

ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

КУТНИЙ БОГДАН АНДРІЙОВИЧ

КУРС ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ»

для студентів спеціальності 7.092101
(промислове та цивільне будівництво)



Полтава 2008 рік

План

1. Мікроклімат приміщень та засоби його створення.	3
2. Тепловий баланс приміщень.	5
3. Загальна характеристика систем опалення.	11
4. Гідравлічний розрахунок водяного опалення.	20
5. Розрахунок опалювальних приладів	24
6. Гравітаційна вентиляція будівель.	29
7. Механічна вентиляція.	33
8. Системи кондиціонування повітря.	43
9. Централізоване теплопостачання.	46
10. Гаряче водопостачання будівель.	51
11. Газопостачання будівель	54
Список літературних джерел	55
Додатки	57

Теплопостачання і вентиляція

Обсяг дисципліни:

Лекційний курс – 18 год. Лабораторні заняття – 14 год. Самостійна робота – 11 год. Індивідуальна робота (курсова робота) 11 год. Курсова робота – 20-25 листів пояснюючої записки та 1 лист креслень формату А1. Одна атестація протягом семестру. Залік.

Лекція № 1

Тема: **Мікроклімат приміщень та засоби його створення.**

План лекції

- 1) Загальні положення.
 - 2) Головні означення.
 - 3) Нормативні вимоги до мікроклімату приміщень.
- Список літератури [1,2,3,4]

1. Загальні положення

Різноманітні інженерні мережі є невід'ємною частиною сучасного житлового чи адміністративного будинку. Головною метою створення цих інженерних систем є підтримання заданих параметрів мікроклімату приміщень та задоволення потреб людей. В даному курсі ми розглянемо конструктивні особливості і проектування таких інженерних мереж, як: опалення, вентиляція, кондиціонування та теплопостачання.

2. Головні означення

Мікроклімат приміщень – сукупність необхідних для людей і технологічних процесів метеорологічних умов.

Метеорологічні умови – фізичні параметри, які характеризують стан оточуючого середовища: температура повітря, його вологість, рухомість, запиленість, концентрація шкідливих речовин, та інше.

Метеорологічні умови поділяються на допустимі та оптимальні. **Оптимальні метеорологічні умови** – набір таких показників мікроклімату, при яких зберігається теплова рівновага в організмі людини і відсутня перенапруга її системи терморегуляції. Забезпечуються системами кондиціонування мікроклімату і потребують значних коштів.

Допустимі метеорологічні умови – умови, при яких виникає деяке напруження в процесах терморегуляції і спостерігається невелика, допустима дискомфортність мікроклімату. Забезпечуються за рахунок роботи систем опалення і вентиляції. Мають значно меншу вартість аніж системи кондиціонування.

3. Нормативні вимоги до мікроклімату приміщень

Нормативні вимоги до мікроклімату встановлені для робочої (обслуговуючої) зони приміщень. Цією зоною вважається простір на висоті до 2-х метрів над рівнем підлоги. Нормуються такі параметри мікроклімату, як:

температура повітря, його відносна вологість та рухливість. Окремо для кожного виду приміщень нормативами задається повітрообмін.

Нормативні параметри мікроклімату встановлені для 3-х періодів року: холодного з середньодобовою температурою нижче +8 °С, перехідного – з температурою +8 °С і теплого - з температурою вище +8 °С.

Для адміністративно-побутових приміщень ДБН регламентує встановлення наступних допустимих параметрів мікроклімату, табл. 1. Ці норми встановлені для приміщень в яких люди знаходяться більше 2-х. годин безперервно.

Допустимі параметри мікроклімату адміністративно-побутових будівель.

Табл.1

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Рухомість повітря, м/с
Теплий	$\leq t_{3(A)} + 3$	≤ 65	$\leq 0,5$
Холодний і перехідний	18-22	≤ 65	$\leq 0,2$

Для деяких приміщень (актові зали кінотеатрів, гарячі цеха їдалень та інші) повітрообмін задається виходячи з кількості шкідливостей, що надходять в робочу зону приміщень.

Для прикладу розглянемо деякі приміщення житлових та адміністративних будівель, таблиця 2.

Таблиця 2.

Приміщення	Розрахункова температура повітря, °С	Повітрообмін за 1 годину	
		Припливний	Витяжний
Житлова кімната	20	1 кратний неорганізований (через вікна) $V = 3 \cdot 4 \cdot 3 = 36 \text{ м}^3$ $L_{пр} = 1 \cdot 36 = 36 \text{ м}^3/\text{год}$	Через суміжні приміщення
Кухня	18	-	$\geq 90 \text{ м}^3/\text{год}$
Туалет індивідуальний	20	-	$50 \text{ м}^3/\text{год}$
Сходова клітка	16	-	-
Кабінет площею менше 35 м^2 , читальні зали бібліотек, проектні кабінети	18	3,5 $V = 5 \cdot 6 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3$ $L_{пр} = 3.5 \cdot 90 = 315 \text{ м}^3/\text{год}$	2,8 $L_{пр} = 2.8 \cdot 90 = 252 \text{ м}^3/\text{год}$
Санвузол загального користування (в гуртожитку)	16	-	50 м3/год на 1 унітаз 25 м3/год на 1 пісуар
Басейн	25	За розрахунком	За розрахунком

		- по кількості людей; - по вологовиділенням - по тепловиділенням	
--	--	--	--

Аналогічного виду норми є для приміщень промислового призначення. Мінімальна (допустима) кількість повітря на 1 людину становить 20 м³/год.

Оптимальні параметри мікроклімату

Як правило, підтримання оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях можливе лише засобами кондиціонування повітря. Зазвичай кондиціонування пов'язане із значними витратами коштів. Тому, будівельними нормами передбачено обов'язкове застосування кондиціонування лише в окремих приміщеннях громадських та адміністративних будинків:

- операційні відділення лікарень;
- глядацькі зали театрів, кінотеатрів, палаців культури на 600 місць і більше;
- обідні зали ресторанів I класу і їдалень на 250 місць і більше;
- торгові зали великих магазинів з кількістю робочих місць 75 і більше;
- номери «люкс» готелів на 500 номерів і більше.

Якщо організація має додаткові кошти – кондиціонування можна застосовувати в будь-яких приміщеннях.

Оптимальні параметри мікроклімату

Таблиця 3.

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Рухомість повітря, м/с
Теплий	20-22	30-60	≤ 0,2
	23-25	30-60	≤ 0,3
Холодний і перехідний	20-22	45-30	≤ 0,2

При застосуванні кондиціонування мінімальні витрати повітря на одну людину становлять 60 м³/год. Для створення ідеально-комфортного середовища необхідний повітрообмін становить 200 м³/год на 1 людину.

Лекція № 2

Тема: Тепловий баланс приміщень.

План лекції

- 1) Загальний тепловий баланс приміщень.
- 2) Розрахунок втрат тепла через огорожуючі конструкції.
- 3) Втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого повітря.
- 4) Побутові та технологічні тепловиділення.

1. Загальний тепловий баланс приміщень

Підтримання необхідної температури в приміщеннях забезпечується коли кількість тепла, яка надходить в приміщення дорівнює кількості тепла, що втрачається цим приміщенням в оточуюче середовище. В холодний період втрати тепла спостерігаються через огорожуючі конструкції (стіни, вікна, підлога, стеля), на нагрівання повітря, яке надходить в приміщення та для промислових будівель на нагрівання машин і матеріалів, що ввозяться в цех. Теплова енергія надходить в приміщення за рахунок роботи системи опалення, побутових (газова плита, електроприлади, люди) та технологічних (станки, печі та інше) тепловиділень.

Отже, при проектуванні системи опалення необхідно щоб її теплова потужність компенсувала втрати теплоти цим приміщенням при заданих параметрах мікроклімату і навколишнього середовища. Розрахунок теплової потужності системи опалення будівлі виконується за формулою

$$Q_o = b_1 \cdot b_2 \sum(Q_{OK} + Q_B) + Q_{TP} - Q_{II}, \quad (2.1)$$

де Q_o – тепловиділення системою опалення, Вт; b_1 – коефіцієнт врахування збільшення площі поверхні опалювальних приладів при округленні в більшу сторону; b_2 – коефіцієнт додаткових втрат теплоти при встановленні опалювальних приладів біля зовнішніх стін; Q_{OK} – втрати теплоти через зовнішні огорожуючі конструкції, Вт; Q_B – втрати теплоти на нагрівання вентиляційного (інфільтраційного) повітря, Вт; Q_{TP} – втрати тепла ізольованими трубопроводами в підвалі, Вт; Q_{II} – побутові (технологічні) тепловиділення. Вт.

Коефіцієнти b_1 і b_2 визначають за довідниковими даними, залежно від типу опалювальних приладів та способу їх встановлення, наприклад:

- для конвекторів «Універсал» $b_1 = 1,04$;
- для конвекторів «Комфорт 20» $b_1 = 1,05$.

Коефіцієнт b_2 залежить від способу встановлення опалювального приладу.

Таблиця 2.1

Тип опалювального приладу	Спосіб встановлення	Коефіцієнт b_2
Конвектор з кожухом	Біля вікна	1,05

2. Розрахунок втрат тепла через огорожуючі конструкції

Однією з головних складових теплового балансу є втрати тепла через огорожуючі конструкції. Вони розраховуються за формуло:

$$Q_{OK} = \frac{F}{R} (t_B - t_{35}) n (1 + \sum \beta), \quad (2.2)$$

де F – площа огорожуючі конструкції по “зовнішньому” обміру, m^2 ; R – опір теплопередачі, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; t_B – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, $^\circ\text{C}$; t_{35} – розрахункова температура зовнішнього повітря (самої холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92); n - коефіцієнт положення огорожуючі конструкції відносно зовнішнього повітря; β – поправки на вітер і на кількість поверхів.

Правила зовнішнього обміру

Для визначення площ огорожуючих конструкцій застосовуються правила «зовнішнього» обміру. Принцип їх застосування розглянемо за допомогою малюнків.

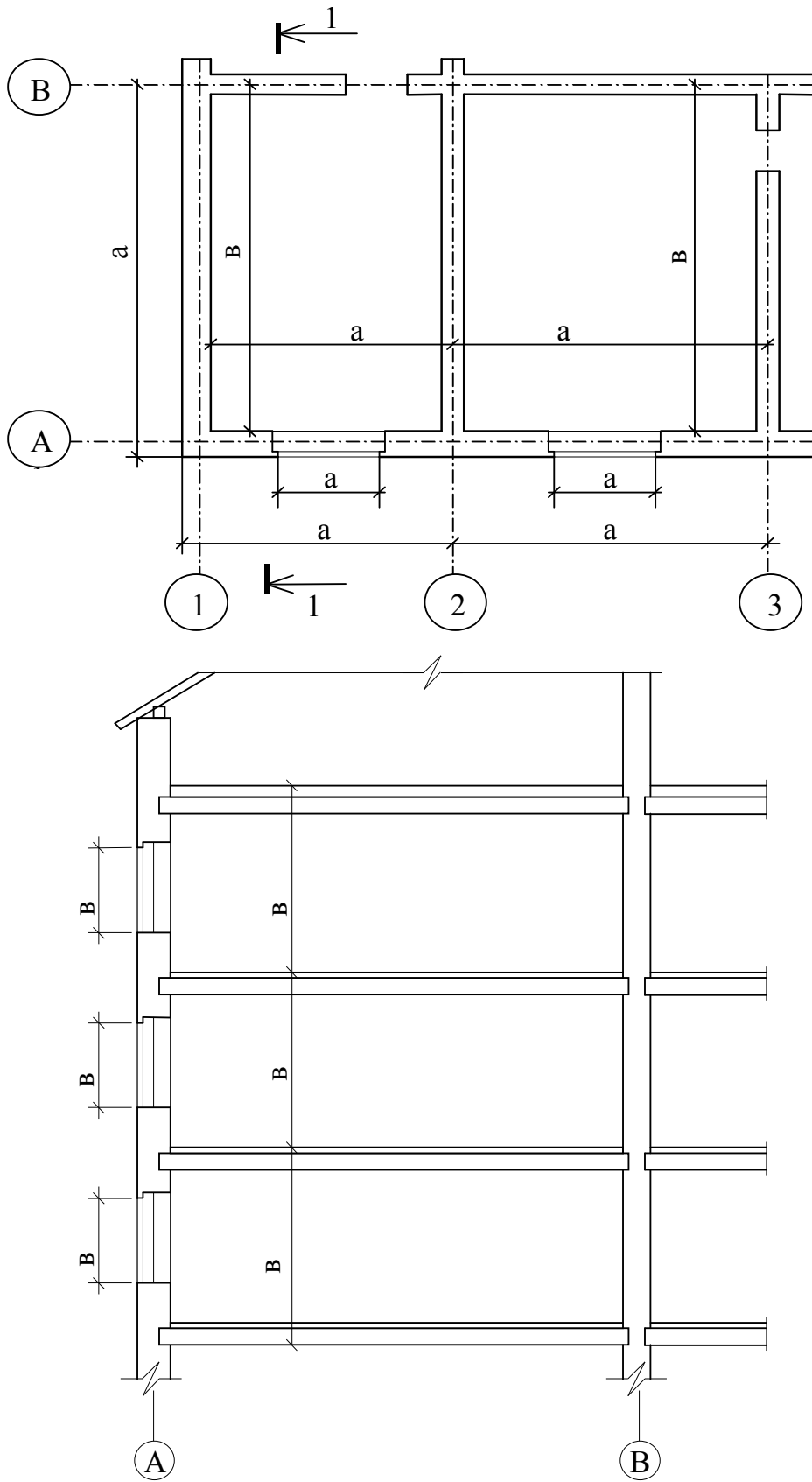


Рис.1. Правила «зовнішнього» обміру огорожуючих конструкцій
Нормативний опір теплопередачі

Згідно з ДБН В.2.6-31:2000 нормативне значення опіру теплопередачі огороджуючих конструкцій будівлі визначається залежно від її призначення та кліматичної зони в якій розташовано цю будвлю. Територіальна (кліматична) зона визначається за показником градусодіб опалювального періоду (ГДОП), який знаходять за формулою

$$ГДОП = Z_{оп} (t_B - t_{ср.оп}) , \quad (2.3)$$

де $Z_{оп}$ - тривалість опалювального періоду (при середньорічній температурі повітря нижче або рівній $+8^{\circ}C$); t_B - температура внутрішнього повітря будів-лі, $^{\circ}C$; $t_{ср.оп}$ - середня температура опалювального періоду, $^{\circ}C$.

Залежно від показника ГДОП уся територія України поділена на 4 температурні зони:

- I зона ГДОП >3501
- II зона 3500 > ГДОП >3001
- III зона 3000 > ГДОП >2501
- IV зона ГДОП <2500

Нормативний опір теплопередачі огороджуючих конструкцій $R_o^H, м^2 \cdot ^{\circ}C / Вт$

Табл.2.2.

№ з/п	Огороджуючі конструкції	Кліматичні зони України			
		1 зона >3500	2 зона 3000-3500	3 зона 2500-3000	4 зона <2500
А. Нове будівництво					
1	Зовнішні стіни	2.8	2.5	2.2	2.0
2	Покриття й перекриття неопалюваних горищ	3,3	3,0	2,6	2,2
3	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,6	2,2	2,0
4	Вікна та балконні двері	0,5	0,5	0,5	0,45
5	Вхідні двері в багатоповерхові житлові будинки та громадські будинки	0,44	0,41	0,39	0,32
Примітка.1. Опір теплопередачі світлопрозорих огорож є мінімальним і його необхідно уточнювати згідно з конструктивними особливостями цих огорож.					

Коефіцієнт n

Це коефіцієнт, що враховує фактичне зменшення розрахункової різниці температур для огорожувальних конструкцій, які відокремлюють опалювальні приміщення від неопалювальних і безпосередньо не контактують із зовнішнім повітрям. Наприклад для перекриття на горищі $n=0,9$, а для надпідвального перекриття $n=0,6$.

Розрахунок тепловтрат через підлогу на ґрунті

Для визначення тепловтрат через неутеплену підлогу на ґрунті застосовують формулу 2.2, але всю площу підлоги розподіляють на 4 температурні зони.

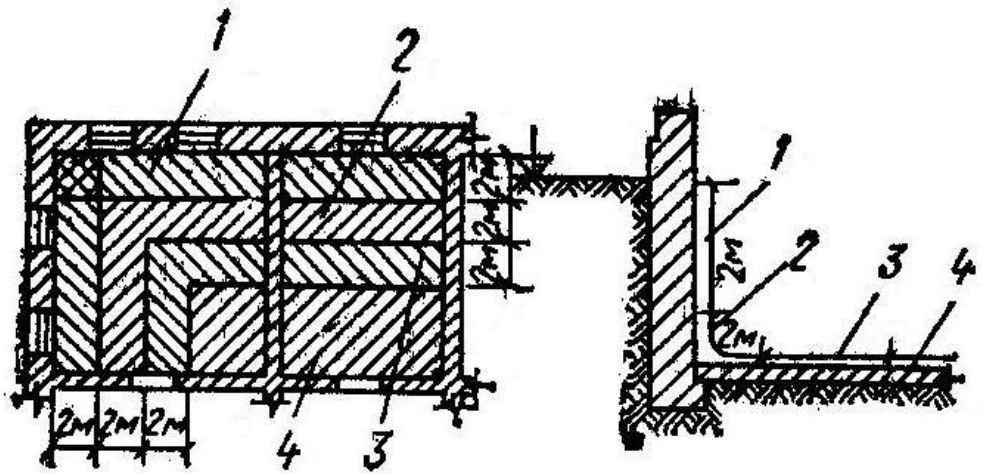


Рис. 2. Розбивка підлоги на ґрунті та заглиблених стін на температурні зони: 1-4 номери зон

Ширина 1-3 зон 2 метри, 4-ї яка залишиться. Для урахування додаткових втрат теплоти в кутовій частині приміщення перша зона накладається, усі інші не накладаються. Опір теплопередачі кожної зони: $R_1 = 2,15$; $R_2 = 4,3$; $R_3 = 8,6$; $R_4 = 14,2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Неутепленими вважаються конструкції, котрі незалежно від товщини складаються з матеріалів , що мають коефіцієнт теплопровідності $\lambda \geq 1.163 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

Опір теплопередачі утепленої підлоги, що розташована безпосередньо на ґрунті для кожної зони розраховують за формулою

$$R_{yП} = R_i + \frac{\delta_{yГ}}{\lambda_{yГ}} \quad (2.4)$$

Де $\delta_{yГ}$ та $\lambda_{yГ}$ – відповідно товщина, м, та коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт/м}^{\circ}\text{C}$, утеплюючого шару.

