92
	25	74	76	78	79	81	83	85	86	88	89
		92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
32	94	96	98	100	102	105	106	108	110	113	
	114	115	118	121	123	125	128	130	132	135	
40	107	109	111	114	116	119	121	123	125	128	
	127	129	132	135	137	141	143	145	149	151	
50	134	137	141	143	146	149	152	156	158	162	
	155	157	160	164	167	171	174	177	182	185	

Примітка: верхня строчка – для вертикальних, нижча – для горизонтальних трубопроводів.

Навчальне видання

БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД ТА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки для розв'язання задач на тему
«Розрахунок елементів систем газопостачання та опалення будівлі»
Для здобувачів вищої освіти, які навчаються на першому (бакалаврському)
рівні заочної форми навчання за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»,
спеціалізацією «Охорона праці»

Підписано до друку 06.02.19. Формат 60x84 1/16.

Умовн.-друк. арк. 1,4.

Вид. № 07/19.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.
www.nuczu.edu.ua