Додаткові втрати теплоти (надбавки)

$\sum \beta$ - додаткові втрати теплоти у частках від головних втрат, котрі згідно з вимогами [2] приймаються:

а) для зовнішніх вертикальних і похилих огорожуючих конструкцій, орієнтованих у напрямку, з якого у січні віє вітер зі швидкістю, вищою за 4,5м/с, із повторюваністю не менше ніж 15% [1], у розмірі 5% (при швидкості вітру до 5м/с) і в розмірі 10% (при швидкості 5м/с та більше); при типовому проектуванні добавки слід ураховувати у розмірі 5% для всіх приміщень;

б) для зовнішніх вертикальних і похилих огорожуючих конструкцій багатоповерхових будинків у розмірі 20% для першого та другого поверхів, 15% – для третього, 10% – для четвертого поверху будинків із кількістю

поверхів 16 і більше; для 10-15 – поверхових будинків добавки необхідно враховувати у розмірі 10% для першого і другого поверхів та 5% – для третього.

3. Втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого повітря

Частина тепла втрачається на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в приміщення за рахунок нещільності зовнішніх огорожуючих конструкцій. Ці втрати теплоти, знаходять за формулою, Вт

$$Q_B = 0,28 L \rho_e c (t_B - t_{35}) \quad (2.4)$$

де L - нормативний повітрообмін для приміщення, м³/год; ρ_e - густина внутрішнього повітря, кг/м³; c - теплоємність повітря, $c=1,005$ кДж/(кг·°C).

Гутину внутрішнього повітря знаходимо за формулою, кг/м³

$$\rho = \frac{353}{273 + t_B}, \quad (2.5)$$

Втрати теплоти на підігрів зовнішнього повітря, що надходить у вхідні сходові клітки через відчинені зовнішні двері, за відсутності повітряно-теплових завіс розраховуються за формулою, Вт

$$Q_B = 0.7b(H + 0.8P)(t_B - t_{35}), \quad (2.6)$$

де b – коефіцієнт, який ураховує кількість вхідних тамбурів; H – висота будинку, м; P – кількість жителів цього будинку, чол. При одному тамбурі (двоє дверей)- $b=1,0$, при двох тамбурах (троє дверей)- $b=0,6$.

4. Побутові та технологічні тепловиділення

В житлових приміщеннях є різноманітні джерела тепловиділень: електроприлади, газова плита (3-16 кВт), люди (70-80 Вт) та інші. Згідно з діючими будівельними норми середнє значення цих тепловиділень - 10 Вт/м² площі підлоги. Отже, побутові тепловиділення, Вт

$$Q_{II} = 10 \cdot F_{II} \quad (2.7)$$

де F_{II} – площа підлоги приміщення, м². Вона визначається як сума загальних площ квартири і площі сходової клітки на рівні кожного поверху.

Технологічні тепловиділення враховують для приміщень промислового призначення, в залежності від виду, кількості та режиму роботи обладнання.

Втрати тепла ізольованими трубопроводами

Досить часто трубопроводи, по яким подається теплоносій проходять або в підвалі будинку, або на горищі. Незважаючи на теплову ізоляцію частина теплової енергії втрачається, не доходячи до опалюваних приміщень. Для врахування цих втрат застосовують формулу, Вт

$$Q_{TP} = \sum l_i q_i \quad (2.8)$$

де l_i – довжина і-тих ділянок ізольованих трубопроводів, м; q_i – питомий тепловий потік з поверхні трубопроводу, Вт/м. У першому наближенні ці втрати тепла допускається визначати за формулою $Q_{TP} = 0.03 \sum (Q_{OK} + Q_B)$.

Розрахунок втрат теплоти крізь огорожуючі конструкції слід вести у табличній формі, табл.6.

Розрахунок втрат теплоти через огорожуючі конструкції Таблиця 2.3
Швидкість вітру Північного напрямку 6,3 м/с $\rightarrow \beta_1 = 0.1$. Кутова житлова кімната.

Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{35} = -23^{\circ}\text{C}$.

№ приміщення	Огорожуючі конструкції					$t_B, ^{\circ}\text{C}$	$t_B - t_{35}, ^{\circ}\text{C}$	n	$\sum \beta$	$Q_{OK}, \text{Вт}$
	Позначення	Орієнтація	Розміри, м×м	Площа, $F, \text{м}^2$	$R_0, \text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
101	Зов.ст.1	Пн	3,8×3,3-2,25	10,2	2,2	20	43	1	0,1	219
	Зов.ст.1	Зх								
	Вікно 1	Пн	1,5*1,5	2,25	0,5	20	43	1	0,1	213
	Вікно 2	Зх								
	Підлога	-	3*5	15	2,5	20	43	0,6	0	155
Усього 1000 Вт										
$\rho_{II} = 353/(273 + 20) = 1.2 \text{ кг/м}^3; Q_B = 0,28 \cdot 3 \cdot 15 \cdot 1.2 \cdot 1(20+23) = 650 \text{ Вт}$										
Усього 1000+650=1650 Вт										
Побутові тепловиділення $Q_{II} = 10 \cdot 15 = 150 \text{ Вт}$										

Якщо застосовувати конвектори типу «Універсал» встановлені біля вікна, то можна знайти необхідну теплову потужність системи опалення, Вт

$$Q_o = 1.04 \cdot 1.05 \sum (Q_{OK} + Q_B) + 0.03 \sum (Q_{OK} + Q_B) - Q_{II} = (1.09 + 0.03) 1650 - 150 = 1698$$

Лекція № 3

Тема: Загальна характеристика систем опалення.

План лекції

- 1) Класифікація систем опалення.
- 2) Порівняльна характеристика різних систем опалення.
- 3) Конструктивні особливості водотрубних систем.
- 4) Тепловий вузол (самостійно).

1. Класифікація систем опалення

Система опалення – комплекс елементів необхідних для отримання, перенесення і передачі в опалювані приміщення необхідної кількості тепла. Тому в загальному вигляді система опалення складається з 3-х головних елементів: теплогенератора (1), теплопроводів (2) по яким транспортується теплоносій і опалювальних приладів (3).

По розміщенню теплогенератора с/о поділяють на централізовані і децентралізовані, або місцеві. Централізовані системи теплопостачання застосовують для опалення декількох будинків від одного джерела теплоти (напр. котельні). В місцевих системах опалення теплогенератор, теплопроводи і опалювальні прилади знаходяться в одній будівлі. Такі системи застосовують для опалення приватних будинків та дач.

По виду теплоносія системи опалення поділяють на: водяні, парові, повітряні і комбіновані. Водяні системи застосовують в житлових та адміністративних будівлях, парові та повітряні на промислових підприємствах.

По способу циркуляції теплоносія: гравітаційні і насосні. В гравітаційних системах опалення рушійною силою є різниця густин води. Гаряча вода має меншу густину ніж охолоджена і тому підіймається вгору по трубопроводах. Потім вона охолоджується в опалювальних приладах і опускається по трубопроводах в котел, де знову підігрівається і процес циркуляції повторюється. В насосних системах опалення рушійною силою є тиск, що створюється насосом.

По принципу тепловіддачі опалювальні прилади поділяють на: конвективні, променеві і комбіновані. В конвективних приладах процес тепловіддачі здійснюється переважно за рахунок нагрівання повітря, що омиває гріючу поверхню. До таких систем належить повітряна система опалення. В променевих приладах процес передачі теплоти здійснюється переважно шляхом інфрачервоного випромінювання нагрітої поверхні. До таких систем належать різноманітні (електричні, газові) випромінювачі. В комбінованих приладах частина тепла передається конвекцією і частина

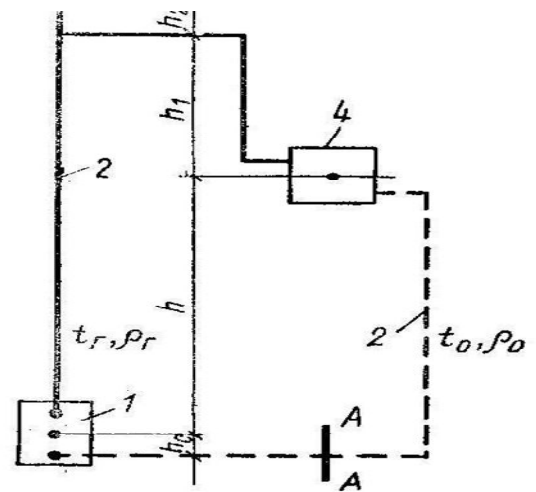


Рис.3.1. Головні елементи системи опалення

1– теплогенератор; 2– трубопроводи; 4– опалювальний прилад

інфрачервоним випромінюванням. Вони набули найширшого розповсюдження. До таких систем належать радіаторні, гріючі панелі та інші.

2. Порівняльна характеристика різних систем опалення

Найважливішими техніко-економічними показниками систем опалення є: металоємність, експлуатаційні витрати і капітальні витрати. З санітарно-гігієнічної точки зору важливими є: шум, розповсюдження мікроорганізмів, виділення канцерогенних речовин, розподіл температур по площі і висоті приміщення та інші фактори.

Водяна система опалення. *Переваги:* рівномірність температури приміщення, простота регулювання, обмежена максимальна температура на поверхні опалювальних приладів, безшумна, надійна. *Недоліки:* велика металоємність, високий тиск води, небезпека замерзання води в трубопроводах та іншому обладнанні.

Парова система опалення. *Переваги:* менша металоємність, низький тиск, менша небезпека замерзання, мала теплова інерційність, можливість розповсюдження пари на великі відстані без застосування насосів. *Недоліки:* висока температура на поверхні труб і опалювальних приладів, конструктивно складніша і дорожча в експлуатації, шум і гідроудари, підвищена корозія.

Повітряна система опалення. *Переваги:* можливість об'єднання з системою вентиляції, відсутність опалювальних приладів, швидке прогрівання приміщень, простота регулювання. *Недоліки:* велика площа поперечного перізу каналів (повітропроводів), великі втрати тепла при транспортуванні повітря, обмежений радіус дії, пригорання пилу на поверхні калориферів, підвищена рухливість повітря в приміщеннях, швидке охолодження приміщень у разі вимкнення системи опалення.

Газова система опалення. *Переваги:* відсутність проміжних теплоносіїв (води, пари), направленість дії, швидкий прогрів приміщень. *Недоліки:* пожежонебезпечна і вибухонебезпечна, потребує підвищеного повітрообміну в приміщеннях, можливе лише кількісне регулювання тепловіддачі.

Електрична система опалення. *Переваги:* легко регулюється тепловіддача, опалювальні прилади не займають багато місця, низькі капітальні витрати. *Недоліки:* дорога в експлуатації, сухість повітря в приміщеннях. Набула значного поширення в Європі завдяки м'якшому клімату і двоxtарифній оплаті за електроенергію.

3. Конструктивні особливості водотрубних систем опалення

Найбільшого поширення в Україні набули водяні системи опалення. Їх класифікація по прокладанню подаючого трубопровода:

- з верхнім розведенням (в будинках з кількістю поверхів більше 3-4);
- з нижнім розведенням (в будинках з кількістю поверхів менше 3-4);
- горизонтальні (в підвалах, одноповерхових будинках, в квартирах нового типу).

Класифікація по виду стояків:

- однотрубна (в будинках з кількістю поверхів більше 3-4);
- двохтрубна (в будинках з кількістю поверхів менше 3-4).

Класифікація по напрямку руху води в магістралях:

- тупикові (застосовують найчастіше);
- з повздовжнім рухом теплоносія (дуже гарна ув'язка відгалужень);
- і кільцеві (підвищена надійність, важко розрахувати вручну).

Класифікація по засобам створення циркуляції:

- гравітаційні (не потребують витрат електроенергії, радіус дії до 20 м, завищені діаметри трубопроводів, малоестетична);
- насосні (великий радіус дії, менша металоемність, додаткові витрати електроенергії).

Класифікація по приєднанню опалювальних приладів:

- прямоточні (конвекторні для багатопверхових будинків, радіаторні для 1-2 – поверхових будинків);
- з осьовими замикаючими ділянками (до 3-х поверхів);
- із зміщеними замикаючими ділянками (більше 3-х поверхів).

Класифікація по засобам регулювання

- з кранами подвійного регулювання (вузькі межі регулювання);
- з кранами потрійного регулювання (широкі межі регулювання);
- з терморегуляторами (автоматичне регулювання, дорожчі).

Класифікація по виду опалювальних приладів

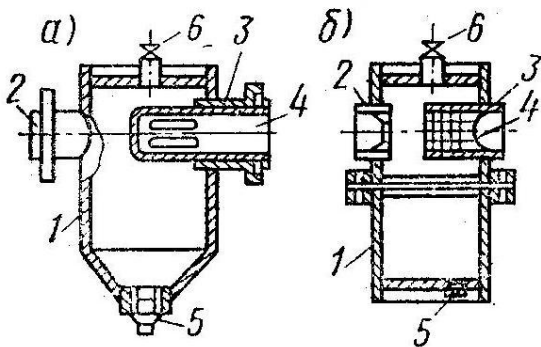
- радіаторні (найбільш поширені через оптимальне співвідношення ціни-якості-теплотехнічних характеристик);
- конверторні (дешевші, нижчий рівень комфортності мікроклімату);
- з гладко трубних реєстрів (в коридорах, на підприємствах);
- з реєстрів ребристих труб (в теплищах, на підприємствах);
- з гріючими панелями (лікарні, елітні будинки, дороги)
- гріюча підлога (басейни, сауни, бані, котеджі).

Основні елементи обладнання систем опалення:

- засувно-регулююча арматура (вентиль, засувка, пробковий та кульовий крани, зворотній клапан, 2-х та 3-х ходові регулятори температури, тиску витрат води);

- насоси (з «мокрим» ротором: безшумні, декілька швидкостей, економічні);
- елеватори (водоструменевий насос без рухливих частин, дешевий, надійний);

-



- розширювальні баки (відкриті вгорі, закриті (мембранні) –внизу);

- теплообмінники (швидкісні, ємнісні);

- повітрязбірники (вертикальні, горизонтальні, автоматичні);

- відмулювачі (для осадження грубодисперсних частинок піску, оксидів заліза тощо);

Рис.3.2. Відмулювач конструкції Оргенергостроя (а) і традиційний (б)
 1– корпус; 2, 3– відповідно вхідний і вихідний патрубки; 4– змінний фільтр; 5– пробка для видалення бруду; 6– повітряний кран

- сіткові фільтри (для вловлення менших за розміром частинок);
- витратоміри (у складі лічильників тепла, крильчасті, турбінні, ультразвукові);
- термометри (спиртові, на температурний діапазон 0-100 та 0-150 °С);
- манометри (для вимірювання тиску на 6, 12 атмосфер або 0,6 та 1,2 МПа.)

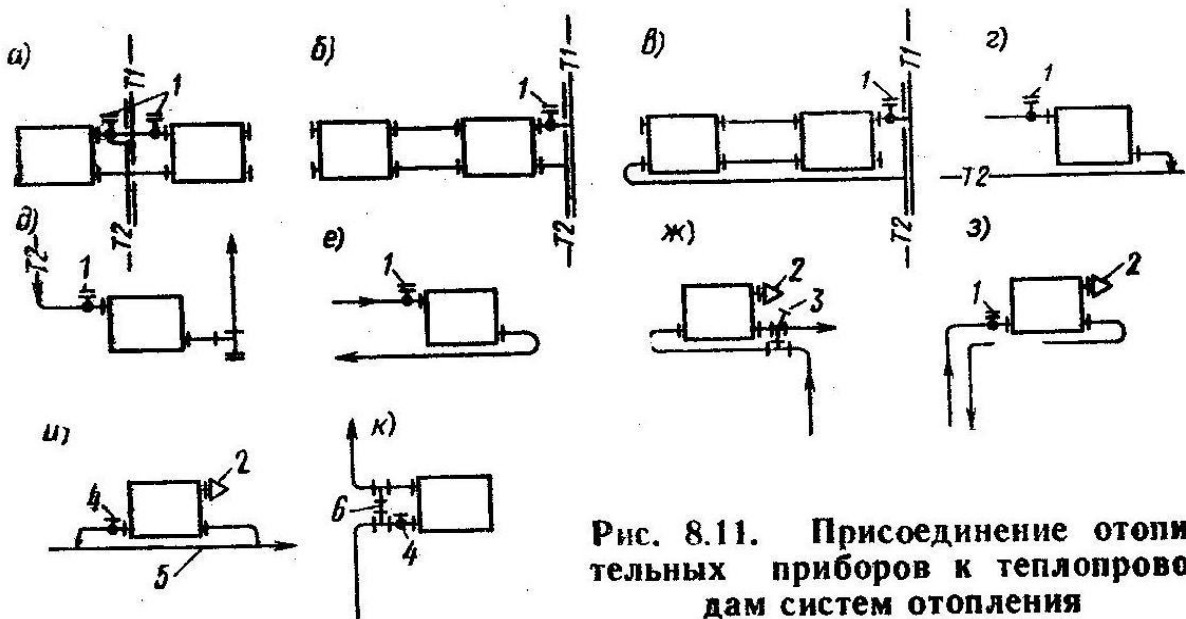


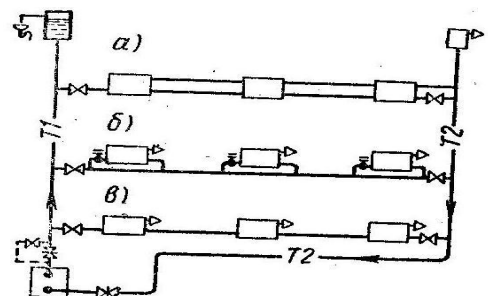
Рис. 8.11. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам систем отопления

Рис.3.3. Приєднання опалювальних приладів до стояків системи опалення

- 1– кран подвійного регулювання; 2– повітровипускний кран; 3– трьохходовий кран, 4– кран регулюючий проходний, 5– осьова замикаюча ділянка, 6– зміщена замикаюча ділянка.

Рис. 3.4. Схема однотрубною горизонтальною системою опалення з гравітаційною циркуляцією

а, в – проточна, б – з замикаючими ділянками



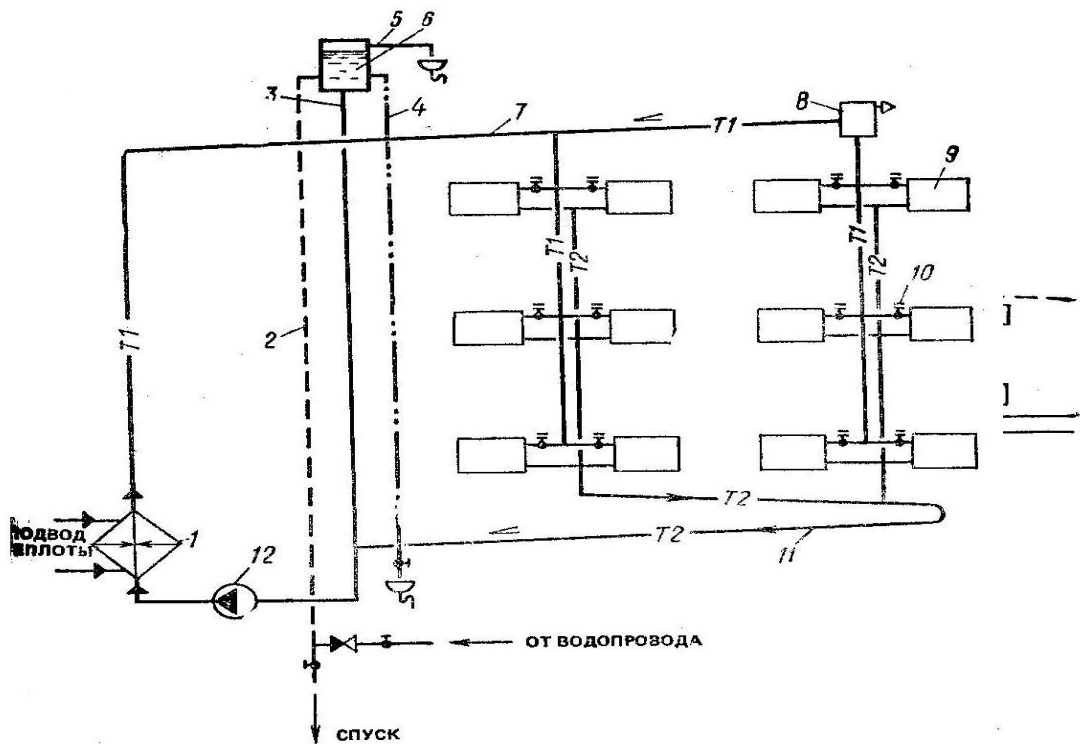


Рис. 3.5. Незалежна система водяного опалення з насосною циркуляцією, двохтрубна з верхнім та нижнім розведенням, з одностороннім та двохстороннім приєднанням опалювальних приладів

1– розширювальний бак; 2– повітровипускний трубопровід; 3– циркуляційний насос; 4– теплообмінник

Рис.3.6. Двохтрубна система водяного опалення з верхнім розведенням і повздовжнім рухом води в подаючій та зворотній магістралях та насосною циркуляцією

1– теплообмінник; 2, 3, 4, 5 – циркуляційний, з'єднуючий, сигнальний та переливний трубопроводи розширюючого бака; 6– розширюючий бак; 7– подаючий магістральний трубопровід; 8– повітрозбірник; 9– опалювальний прилад; 10– кран подвійного регулювання; 11– зворотній трубопровід; 12– насос

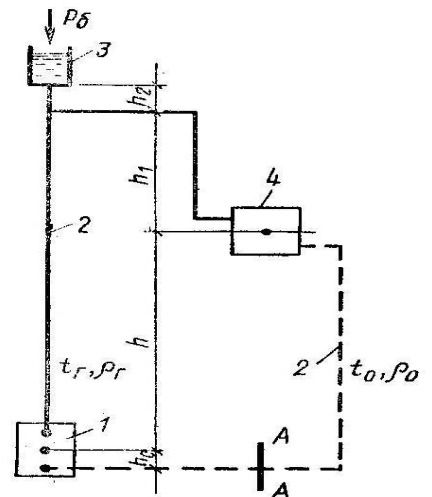


Рис.3.7. Схема системи опалення з гравітаційною циркуляцією

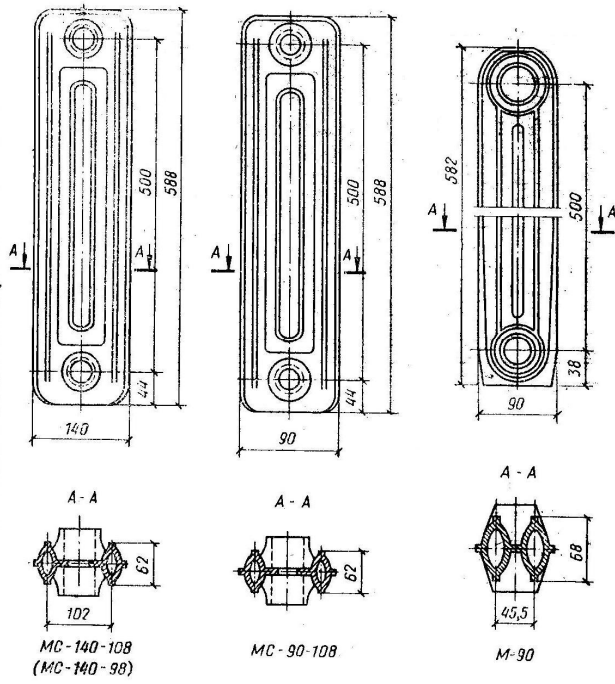


Рис.3.8. Головні типи чавунних радіаторів

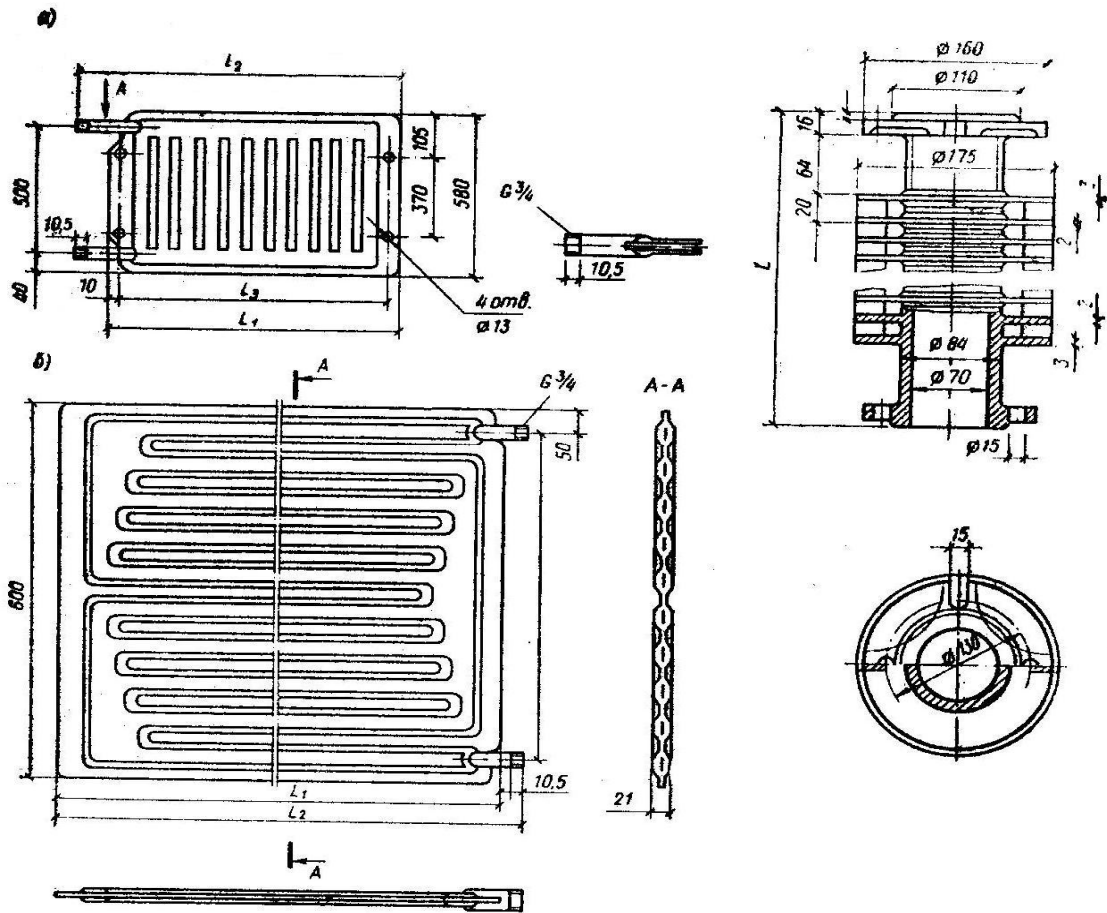


Рис.3.9. Сталеві штамповані радіатори і ребристі труби

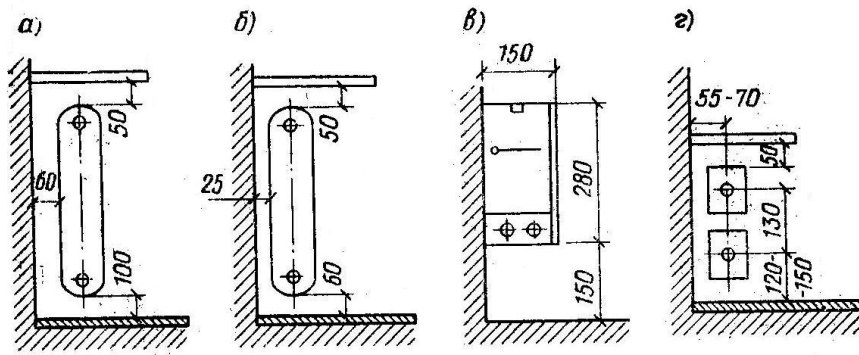


Рис.3.10. Мінімальні відстані від будівельних конструкцій до радіаторів та конвекторів

а– до радіаторів в приміщеннях будівель лікарняно-профілактичних, санаторно-курортних та дитячих закладів; б– до радіаторів в приміщеннях зі звичайними санітарно-гігієнічними вимогами; в– до конвекторів типу «Комфорт»; г– до конвекторів плінтусного типу.

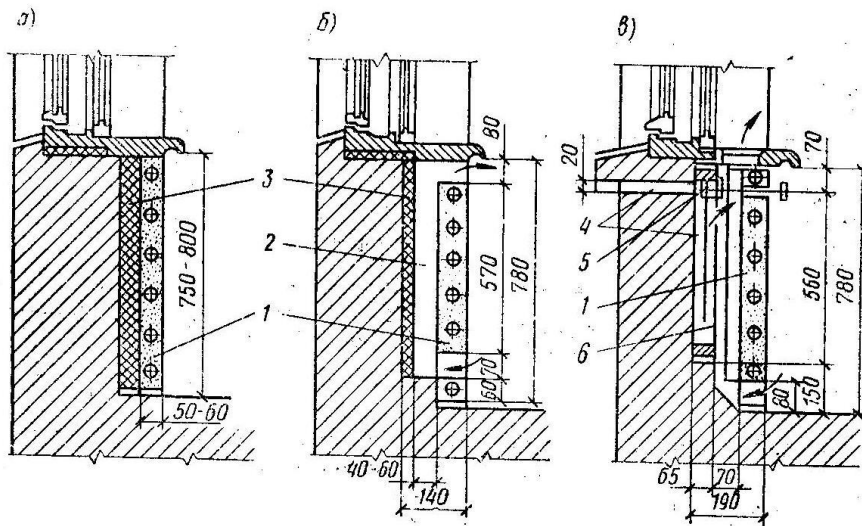


Рис.3.11. Бетонні опалювальні прилади

1– опалювальний прилад; 2– конвективний канал; 3– теплова ізоляція; 4– припливний канал; 5– клапан; 6– металевий екран.

Рис.3.12. Конструкція перегородочної опалючої панелі

1– металева пробка; 2– муфта; 3– ділянка стояка; 4– верхній колектор; 5– труби регістра; 6– замикаюча ділянка; 7– нижній колектор; 8– кран подвійного регулювання; 9– трійник; 10– опалююча панель; 11– підйомні петлі.

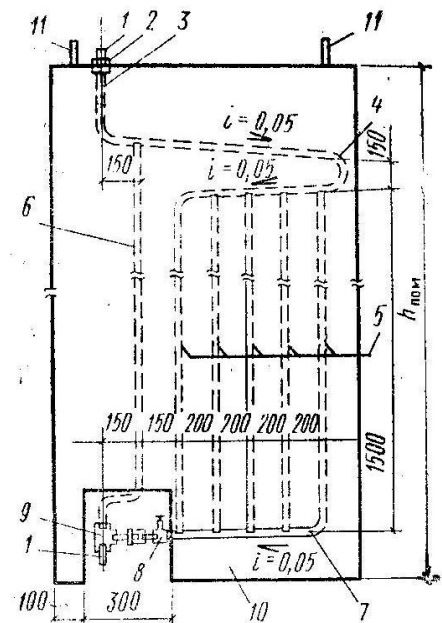
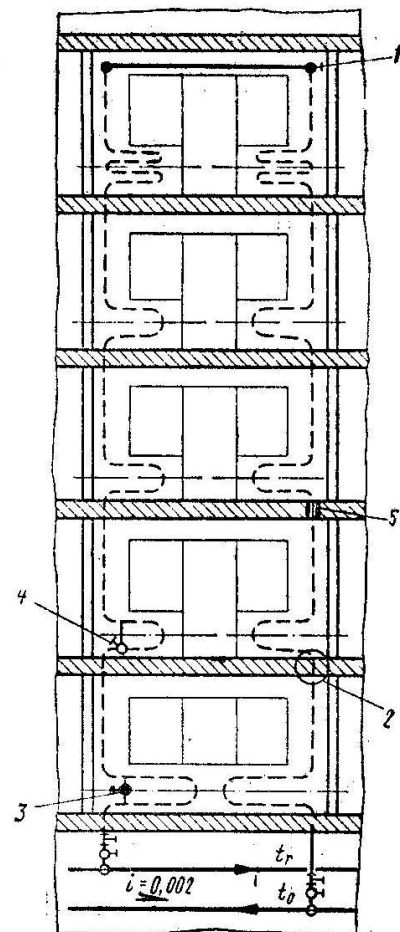


Рис.3.13. Схема панельної системи опалення
1– повітрязбірник; 2– монтажний стакан; 3–
кран подвійного регулювання; 4– трихходовий кран;
5– гільза



4. Тепловий вузол

(Самопідготовка по К.В.Тихомиров, Є.С.Сергеєнко "Теплотехника, теплогазоснабження и вентиляция" ст.367-378)

Тепловий вузол застосовується для передачі теплоносія і теплової енергії від теплової мережі до системи опалення. Крім того, тепловий пункт цілий ряд функцій: очищення теплоносія, облік теплоносія і кількості теплоти, зниження температури теплоносія до необхідної для роботи системи опалення, визначення параметрів теплоносія, розподіл теплоносія між різними системами опалення, підігрів води на потреби гарячого водопостачання, регулювання витрат теплоти тощо.

Залежно від виконуваних функцій може застосовуватися різне обладнання теплового пункту: засувно-регулююча арматура, відмулювачі, сіткові фільтри, витратоміри, елеватор, насоси, теплообмінники.

Найбільшого поширення набули елеваторні вузли керування. Елеватор застосовується для збільшення витрат теплоносія в системі опалення порівняно з тепловою мережею та для зниження температури теплоносія до допустимих меж. Досягається це за рахунок підмішування частини охолодженого теплоносія із зворотного трубопроводу системи опалення в подаючий. Характеристика елеватора: надійність, безшумність, низька вартість, низький ККД.

Для його підбору необхідно визначити номер гідроелеватора і діаметер

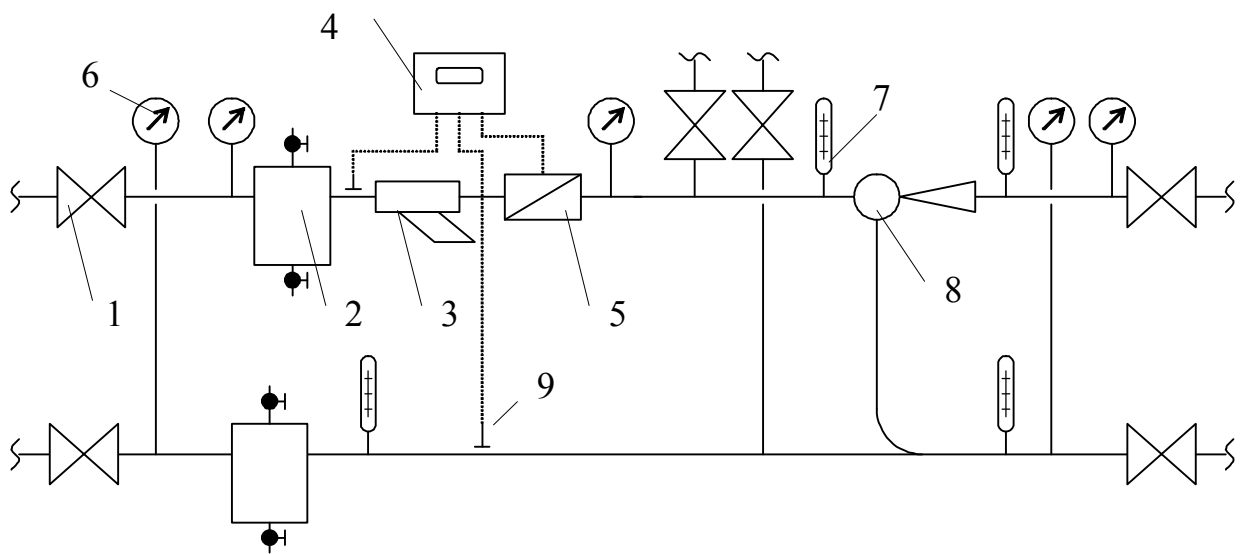


Рисунок 3.14– Схема теплового вузла:

1– засувна арматура; 2– відмулювач; 3– сітковий фільтр; 4– тепломір;
5– витратомір води; 6– манометр; 7– термометр; 8– гідроелеватор; 9– датчик температури

його сопла. Конструкція елеватора представлена на рис.3.

Лекція № 4

Тема: Гідравлічний розрахунок водяного опалення.

План лекції

- 1) Вибір головного циркуляційного кільця і нумерація ділянок.
- 2) Розрахунковий перепад тиску і витрати теплоносія.
- 3) Розрахунок втрат тиску по головному кільцю.

1. Вибір головного циркуляційного кільця і нумерація ділянок

Метою гідравлічного розрахунку системи опалення є визначення діаметрів трубопроводів, типу і кількості опалювальних приладів, місць встановлення засувно-регулюючої арматури та інших елементів системи опалення. Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є: теплові навантаження, схема трубопроводів системи опалення і розрахункові параметри теплоносія в тепловій мережі ($\tau_1, \tau_2, \Delta P_{TM}$).

Розрахунки починають з вибору головного циркуляційного кільця. Воно обирається за такими принципами:

- від теплового вузла до найвіддаленішого стояка системи опалення;
- по вітці, що має найбільше теплове навантаження.

Нумерація ділянок трубопроводів здійснюється по головному циркуляційному кільцю починаючи від теплового вузла по ходу теплоносія до найвіддаленішого стояка і назад до теплового вузла. Нумери проставляються в місцях розгалуження трубопроводів та в місцях зміни їх діаметрів.

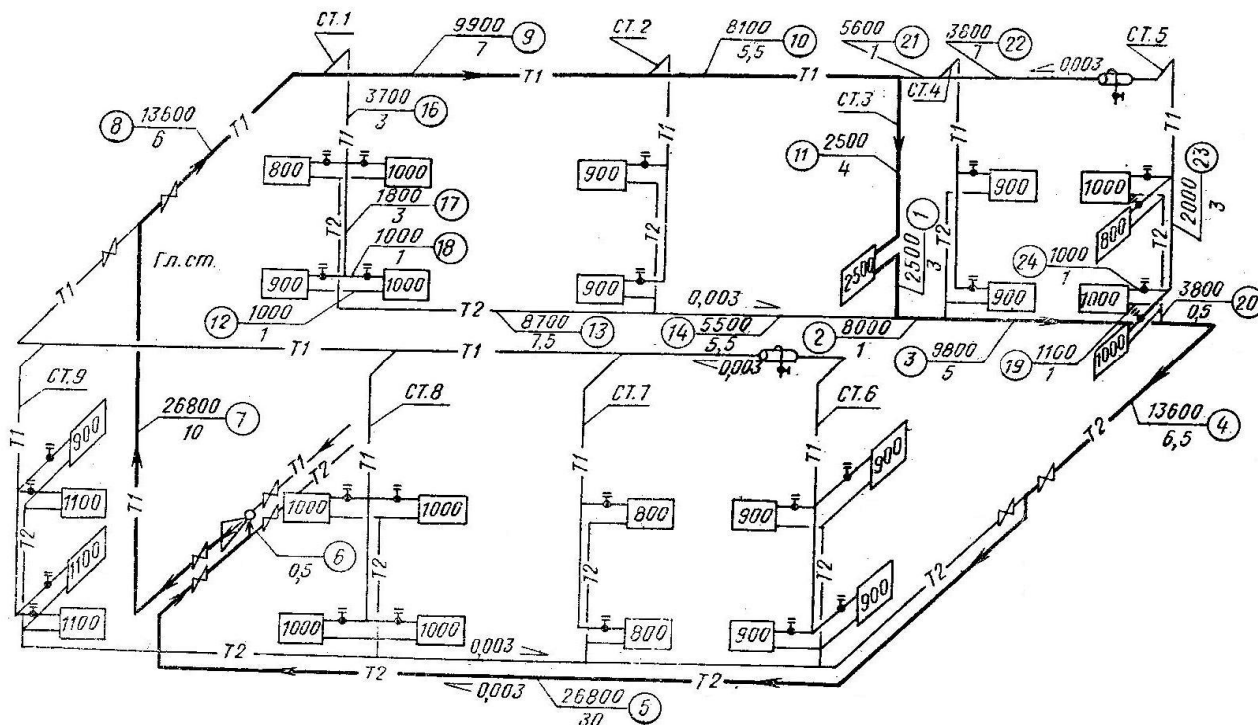


Рис.4.1. Розрахункова аксонометрична схема двохтрубної системи опалення

2. Розрахунковий перепад тиску і витрати теплоносія

Вода, в системі опалення рухається за рахунок перепаду тиску від точки з більшим тиском до точки з меншим. Розрахунковий перепад тиску в системі опалення знаходять за формулою, Па:

$$\Delta P_P = \Delta P_H + B \cdot \Delta P_{ГР} \quad ($$

4.1)

де ΔP_H – насосний перепад тиску, Па; $\Delta P_{ГР}$ – гравітаційний перепад тиску, який створюється в приладах і трубопроводах системи опалення за рахунок охолодження теплоносія; B – коефіцієнт використання гравітаційного циркуляційного тиску. Для більшості елеваторних систем опалення насосний перепад тиску знаходиться в межах 10-12 кПа. Коефіцієнт використання гравітаційного циркуляційного тиску залежить від конструктивних особливостей системи опалення. Для вертикальних однострубних систем опалення $B=1$, для двотрубних- $B=0,4$.

В елеваторних теплових пунктах ΔP_H створюється елеватором і розраховується за формулою, Па:

$$\Delta P_H = \frac{\Delta P_{ТМ} - \Delta P_{ТВ}}{1.4(1+u)^2}, \quad (4.2)$$

де $\Delta P_{ТМ}$ – перепад тиску в тепловій мережі, Па; $\Delta P_{ТВ}$ – втрати тиску в тепловому вузлі до елеватора, $\Delta P_{ТВ} = 15000$ Па; u – коефіцієнт змішування елеватора, який залежить від параметрів теплоносія до елеватора та після нього і визначається за формулою:

$$u = \frac{T_1 - \tau_{10}}{\tau_{10} - \tau_{20}}, \quad (4.3)$$

де T_1 – розрахункова температура в подаючому трубопроводі теплової мережі, $^{\circ}\text{C}$; t_{10} – розрахункова температура теплоносія в подаючому трубопроводі системи опалення, $^{\circ}\text{C}$; t_{20} – те ж, в зворотньому трубопроводі системи опалення, $^{\circ}\text{C}$. Якщо $\Delta P_H < 10$ кПа – розглядається можливість насосної циркуляції теплоносія.

Гравітаційний циркуляційний тиск залежить від конструктивних особливостей системи опалення і параметрів теплоносія. З достатньою для практичних розрахунків точністю для однострубною системи опалення гравітаційний циркуляційний тиск можна розрахувати за формулою, Па

$$\Delta P_{ГР} = \beta \cdot g \cdot \sum \Delta h(t_1 - t_2) \approx \beta \cdot g \cdot (t_{10} - t_{20}) \left(h_{ТВ} + h_{П} \frac{n-1}{2} \right), \quad (4.4)$$

де β – середній приріст густини при зменшенні температури води на 1°C , який залежить від розрахункової різниці температур води у системі опалення (для температур $95-70^{\circ}\text{C}$ $\beta = 0.64$); g – прискорення вільного падіння, м/с^2 , $g = 9.81 \text{ м/с}^2$; Δh – різниця висот теплового центра ділянки і джерела теплоти (елеватора); $h_{ТВ}$ – висота розміщення опалювального приладу першого поверху відносно елеватора, м, $h_{ТВ} = 1.8$ м; $h_{П}$ – висота поверху, м; n – кількість поверхів.

Знаходимо середні втрати тиску на 1 метр довжини стояка (R_{CT}^{CP}) і магістральних трубопроводів (R_M^{CP}) (питомий гідравлічний опір), Па/м

$$R_{CT}^{CP} = \frac{0,7(1-k)\Delta P_p}{\sum l_i} \quad ; \quad R_M^{CP} = \frac{0,3(1-k)\Delta P_p}{\sum l_i} \quad (4.3)$$

де k – коефіцієнт втрат тиску на місцевих опорах, $k = 0.35$; $\sum l_i$ – загальна довжина ділянок розрахункової вітки системи опалення.

Знаходимо розрахункові витрати води на всіх ділянках головного циркуляційного кільця, кг/год

$$G_i = \frac{0,86Q_i}{t_{10} - t_{20}} \quad , \quad (4.4)$$

де Q_i – сума теплових навантажень на ділянках системи опалення від найвіддаленішого стояка розрахункової вітки до розрахункової ділянки, Вт. Наприклад для ділянки 4-5 це $\sum Q_{CT1} + \sum Q_{CT2}$.

3. Розрахунок втрат тиску по головному кільцю

Під час руху води на кожній ділянці трубопроводів втрачається частина тиску, який створюється елеватором. Ці втрати тиску знаходять за формулою, Па:

$$\Delta P_i = R_i l_i + Z_i \quad (4.5)$$

де R_i – питомі втрати тиску на тертя на i -й ділянці, Па/м, залежать від швидкості води і діаметра трубопровода; l_i – довжина ділянки, м; Z_i – втрати тиску на місцевих опорах (повороти, трійники, крани та інші), залежать від швидкості води та виду місцевого опору.

Питомі втрати тиску по довжині сталевих трубопроводів можна визначити за таблицями (Довідник проектувальника), за допомогою комп'ютерних програм (Счетная линейка 1.21 «увага $R \cdot 100!$ ») або розрахувати за наближеною формулою, Па/м

$$R_i = \frac{1820 \cdot G^2}{d^5 \left(\lg \frac{75.35}{\frac{2.74}{d} + \frac{1}{G}} \right)^2} \quad , \quad (4.5^*)$$

де G – витрати теплоносія, кг/год; d – внутрішній діаметр трубопровода, мм.

Значення втрат тиску на місцевих опорах можна знайти за формулою, Па:

$$Z_i = \sum \xi \cdot \frac{V^2}{2} \rho_B + 0.1 \frac{G^2}{k_V^2} \quad , \quad (4.6)$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на цій ділянці; V – швидкість руху води за таблицями, м/с в залежності від витрат води і діаметра трубопровода; ρ_B – густина води, кг/м³, у середньому $\rho_B = 980$ кг/м³ (для середньої температури 65 °С); k_V – коефіцієнт пропускної здатності клапана; .

Приблизні діаметри трубопроводів підбираємо по таблицях орієнтуючись на R_{CP} і G_i . Вибрані діаметри трубопроводів повинні задовільняти наступним вимогам:

- швидкість руху теплоносія не повинна перевищувати максимально-допустимих значень;

d_y , мм	15	20	25	32	40	>40
V_{max} , м/с	0.5	0.65	0.8	1.0	1.5	1.5

- повинна виконуватися умова "телескопічності" трубопроводів, тобто кожен наступний діаметр подаючого трубопровода повинен бути менший за попередній, а у зворотнього трубопровода – більший;

- для стояків системи опалення прийняті діаметри 15, 20, 25 мм. Причому, чим ближче стояк знаходиться до теплового вузла тим діаметри мають бути менші.

Результати гідравлічного розрахунку заносять в таблицю. Сума втрат тиску по ділянках головної магістралі повинна бути в межах $(0.85 \div 1) \Delta P_p$.

Таблиця 2.

Гідравлічний розрахунок системи опалення $R_{CP}^{CT} = 100$ Па/м, $R_{CP}^{MT} = 30$ Па/м

№ ділянки	Q, Вт	G, кг/год	l, м	Øтр, мм	V, м/с	R, Па/м	Rl, Па	Σξ	Z, Па	ΔP _i , Па	ΣΔP _i , Па	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ст1	3800	131,0	8,2	15	0,196	55	451	25,4	478	929	929	2× + 5 ^L + 2□
5-6	3800	131,0	2,0	20	0,103	11	22	^{1+1,5+} _{0,3}	15,8	40	969	┌ + = + <
4-5												
3-4												
2-3												
1-2												
											ΣΔP _p	

Довжина трубопроводів стояка Ст1

$$l = 1 + 0.6 + 2 * (2.7 - 0.5 + 0.3 * 2) + 1 = 8.2 \text{ м.}$$

Витрати теплоносія

$$G_{Ст1} = \frac{0.86 \cdot (2000 + 1800)}{95 - 70} = 131 \text{ кг/год}$$

Коефіцієнти місцевих опорів

Деякі коефіцієнти місцевих опорів використані в даній задачі:

- вентиль з вертикальним штоком $\xi=9$;
- трійник на прохід $\xi=1$;
- трійник на прохід з поворотом $\xi=1,5$;
- горизонтальний повітрязбірник $\xi=1,5$;
- поворот на 90° $\xi=1$;

- поворот на 45° $\xi=0,3$;

- радіатор $\xi=1,2$.

Сума коефіцієнтів місцевих оприв на розрахунковій ділянці Ст1

$$\Sigma\xi = 9 + 1 + (1 + 1.2 + 1) \cdot 2 + 9 = 25.4$$

Втрати тиску на місцевих опорах, Па

$$Z = 25.4 \cdot \frac{0.196^2}{2} \cdot 980 = 478.$$

Після розрахунку однієї ділянки переходимо до іншої. Після додавання втрат тиску по кожній ділянці головного циркуляційного кільця, Па

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{1-2} + \dots + \Delta P_{5-6} + \Delta P_{CT1} + \Delta P_{1'-2'} + \dots + \Delta P_{5'-6'}$$

Перевіряємо виконання умови $\Delta P_{\Sigma} \approx (0.85 \div 1.0) \Delta P_p$. Якщо умова не виконується варто змінити діаметри трубопроводів на деяких ділянках головного циркуляційного кільця.

Лекція № 5

Тема: Розрахунок опалювальних приладів

План лекції

1. Гідравлічна ув'язка системи опалення.
2. Тепловий розрахунок опалювальних приладів.
- 2*. Приклад розрахунку опалювальних приладів.
3. Підбір обладнання теплового вузла.

1. Гідравлічна ув'язка системи опалення

Після розрахунку головного циркуляційного кільця переходять до гідравлічної ув'язки відгалужень (стояків). Це необхідно для подачі в кожний стояк заданої кількості води.

Принцип ув'язки – необхідно вирівняти втрати тиску у відгалуженні і в точках приєднання цього відгалуження до головного циркуляційного кільця. Допустима нев'язка становить $\pm 15\%$. Якщо різниця втрат тиску більша – переходять до ув'язки відгалуження. Засоби ув'язки:

- конструктивні зміни (зміна діаметрів і конфігурації трубопроводів, встановлення арматури та інше);
- встановлення діафрагми на стояку (рідко застосовують);
- встановлення регулюючого клапана і його налаштування.

Розрахунок діаметра внутрішнього отвору діафрагми виконується за формулою, мм:

$$d_d = 3,54 \sqrt{\frac{G_{ст}}{\sqrt{\Delta P_d}}} \quad (5.1)$$

де $G_{ст}$ - витрати води в ближньому стояку, кг/год; ΔP_d – додатковий перепад тиску на діафрагмі, Па. Діаметр діафрагми приймається не менше ніж 5 мм.

Для визначення рівня налаштування клапана визначаємо коефіцієнт його пропускної здатності, м³/год

$$k_v = 0.316 \frac{G_{ст}}{\sqrt{\Delta P_k}} \quad (5.2)$$

де $G_{ст}$ - витрати води через клапан, кг/год; ΔP_k – необхідні втрати тиску на клапані, Па. За діаграмами чи за таблицями підбираємо клапан по діаметру трубопровода стояка з найближчим більшим коефіцієнтом налаштування.

2. Тепловий розрахунок опалювальних приладів

Для подачі в приміщення заданої кількості тепла необхідно підібрати опалювальні прилади. Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозміру з урахуванням теплонадходжень від відкрито прокладених у приміщенні трубопроводів. Вихідними величинами для розрахунку є тип опалювального приладу (конвектори Комфорт-20), розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкова та кінцева температури теплоносія, температура повітря у приміщенні.

Теплова потужність опалювального приладу, Вт, визначається за формулою

$$Q_{PP} = Q_{II} - 0.9Q_{TP} , \quad (5.3)$$

де Q_{II} – тепловтрати приміщення, Вт; Q_{TP} – теплонадходження від неізолюваних трубопроводів, що прокладені в даному приміщенні, Вт.

Тепловий потік від неізолюваних трубопроводів, які знаходяться в приміщенні, розраховується за формулою, Вт

$$Q_{TP} = \sum q_B \cdot l_B + \sum q_G \cdot l_G , \quad (5.4)$$

де q_B, q_G – питома тепловіддача одного метра вертикальних і горизонтальних трубопроводів, котра визначається за [8, с. 264 табл. П.22 або додаток К МВ] залежно від їх діаметра і різниці температур між теплоносієм на вході в опалювальне приміщення і повітрям, Вт/м; l_B, l_G – довжина вертикальних та горизонтальних трубопроводів у приміщенні, м.

Типорозмір конвектора визначається за [8, або додаток Л МВ] залежно від номінального умовного теплового потоку, який знаходять за формулою, Вт

$$Q_{HY} = \frac{Q_{PP}}{\phi_K} , \quad (5.5)$$

де Q_{PP} – тепла потужність опалювального приладу, Вт; ϕ_K – комплексний коефіцієнт приведення Q_{HY} до нормальних умов, який знаходять за формулою

$$\phi_K = \left(\frac{\Delta t_{CP}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{PP}}{360} \right)^p b \cdot \psi \cdot c , \quad (5.6)$$

де Δt_{CP} – різниця середньої температури води у приладі й температури повітря у приміщенні, °С; G_{PP} – витрати теплоносія у приладі, кг/год; b – коефіцієнт урахування атмосферного тиску в даній місцевості [8, додаток М МВ]; ψ – коефіцієнт урахування напрямку руху теплоносія у приладі [8], для системи опалення з верхнім розведенням $\psi = 1$; n, p, c – експериментальні числові показники, що залежать від типу опалювального приладу, витрат теплоносія, напрямку руху теплоносія і визначаються за табл.9.2 довідника [8] або за додатком Н МВ. Для приладу Комфорт-20 : $n=0.35, p=0.18, c=1, b=1$.

Різниця середньої температури води у приладі Δt_{CP} обчислюється за формулою

$$\Delta t_{CP} = \frac{t_{II} + t_K}{2} - t_B , \quad (5.7)$$

де t_{II}, t_K – відповідно початкова і кінцева температури теплоносія на вході й виході з опалювального приладу, °С; t_B – температура внутрішнього повітря приміщення, °С (18-20 °С).

Початкова і кінцева температури теплоносія для опалювального приладу залежать від типу системи опалення. Для вертикальних однотрубних стояків у житлових та громадських будинках температура теплоносія на виході з опалювального приладу, °С

$$t_K = t_{II} - \frac{0.86 \cdot Q_{PP}}{G_{PP}} , \quad (5.8)$$

де $Q_{\text{пр}}$ - теплове навантаження приладу, Вт; $G_{\text{пр}}$ - кількість води, яка протікає через прилад і дорівнює у даному випадку витратам води у стояку, кг/год.

Якщо у якості опалювальних приладів використовуються секційні радіатори то необхідно визначити потрібну кількість секцій. Кількість секцій радіатора розраховується за формулою

$$n = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{ном}} \cdot \varphi_k} \beta_1 \beta_2 \beta_3, \quad (5.9)$$

де β_1 – надбавка на напрям руху теплоносія; β_2 – коефіцієнт способу встановлення радіатора; β_3 – коефіцієнт кількості секцій; $q_{\text{ном}}$ – номінальна (таблична) тепловіддача одній секції радіатора, Вт.

2* Приклад розрахунку конвекторів

Визначаємо температуру теплоносія на виході з опалювального приладу

$$t_k = 95 - \frac{0.86 \cdot 2000}{140} = 82.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо середній перепад температур

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{95 + 82.7}{2} - 18 = 70.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для конвектора Прогрес-20 : $n=0.14$, $p=0.07$, $c=1$, $b=1$, $\psi = 1$.

$$\varphi_k = \left(\frac{70.9}{70}\right)^{1+0.14} \left(\frac{140}{360}\right)^{0.07} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.95$$

Теплонадходження з поверхні трубопроводів

$$Q_{\text{тр}} = 79 \cdot 2.5 + 99 \cdot 0.6 = 257 \text{ Вт}$$

Теплонадходження з поверхні опалювальних приладів

$$Q_{\text{пр}} = 2000 - 0.9 \cdot 257 = 1769 \text{ Вт}$$

Те ж, але приведені до нормальних умов

$$Q_{\text{нв}} = \frac{1769}{0.95} = 1862 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків зводять у табл. 5.

Розрахунок поверхні нагріву конвекторів

Таблиця 5.

Дальній стояк $G_{\text{ст}} = 140$ кг/год

№ стояка	№ приміщення	t_B , °C	$Q_{\text{п}}$, Вт	$t_{\text{п}}$, °C	t_k , °C	$\frac{q_B}{q_{\Gamma}}$, Вт/м	$\frac{l_B}{l_{\Gamma}}$, м	$Q_{\text{тр}}$, Вт	$Q_{\text{пр}}$, Вт	φ_k	$Q_{\text{нв}}$, Вт	Тип приладу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	501	18	2000	95	82,7	$\frac{79}{99}$	$\frac{2,5}{0,6}$	257	1769	0,95	1862	20К1-2,0

За каталогом опалювальних приладів виконується підбір необхідного типорозміру. Тепловий потік обраного приладу не повинен зменшитися більше ніж на 5% або на 60 Вт порівняно з $Q_{\text{нв}}$. Тип приладу записуємо в таблицю.

3. Підбір обладнання теплового вузла

Залежно від виконуваних функцій підбирається обладнання теплового вузла.

Засувно-регулююча арматура, грязьовики, витратоміри та фільтри підбирають по діаметру трубопровода, на якому їх встановлено. Діаметер трубопроводів в теплому вузлі визначають орієнтуючись на швидкість води на рівні 0,5-1 м/с.

Одним з головних елементів існуючих теплових пунктів є гідроелеватор.

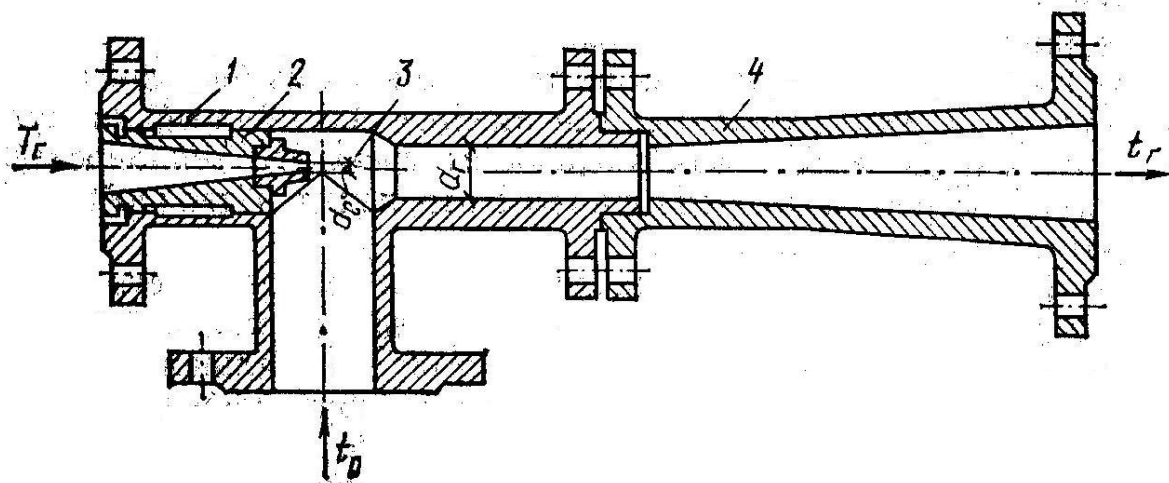


Рис.5.1. Сталевий водоструменевий елеватор

1- корпус; 2- сопло; 3- камера розрідження; 4- дифузор

При його підборі необхідно визначити номер гідроелеватора та внутрішній діаметр сопла. Номер елеватора визначається по діаметру його горловини, мм

$$d_r = 15.5 \sqrt{\frac{G_{co}}{\sqrt{\Delta P_H}}} \quad (5.8)$$

де G_{co} – витрати води в системі опалення, т/год; ΔP_H – насосний циркуляційний тиск у системі, кПа. Загальні витрати теплоносія в системі опалення будинку визначають за формулою, кг/год

$$G_{co} = \frac{0,86 Q_{co}}{t_{10} - t_{20}} \quad (5.9)$$

де Q_{co} – загальне теплове навантаження системи опалення, Вт; t_{10} , t_{20} – розрахункові температури відповідно в подаючому та зворотньому трубопроводі системи опалення, °С.

Насосний циркуляційний тиск розраховують за формулою

$$\Delta P_H = \Delta P_{co} - B \cdot \Delta P_r \quad (5.10)$$

де ΔP_{co} – розрахункові втрати тиску в системі опалення, визначені при гідравлічному розрахунку головного кільця циркуляції, Па

$$\Delta P_{co} = 1.1 \sum (Rl + Z) \quad (5.11)$$

Номер елеватора визначається за діаметром його горловини, табл.5.

Таблиця 6.

Розрахунковий діаметр горловини, мм	<18	18-23	23-28	28-33	33-43	43-55	>55
№ елеватора	1	2	3	4	5	6	7
Стандартний діаметр горловини елеватора	15	20	25	30	35	47	59

Внутрішній діаметр сопла елеватора визначається за формулою, мм

$$d_c = \frac{d_r}{1+u}, \quad (5.12)$$

u – коефіцієнт змішування елеватора.

Необхідна різниця тисків для роботи гідроелеватора, кПа

$$\Delta P_C = 85000 \cdot \frac{G_C^2}{d_c^4}, \quad (5.13)$$

де G_C – витрати води з теплової мережі до елеватора, т/год; d_c - діаметр сопла гідроелеватора, мм. Витрати води, що проходить через сопло елеватора

$$G_C = \frac{C_{co}}{1+u}. \quad (5.14)$$

Якщо діючий перепад тиску в тепловій мережі (ΔP_{TM}) істотно перевищує необхідний для роботи елеватора, надлишковий тиск

$$\Delta P_D = \Delta P_{TM} - 15 - \Delta P_C$$

дроселюють за допомогою встановлення діафрагми

$$d_D = 20.1 \sqrt{\frac{G_C}{\sqrt{\Delta P_D}}}, \quad (5.15)$$

або коригують діаметер сопла, мм

$$d_c = 17.1 \sqrt{\frac{G_C}{\sqrt{\Delta P_{TM} - 15}}} \quad (5.16)$$

Лекція № 6

Тема: Гравітаційна вентиляція будівель.

План лекції

- 1) Розрахунок повітрообмінів для проектування вентиляційних систем.
- 2) Конструктивні особливості гравітаційних вентсистем.
- 3) Аеродинамічний розрахунок.

1. Розрахунок повітрообмінів для проектування вентиляційних систем

Для приміщень житлових і адміністративних будинків повітрообмін визначається в залежності від призначення цих приміщень. Нормативними показниками для визначення повітрообмінів є: кратність повітрообміну і питомий повітрообмін на одиницю виміру (1 м² площі підлоги, 1 сантехнічний прилад, 1 людину).

Повітрообмін у квартирі житлового будинку визначається за нормативами для кухонь 90 м³/год, ванних 25 м³/год та туалету 25 м³/год, але в сумі не повинен бути меншим ніж необхідно для житлових кімнат (з розрахунку 1-но кратного повітрообміну). Для виконання цієї умови кількість витяжного повітря в санвузлах чи кухнях можна збільшувати.

У житлових будинках, та приміщеннях громадських будинків, де кратність повітрообміну не перевищує одиниці застосовують гравітаційну систему вентиляції. Конструктивно передбачається, що свіже повітря інфільтрується крізь вікна і видаляється через канали в кухні, ванних та туалетах. У разі застосування сучасних металопластикових вікон інфільтрація повітря відсутня.

Визначення витрат повітря за нормативами доцільно вести у формі таблиці. Перед конструюванням систем вентиляції необхідно попередньо визначити розміри перерізів вертикальних каналів та вентиляційних ґрат. Результати розрахунків зводять у таблицю 5.

Повітрообмін за нормативними показниками

Таблиця 5

№ з/п	Назва приміщення	Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	Норма на одиницю	Витрати повітря, м ³ /год	Решітка		Канал	
						V, м/с	а×в, см	V, м/с	а×в, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
901	Кухня	шт	1	90	90	0,88	2*P150	0,66	140*270

Необхідне значення площі живого перерізу вентиляційної решітки і каналу розраховують за формулою, м²

$$F = \frac{L}{3600 \cdot V} \quad , \quad (6.1)$$

де L – витрати повітря, м³/год; V – рекомендована швидкість повітря, м/с, (для решіток, вертикальних і горизонтальних каналів у межах 0.5÷1 м/с, для вертикальних шахт – 1÷1.5 м/с). Наприклад

$$F = \frac{90}{3600 \cdot 1} = 0.025 \text{ м}^2.$$

За визначеною площею F призначають розміри каналів і решіток та уточнюють швидкість повітря

$$V = \frac{L}{3600 \cdot F_c}, \quad (6.2)$$

де F_c – площа перерізу стандартної решітки чи каналу, м^2 .

В витяжних системах застосовують решітки типу Р

Позначення	Отвір у стінці каналу, см	Зовнішні розміри, мм	Площа живого перерізу, м^2
P150	15 на 15	190 на 190	0,0142
P200	20 на 20	242 на 242	0,0198

Примітка. Для отримання більших живих перерізів допустиме встановлення декількох однакових решіток.

Допускається паралельне встановлення решіток. Тому, для нашого прикладу приймаємо 2 решітки P150 і знаходимо швидкість повітря, м/с

$$V = \frac{90}{3600 \cdot (2 \cdot 0.0142)} = 0.88.$$

У цегляних будинках застосовують цегляні канали в стінах, таблиця 7.

Таблиця 7.
Розміри каналів із цегли

Розміри сторін перерізу, см	Площа перерізу, м^2	Розміри сторін перерізу, см	Площа перерізу м^2
14 на 14	0,0196	27 на 27	0,073
14 на 27	0,0378	27 на 40	0,108
14 на 40	0,056		

Найменші розміри каналів для санвузлів 140*140, для кухонь 140*270 мм.

Для нашого прикладу підходить канал 140*270. Отже, швидкість повітря в каналі, м/с

$$V = \frac{90}{3600 \cdot 0.378} = 0.66$$

Таким чином, визначають швидкість і площу всіх каналів розрахункової гілки.

2. Конструктивні особливості гравітаційних вентсистем.

Найчастіше у житлових та громадських будинках в якості повітропроводів застосовують вертикальні цегляні канали у внутрішніх стінах. В панельних будинках застосовують спеціальні блоки з отворами овальної чи круглої форми, або приставні канали.

Витяжні отвори розміщують в приміщеннях під стелею на відстані 0,15 — 0,2 м від стелі. На них встановлюють вентиляційні решітки (P150, P200).

Після визначення розмірів каналів та решіток їх показують на планах. Кожен поверх житлової будівлі має свої окремі вентиляційні канали. Об'єднання каналів з різних поверхів заборонено. Також заборонено об'єднувати канали з кухні, санвузла та ванної. Допускається об'єднання каналів з санвузла і ванної кімнати. У цьому випадку можна застосовувати перетікання повітря з ванної в санвузол і видаляти повітря через вентканал в санвузлі.

У разі, коли будинок має технічний поверх канали викладають на висоту не менше 0,7 м вище даху будинку і перекривають зверху плитою (оцинкована сталь, шифер, цегла). Така конструкція називається «корінник».

У випадку застосування двохскатного даху корінники виводять над дахом за наступною схемою, рис.1.

Аксонетрична схема вентиляційних каналів (рис.2) повинна містити: відмітки верха і низа каналу, позначення решіток, їх кількість, розмір каналу та витрати повітря в ньому.

3. Аеродинамічний розрахунок

Для уточнення прийнятих розмірів вентиляційних каналів та решіток виконується аеродинамічний розрахунок. Як правило його виконують для вентканалу, що знаходиться в найгірших експлуатаційних умовах. Зазвичай це найдовше відгалуження на верхньому поверсі будівлі.

Аеродинамічний розрахунок виконують у такій послідовності.

Знаходять розрахунковий гравітаційний перепад тиску, який є рушійною силою для переміщення повітря в елементах гравітаційної вентиляції, Па

$$\Delta P_G = g(H_{ш} - H_p)(\rho_{+5} - \rho_B), \quad (6.3)$$

де g – прискорення вільного падіння рівне $9,81 \text{ м/с}^2$; $H_{ш}, H_p$ - позначка відповідного гирла шахти і середини витяжної решітки, м; ρ_{+5} - густина зовнішнього повітря при температурі $+5 \text{ }^\circ\text{C}$, яка визначається за формулою, кг/м^3

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \quad (6.4)$$

де ρ_B – густина витяжного повітря при температурі в приміщенні, кг/м^3 .

Втрати тиску на розрахунковій гілці визначають додаванням втрат тиску на усіх ділянках гілки, Па

$$\Delta P_\Sigma = \sum (Rl_m + z), \quad (6.5)$$

де R – питомі втрати тиску по довжині каналу, Па/м, які для турбулентного режиму можна визначити за формулою

$$R = 0,0117 k_e^{0,25} \frac{V^2}{d_e^{1,25}}, \quad (6.6)$$

Якщо при розрахунку умова (6.11) не задовольняється, то необхідно змінити на деяких ділянках площу поперечного перерізу каналу чи змінити висоту витяжної шахти.

Лекція № 7

Тема: Механічна вентиляція

План лекції

- 1) Загальна характеристика механічної вентиляції.
- 2) Обладнання вентсистем.
- 3) Типові схеми механічних вентиляційних систем.

1. Загальна характеристика механічної вентиляції

Механічна вентиляція застосовується переважно в будівлях громадського, промислового та сільськогосподарського призначення з великими повітрообмінами.

Порівняно з системами гравітаційної вентиляції механічні складніші і дорожчі, але вони мають ряд переваг: більший радіус дії, незалежність повітрообмінів від коливань температури зовнішнього повітря, можливість обробки повітря (нагрівання, очищення та інше).

Розподіляються на:

припливні - для подачі свіжого повітря в приміщення;

витяжні - для видалення відпрацьованого (забрудненого) повітря за межі приміщення;

рециркуляційні - для видалення, обробки і подачі повітря знову в приміщення.

По розміщенню механічні вентиляційні системи класифікують як:

загальнообмінні - для організації повітрообміну у всьому приміщенні;

місцеві - для організації повітрообміну на робочому місці.

3. Типові схеми вентиляційних систем

Організація вентиляції в адміністративних будівлях

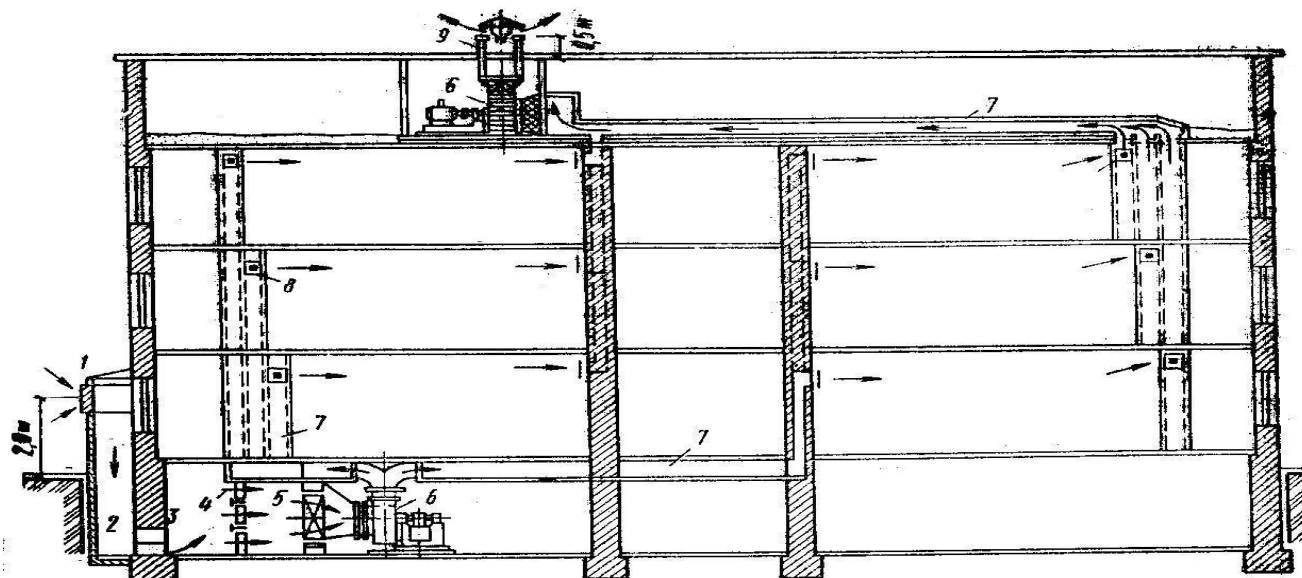


Рис.7.1. Припливно-витяжна вентиляція адміністративної будівлі

1– повітрязабірна решітка; 2– повітрязабірна шахта; 3– утеплений клапан; 4– фільтр; 5– калорифер; 6– вентилятор; 7– канали і повітропроводи; 8– припливні та витяжні вентиляційні решітки; 9– витяжна шахта

Організація вентиляції в будівлях промислового призначення в холодний період.

Організація вентиляції в будівлях промислового призначення в перехідний період.

Організація вентиляції в будівлях промислового призначення в теплий період (аерація).

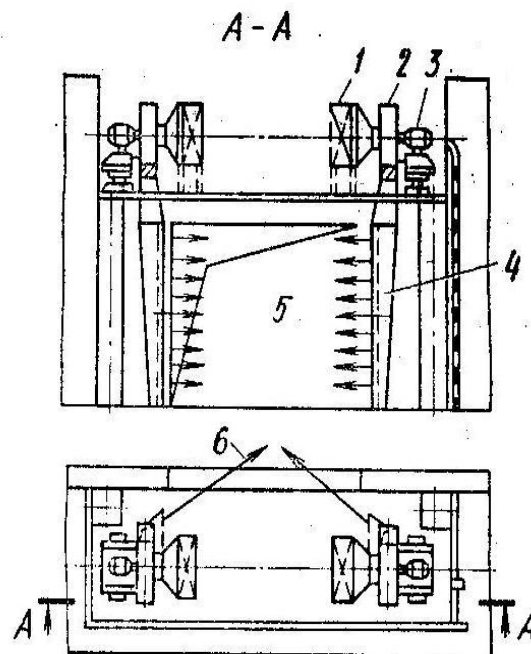
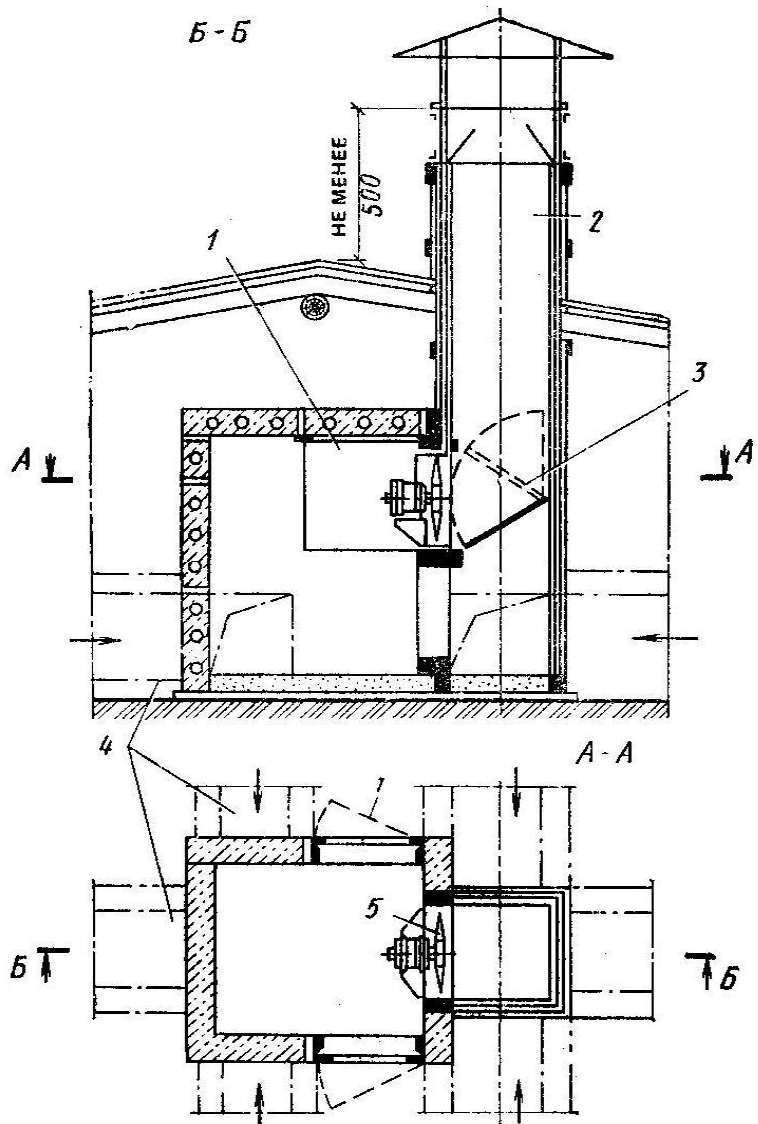


Рис.7.2. Повітряно-теплова завіса в будівлях промислового призначення
1– калорифер; 2– вентилятор; 3– електродвигун; 4– повітророздаючий
короб; 5– отвір воріт; 6– напрямок повітряного потоку

2. Обладнання вентсистем

Рис. 15.16. Вытяжная камера из пустотелых гипсовых плит с осевым вентилятором

1 — дверка; 2 — шахта;
3 — клапан; 4 — воздуховоды; 5 — вентилятор



До обладнання механічних вентиляційних систем належать: вентилятори, калорифери, фільтри, повітрязбірні шахти, припливні камери, решітки, повітропроводи та інше.

Вентилятори

Вентилятори застосовують для переміщення повітря по вентиляційним системам. По конструктивним особливостям вентилятори розподіляються на **радіальні** та **осьові**. Радіальні складаються кожуха, робочого колеса, кріплення з валом, підшипниками та ременем. Є вентилятори з електродвигуном на одній вісі з робочим колесом. Робоче колесо повинне обертатися в сторону розвертання спіралі кожуха вентилятора, інакше витрати повітря зменшуються 50-60%.

В осьових вентиляторів робоче колесо (гвинт) знаходиться безпосередньо на валу електродвигуна. Порівняно з радіальними ці вентилятори: мають більший рівень шуму, створюють менший перепад тиску (150-200 Па), мають меншу вагу, більш компактні, можуть розміщуватися в середині повітропроводів, можуть бути реверсивні для подачі та забору повітря, застосовують для переміщення великих об'ємів повітря.

По тиску поділяються на: низького ($\Delta P \leq 1$ кПа), середнього ($1 \leq \Delta P \leq 3$ кПа) і високого тиску ($\Delta P \geq 3$ кПа).

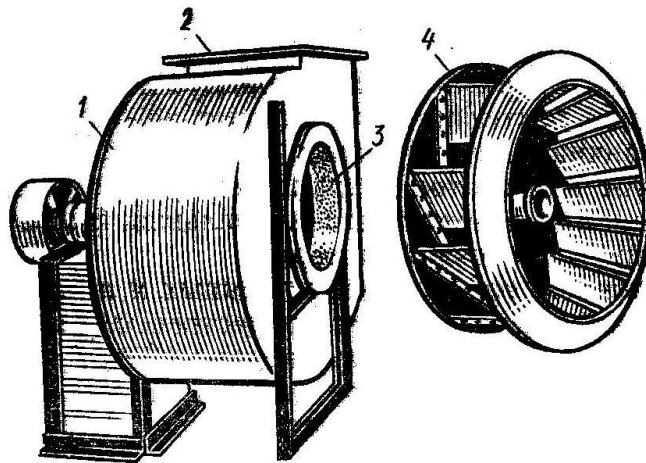


Рис.7.4. Радіальний (відцентровий) вентилятор

1– кожух; 2– вихідний патрубок; 3– вхідний патрубок; 4– робоче колесо

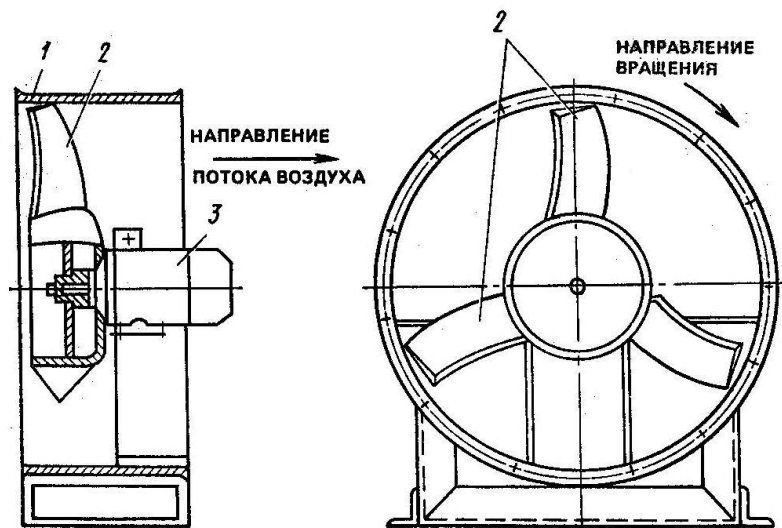


Рис.7.5. Осьовий вентилятор В-08-300

1– корпус; 2– лопасті робочого колеса; 3– електродвигун

По призначенню: загального призначення - для переміщення чистого та малозапиленого повітря з температурою до 80°C ; корозійностійкі – для транспортування повітря, забрудненого агресивними газами і парами (мають пласмасовий корпус); в іскрозахищеному виконанні – для переміщення горючих та вибухонебезпечних сумішей (мають титановий корпус); пилові – для переміщення запиленого повітряного потоку; каналні – для встановлення в повітропроводах та вентиляційних каналах; дахові – для встановлення на даху будівель та споруд (захищені від атмосферного впливу).

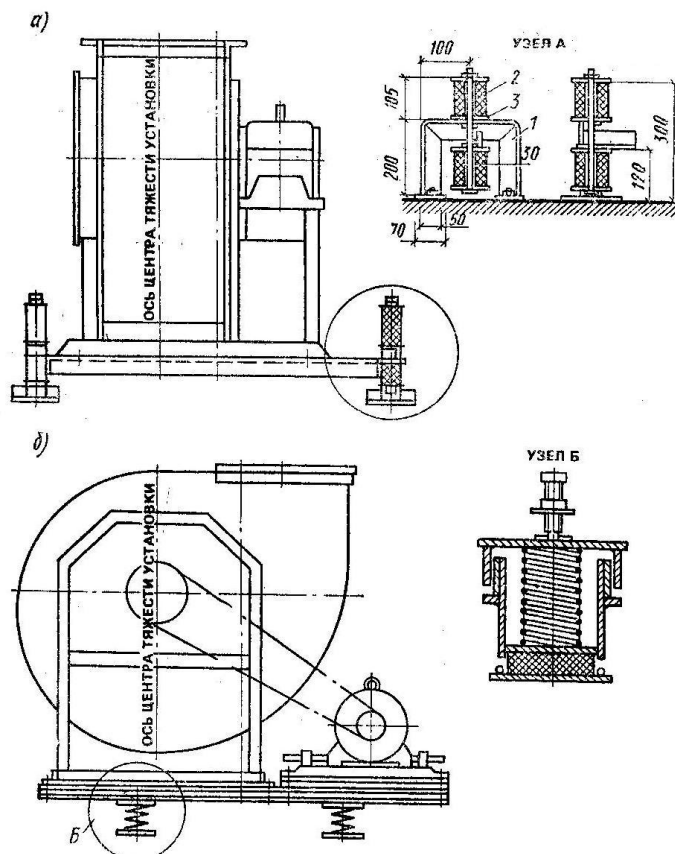
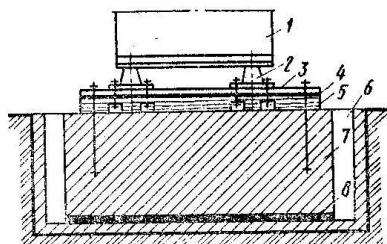


Рис. 15.20. Установка вентиляторов на виброизолирующих основах с резиновыми (а) и пружинными (б) виброизоляторами

1 — опорная конструкция; 2 — резиновый цилиндр; 3 — металлические шайбы

Рис. 15.21. Установка вентилятора на виброизолирующем фундаменте

1 — станина вентилятора; 2 — пружинный амортизатор; 3 — доска; 4 — резина; 5 — брус; 6 — приямок; 7 — фундамент; 8 — звукоизолирующая прокладка



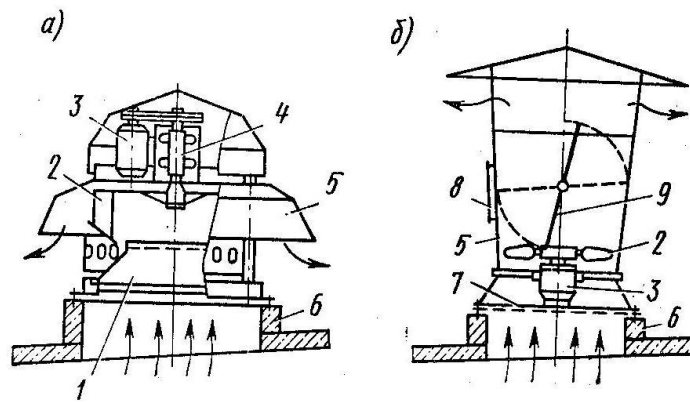


Рис. 15.6. Крышные вентиляторы

a — радиальный ВКР-4; *б* — осевой ЦЗ-04; 1 — входной патрубок; 2 — рабочее колесо; 3 — электродвигатель; 4 — подшипники; 5 — кожух; 6 — железобетонный стакан; 7 — предохранительная решетка; 8 — люк; 9 — самооткрывающийся клапан

Калорифери

Калорифери використовують для нагрівання припливного та охолодження витяжного повітря. Конструктивно калорифери складаються зі сталевих трубок на які нанизані алюмінієві пластини (ребра) для збільшення поверхні теплообміну, двох колекторів та двох патрубків. Для підігріву повітря в калорифери може подаватися вода з температурою до 180°C , або пар з температурою до 190°C .

Можуть бути: одноходові (для пари) та багатоходові (для води), однорядні та багаторядні (з коридорним і шахматним розміщенням трубок). Калорифери всіх моделей можуть встановлюватися паралельно і послідовно як по воді так і по повітрю.

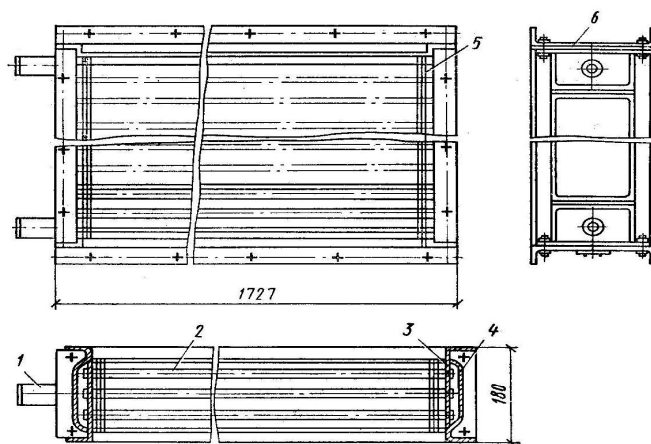


Рис. 15.8. Калорифер стальной пластинчатый марки КВСБ-П
1 — присоединительный штуцер; 2 — трубка для прохода теплоносителя; 3 — трубная решетка; 4 — коллекторная крышка; 5 — стальные гофрированные пластины по всей длине трубок; 6 — боковой щиток

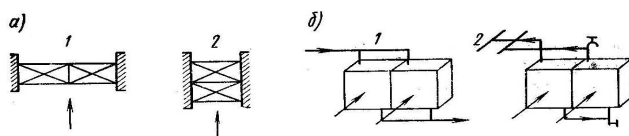


Рис. 15.9. Схемы установки калориферов и присоединения теплопроводов к ним
а — по воздуху; б — по теплоносителю; 1 — параллельная; 2 — последовательная

Фільтри

Для очищення повітря від пилу в системах припливної вентиляції застосовують фільтри. По конструктивним характеристикам фільтри поділяють: стільникові, кишенькові, аерозольні, масляні і рулонні.

В системах витяжної вентиляції застосовуються такі пилоочисні засоби:

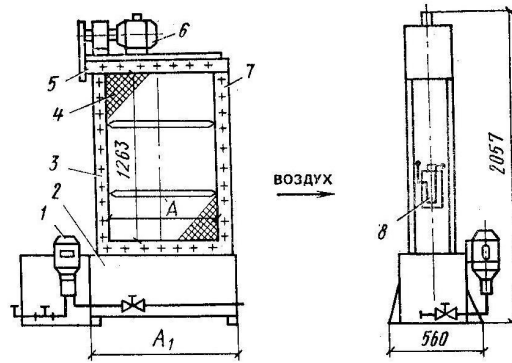


Рис. 15.10. Фильтр воздушный сетчатый ФС2

1 — насосная установка; 2 — масляный бак; 3 — стенка левая; 4 — сетка фильтрующая; 5 — головка фильтра; 6 — электропривод фильтрующих сеток; 7 — стенка правая; 8 — мановакуумметр

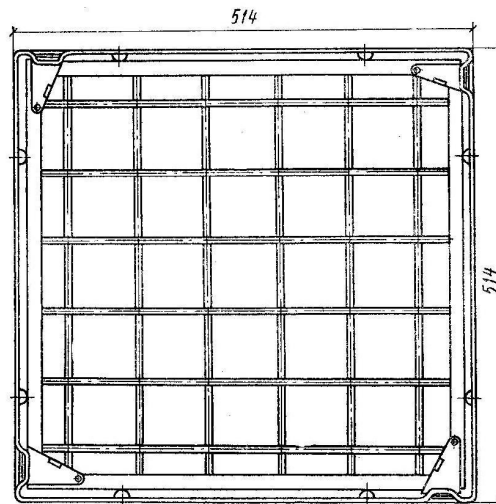


Рис. 5.11. Ячейка фильтров ФяРБ и ФяВБ

циклони, рукавні фільтри, електрофільтри.

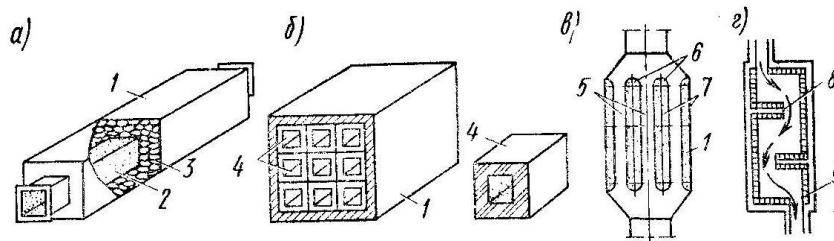


Рис. 15.22. Вентиляционные шумоглушители

a — трубчатый; б — сотовый; в — пластинчатый; г — камерный; 1 — наружный кожух; 2 — перфорированный воздуховод; 3 — звукопоглощающий материал; 4 — звукопоглощающие ячейки; 5 — клапан для воздуха; 6 — обтекатель; 7 — звукопоглощающие пластины; 8 — поперечные перегородки; 9 — облицовка

Повітрозабірні шахти

Повітрозабірні шахти влаштовують в системах припливної вентиляції для забору чистого зовнішнього повітря. Концентрація шкідливих речовин в точці

повітрязабору не повинна перевищувати 30% нормативного значення МДК (максимально допустима концентрація). Конструктивно вони можуть бути розміщені окремо від будинку і прибудовані.

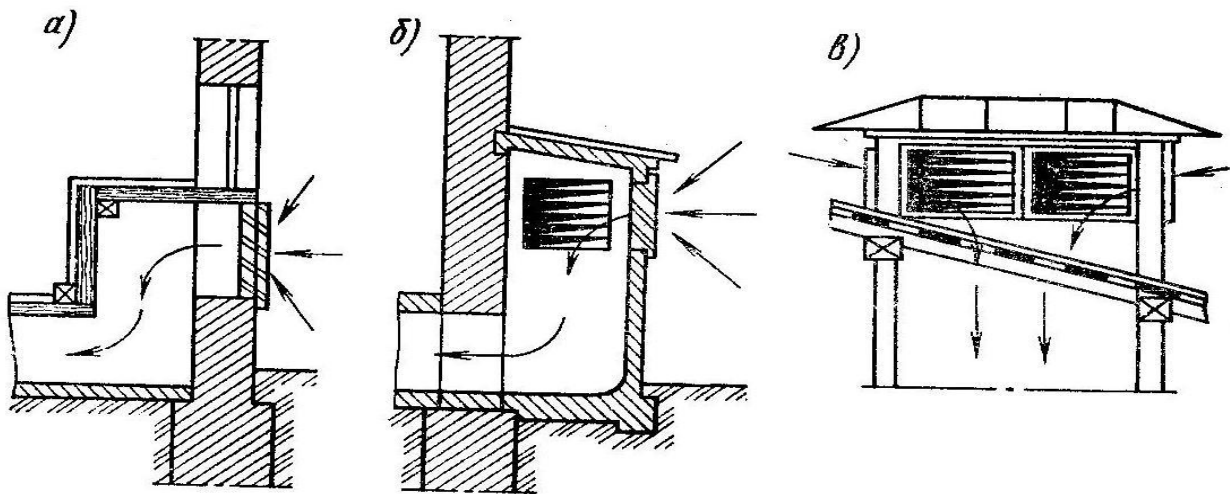


Рис.7.9. Приклади конструювання повітрязабірних шахт
а– отвір в стіні; б– приставна шахта; в– шахта виведена на дах будівлі.

Припливні камери

Припливні камери можуть бути типові або збиратися з окремих елементів (фільтр, калорифер, вентилятор та ін.). Їх розміщують у підвалі будівлі або на технічному поверсі. У виробничих приміщеннях припливні камери розташовують на спеціальних площадках, естакадах. Типові припливні камери ПК (2ПК10-2ПК125) виконують зі сталі. Переваги – простота монтажу. Недоліки – висока вартість.

Збірні припливні камери мають меншу вартість. Стінки таких камер викладують з цегли, перекриття зі збірних залізобетонних конструкцій, пінобетону, керамзитобетону та інших доступних матеріалів. Усередині таких камер розміщують вентиляційне обладнання. Для обслуговування та ремонту такі камери мають невеликі герметичні двері.

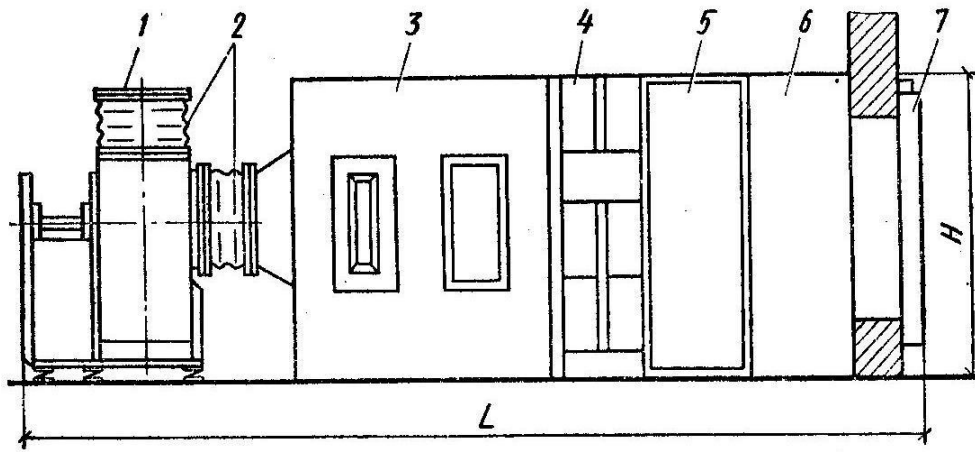


Рис. 7.10. Схема типової припливної камери 2ПК20

1– вентилятор; 2– м'яка вставка; 3– зрошувальна секція; 4– калориферна секція; 5– секція фільтра; 6– приймальна секція; 7– утеплений повітряний клапан

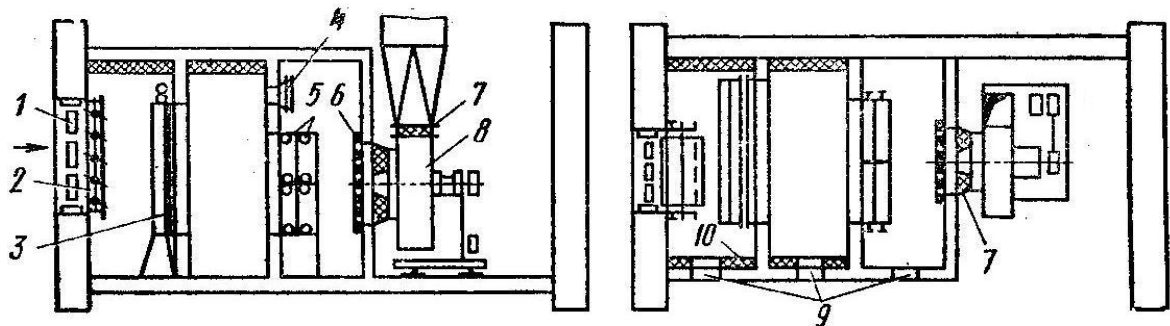


Рис.7.11. Схема збірної припливної камери

1– нерухома жалюзійна решітка; 2– утеплений клапан; 3– самоочисний масляний фільтр; 4– обвідний клапан; 5– калорифер; 6– запобіжна сітка; 7– м'яка вставка; 8– вентилятор; 9– герметичні двері; 10– теплоізоляція.

Лекції № 8

Тема: Системи кондиціонування повітря

План лекції

- 1) Види систем кондиціонування повітря.
- 2) Конструкції центральних кондиціонерів,
- 3) Конструкції місцевих кондиціонерів.

1. Види систем кондиціонування повітря

Системи кондиціонування застосовуються для створення комфортних (оптимальних) параметрів мікроклімату в приміщеннях. Системи кондиціонування - це комплекс технічних засобів необхідних для обробки повітря (фільтрація, підігрів, зволоження, охолодження), його переміщення і розподілу в приміщеннях.

По призначенню СКП класифікуються наступним чином:

- комфортні, в житлових адміністративних і промислових будівлях для забезпечення комфортних для людей параметрів мікроклімату;
- технологічні, для забезпечення нормального протікання технологічних процесів (наприклад в текстильній промисловості);
- комфортно-технологічні, для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату для технологічних процесів і життєдіяльності людей.

По місцю встановлення кондиціонери поділяють на центральні та місцеві. По режиму роботи – постійнодіючі та сезонні.

Центральні кондиціонери – встановлюються за межами обслуговуваних приміщень (в підвалах, на технічних поверхах), а роздача повітря здійснюється за допомогою вентиляційних каналів.

Місцеві кондиціонери – як правило повністю або частково (у вигляді окремого блока) встановлюють в приміщенні де створюються необхідні параметри мікроклімату.

2. Конструкції центральних кондиціонерів

Центральні кондиціонери розраховані, на подачу повітря від 10 до 250 тис. м³/год. Конструкція центрального кондиціонера залежить від технології обробки повітря, що в ньому використовуються. Конструктивно центральний кондиціонер складається з окремих секцій (блоків), які між собою з'єднані послідовно чи паралельно. Найчастіше застосовуються наступні секції:

1- Приймальна секція - для регулювання витрат повітря, змішування зовнішнього повітря з рециркуляційним, вирівнювання поля швидкостей повітря в перерізі кондиціонера, доступу до інших секцій.

2- Секція повітряного фільтра - для очищення повітря від пилу. Ефективність очищення повітря залежить від типу фільтра і може знаходитися в межах 85-98%, втрати тиску 65-100 Па для чистого фільтра і 250-300 Па для забрудненого.

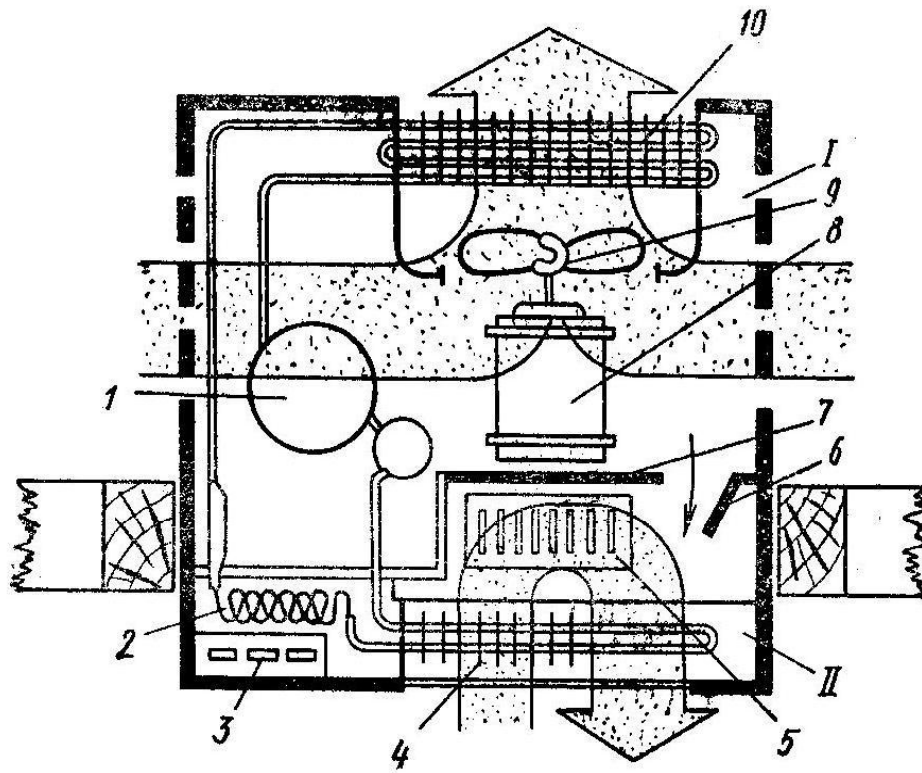


Рис. 16.3. Автономный кондиционер оконного типа

I — машинное отделение; *II* — воздухообрабатывающее отделение: 1 — герметичный компрессор; 2 — капиллярная трубка; 3 — пульт управления; 4 — воздухоохладитель-испаритель; 5 — колесо радиального вентилятора; 6 — регулируемая заслонка для поступления наружного воздуха; 7 — перегородка; 8 — электродвигатель с двухконсольным видом; 9 — колесо осевого вентилятора; 10 — конденсатор воздушного охлаждения

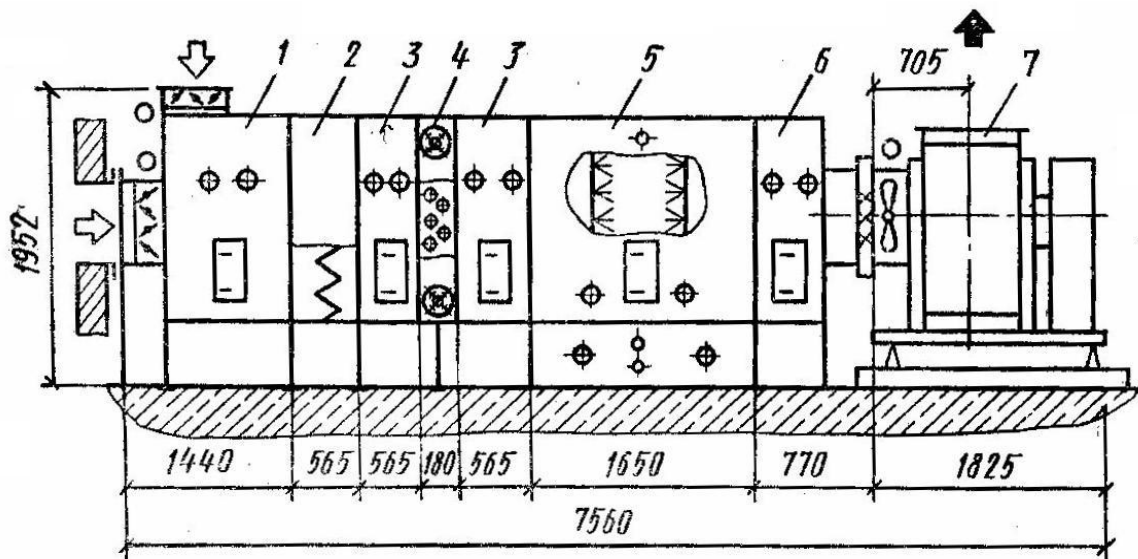


Рис. 16.2. Схема центрального кондиционера КТЦ3-20

1 — блок приемный; 2 — фильтр воздушный; 3 — камера обслуживания; 4 — воздухонагреватели; 5 — камера орошения; 6 — блок присоединительный; 7 — вентиляторный агрегат

3 - Камера обслуговування - для огляду і ремонту сусідніх секцій, для формування рівномірного потоку.

4 - Повітронагрівач першого підігріву - для нагрівання зовнішнього повітря в холодний період. Максимальна, температура теплоносія до 180 °С, втрати тиску по повітрю до 63 Па.

5 - Камера зрошення ОКФ-3. Застосовується для здійснення політропних і адіабатних процесів тепловологісної обробки повітря (зволоження, осушення, нагрівання і охолодження). Втрати тиску повітря до 120 Па.

6. Секція 2-го підігріву. Застосовується для догрівання повітря після зрошувальної камери.

7. Термоліфт (тепловий насос). Складається з конденсатора, випарювача, компресора і регулятора температури. Застосовується для охолодження і осушення повітря, утилізації теплоти.

8. Секція теплообмінника-утилізатора. Застосовується пластинчатий рекуперативний чи дисковий регенеративний теплообмінник. Використовується для підігріву зовнішнього повітря за рахунок охолодження витяжного.

9. Приєднувальний блок. Забезпечує вхід обробленого повітря в вентилятор, дозволяє вимірювати витрати повітря та обслуговувати сусідні секції.

3. Конструкції місцевих кондиціонерів

Як правило повністю або частково (окремі блоки) встановлюються в приміщенні де підтримують задані параметри мікроклімату. Поділяються на одноблочні, двохблочні та багатоблочні.

До одноблочних кондиціонерів відносяться віконні кондиціонери БК-1500, (2000, 2500). В таких кондиціонерах здійснюється охолодження та нагрівання повітря. Перваги: простота монтажу, низька вартість, можливість підмішування зовнішнього повітря. Недоліки: погіршення естетичного вигляду будівель.

Двохблочні кондиціонери складаються з зовнішнього блока (конденсатора) який розташовується на стіні будівлі та внутрішнього- розташованого в приміщенні. Ці блоки з'єднані між собою за допомогою трубопроводів. Максимальна відстань між блоками 15 м. Такі кондиціонери здійснюють охолодження та нагрівання повітря. Підмішування зовнішнього повітря в них відсутнє (режим повної рециркуляції), тому в приміщеннях з такими кондиціонерами потрібна додаткова вентиляція.

До складу багатоблочних кондиціонерів входить один зовнішній блок та декілька внутрішніх. Загалом їх принцип дії аналогічний двохблочним кондиціонерам.

Лекція № 9

Тема: Централізоване теплопостачання

План лекції

- 1) Загальна характеристика систем централізованого теплопостачання.
- 2) Класифікація і способи прокладки теплових мереж.
- 3) Конструктивні елементи теплових мереж.

Література: [1] стор.398-408.

1. Загальна характеристика систем централізованого теплопостачання

Системи централізованого теплопостачання застосовуються для отримання і передачі тепла споживачам на потреби: опалення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання і технологічні потреби підприємств.

До складу систем централізованого теплопостачання входять: котельня, теплові мережі, центральні теплові пункти, споживачі.

В якості теплоносія застосовують воду, а для технічних цілей – пар.

Централізовані системи теплопостачання мають значні переваги порівняно з індивідуальними при спалюванні твердого та рідкого палива.. При використанні газу і сучасних котлів малої потужності з ККД 92-95% вартість їх приблизно однакова, а часто децентралізовані системи теплопостачання для споживачів вигідніші, оскільки вони платять лише за газ.

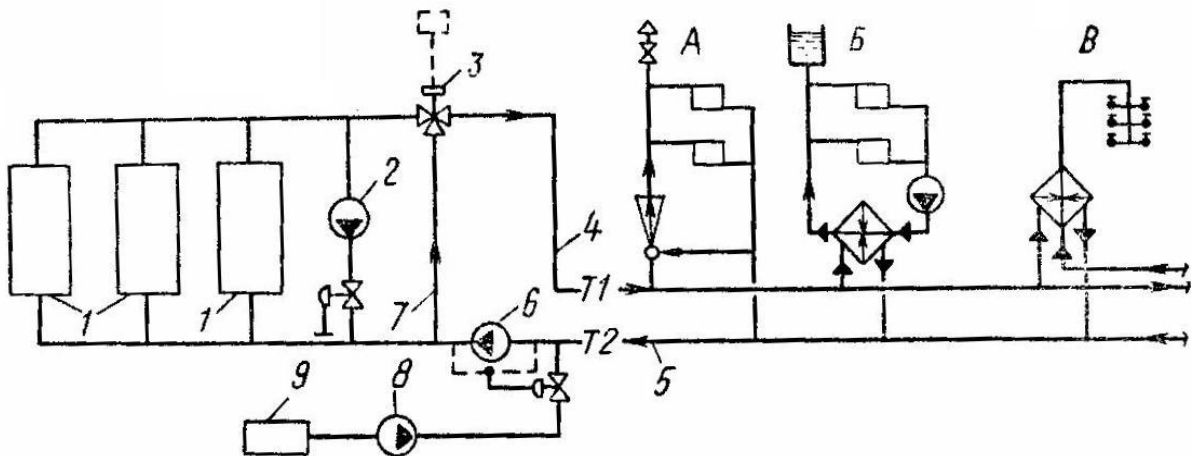


Рис.9.1. Принципова схема системи централізованого теплопостачання від районної котельної з водогрійними котлами

1– водогрійний котел; 2– рециркуляційний насос; 3– регулюючий клапан; 4 і 5 – подаючий і зворотній трубопроводи; 6– циркуляційні насоси; 7– байпасний трубопровід; 8– підживлюючий насос; 9– хімічно-водопідготовка; А– залежне приєднання системи опалення; Б– незалежне приєднання системи опалення; В– система гарячого водопостачання

2. Класифікація і способи прокладки теплових мереж

Для транспортування теплової енергії від джерела до споживачів застосовують теплові мережі. Це один з найдорожчих елементів централізованих систем. Класифікуються теплові мережі за такими показниками;

А) по кількості трубопроводів

- однотрубні;
- двохтрубні;
- багатотрубні.

Б) по способу прокладки

- підземні в каналах;
- підземні безканалні;
- надземні (повітряні) на опорах,

В) по місцю прокладки

- магістральні (від котельної до ЦТП);
- квартальні (від ЦТП до споживачів);
- технологічні (на території підприємств).

Г) по виду циркуляції теплоносія

- тупикові з радіусом дії до 5 кілометрів;
- кільцеві з радіусом дії до 20 кілометрів.

Теплові мережі в населених пунктах прокладають вздовж доріг і всередині кварталів. Як правило прокладка вздовж доріг виконується в каналах. Траси для каналів проектується так, щоб вони мали мінімальну довжину. Не бажано прокладувати канали: під шляхами, що мають значне транспортне навантаження, в районах із складним рельєфом місцевості, через річки та заболочені місця. Прокладка у «важких» умовах призводить до підвищення вартості теплових мереж.

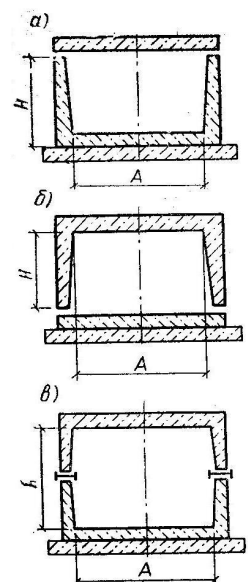
Теплові мережі не повинні порушувати роботу інших споруд чи комунікацій. Тому будівельні норми передбачають дотримання мінімальних відстаней від теплової мережі до інших об'єктів:

- 4 м до залізниці;
- 10 м до електрифікованої залізниці;
- 1,5 м до бардюра автомобільної дороги;
- 2 м від фундаменту будівлі. Якщо тепла мережа вище чи на рівні фундаменту;
- 5 м від фундаменту будівлі, якщо тепла мережа знаходиться нижче фундаменту;
- 2 м від стовбурів дерев;
- 1,5 м від стовбів зовнішнього освітлення.

3. Конструктивні елементи теплових мереж

Підземна прокладка трубопроводів як правило виконується в каналах. Види каналів: непрохідні, напівпрохідні та прохідні. Більше 80% теплових мереж прокладається в непрохідних каналах.

Застосовують непрохідні типові канали 4-х видів



КЛ– складається з лотків та залізобетонних плит перекриття. Не зручні для виконання монтажних робіт, але зручні для ремонту.

КЛп– складається з плити-дна і лотка. Зручний для виконання зварювальних робіт, не зручний для ремонтних робіт.

КЛс– два лотка з'єднані між собою за допомогою двотаврових балок і розчину. Застосовують для трубопроводів великих діаметрів.

КС– Збирається з окремих плит. Зручні для виконання зварювальних робіт, але мають більший обсяг будівельних робіт.

Напівпрохідні канали застосовують під транспортними шляхами з інтенсивним рухом (залізниця, дороги), де важко розкрити звичайний непрохідний канал для виконання ремонтних робіт. Ці канали мають висоту 1600-1800 мм, ширина проходу між трубами 400-500 мм.

Для одночасної прокладки декількох ліній підземних комунікацій застосовують прохідні канали. В таких каналах через кожні 100 м, встановлюють витяжні шахти дім провітрювання. Для зменшення вартості теплових мереж застосовують безканалъну прокладку.

Рис.9.3. Непрохідні канали марки КЛ (а), КЛп (б), КЛс (в)

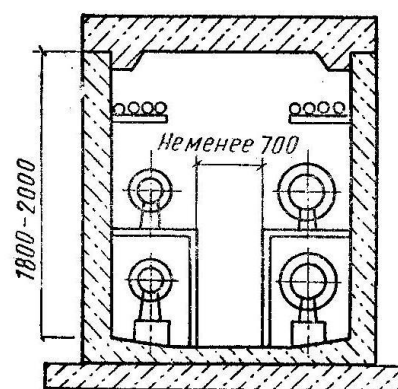
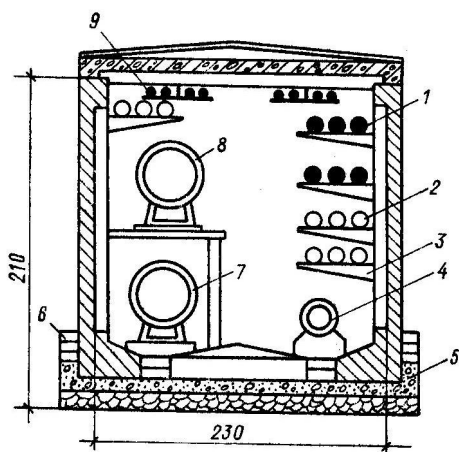


Рис.9.4. Прохідний канал зі збірних залізобетонних блоків

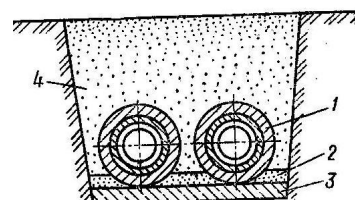


Безканалъна прокладка трубопроводів застосовується для зменшення вартості будівельних робіт. Головні характеристики: термін експлуатації 8-10 років, діаметри трубопроводів до 1000мм, можлива зовнішня корозія.

Безканалъна прокладка трубопроводів в монолітних оболонках з армованого пінобетону

1– армопінобетонна оболонка; 2– пісчана підсипка; 3– бетонна підготовка; 4– ґрунт

Рис.9.5.



Основними конструктивними елементами теплових мереж є теплофікаційні камери, рухомі та нерухомі опори, компенсатори. Для зменшення втрат теплоти на трубопроводах обов'язково встановлюється теплова ізоляція.

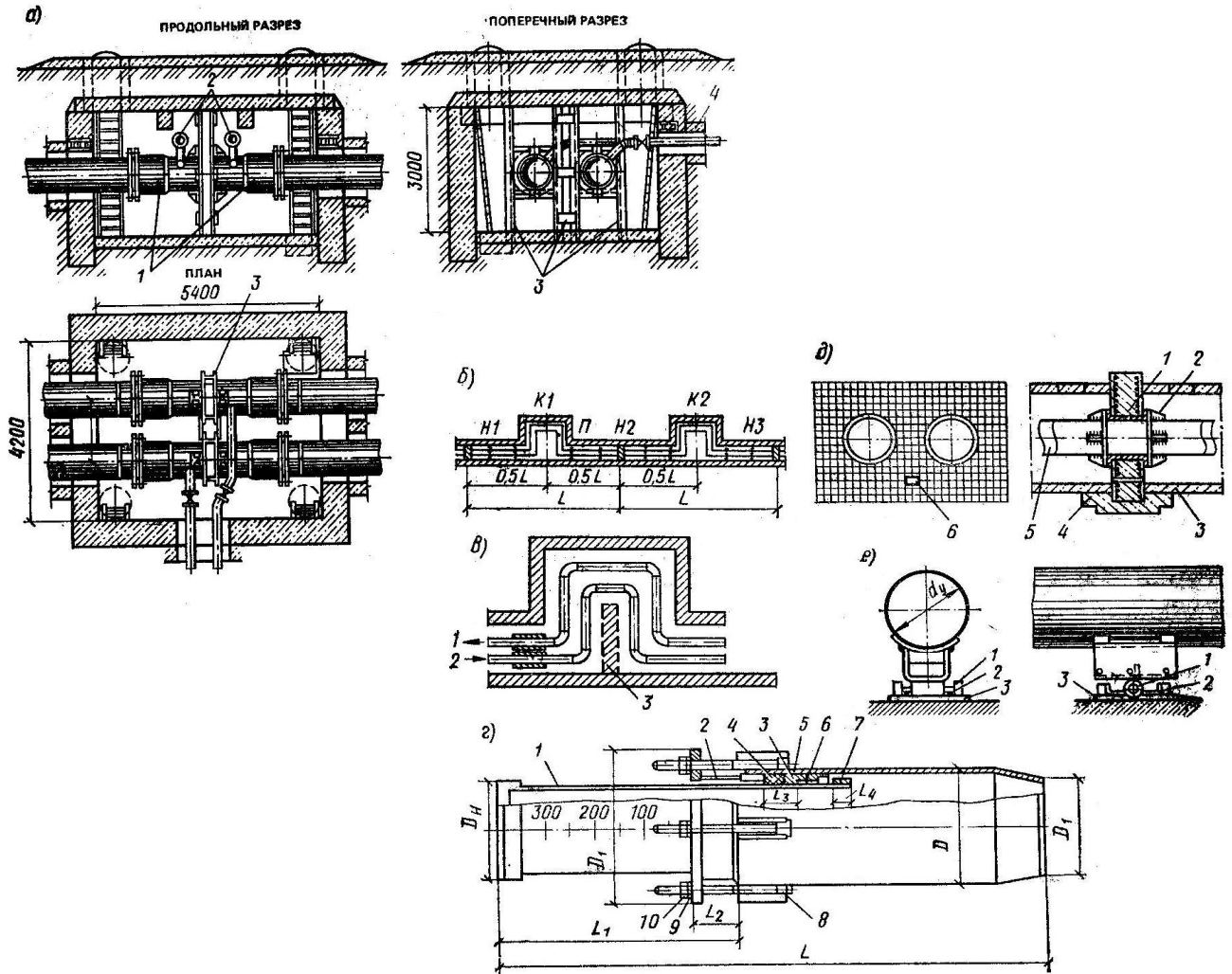


Рис.9.6. Конструктивні елементи теплових мереж

а- теплова камера; 1- сальникові компенсатори, 2- манометри, 3- нерухома опора; 4- канал; б- розміщення компенсаторних ніш по теплотрасі; Н- нерухома опора; П- рухома опора; в- розташування компенсатора в ніші; 1- подаючий трубопровід; 2- зворотній трубопровід; 3- стінка; г- сальниковий компенсатор; 1- патрубок; 2- грандбукса; 3- набивка-шнур; 4- кільце ущільнення; 5- корпус; 6- контрбукса; 7- запобіжне кільце; 8- болт; 9- шайба; 10- гайка; д- нерухома щитова опора; 1- залізобетонна плита-щит; 2- приварні упори; 3- канал; 4- бетонна підготовка; 5- трубопроводи; 6- дренажний отвір; е- каткова рухома опора; 1- каток; 2- направляючі; 3- металева підкладка.

Теплофікаційні камери застосовують в місцях відгалужень від головної магістралі для обслуговування засувно-регулюючої арматури. Залежно від

площі підлоги застосовують 2-х люкові ($F < 6 \text{ м}^2$) та 4-х люкові ($F > 6 \text{ м}^2$) камери.

Для запобігання прогину трубопроводів під власною вагою періодично встановлюють рухливі опори: каткові і ковзаючі. Нерухомі опори застосовують для «защемлення» трубопровода в каналі. Змінюючи свою форму компенсатор зменшує силу тиску на нерухомі опори. Крім П-подібних компенсаторів можуть застосовуватися вузли самокомпенсації: Г-подібний, Z- подібний та S- подібний.

Надземна прокладка теплових мереж

Надземна прокладка теплових мереж може виконуватися на опорах, мачтах, естакадах по стінам будинків. Застосовується на території промислових підприємств, при високому рівні стояння ґрунтових вод. Зараз отримує все більше розповсюдження, оскільки: дешева, проста в експлуатації. Недоліки: небезпека замерзання води в трубопроводах; перевитрати теплоізоляційних матеріалів, порушення естетичного вигляду будівель і споруд.

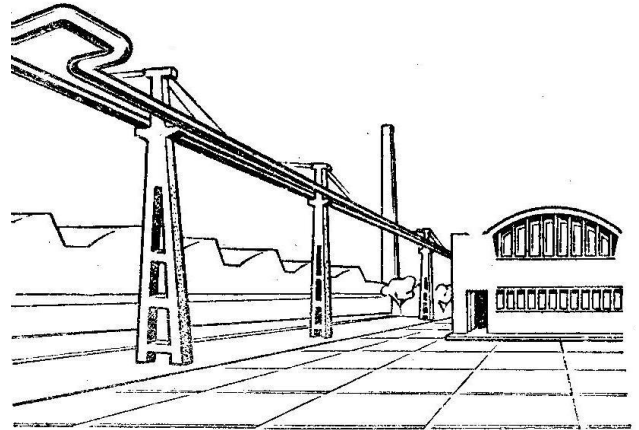


Рис.9.2. Прокладання трубопроводів на мачтах

Лекція № 10

Тема: Гаряче водопостачання будівель

План лекції

- 1) Класифікація систем гарячого водопостачання.
- 2) Системи гарячого водопостачання.
- 3) Обладнання систем гарячого водопостачання.

1. Класифікація систем гарячого водопостачання

Системи гарячого водопостачання застосовують для забезпечення будівель водою питної якості з температурою не менше 50°C для житлових і адміністративних будівель і 40°C для дитячих дошкільних закладів.

Системи гарячого водопостачання поділяють на централізовані і децентралізовані. Централізовані СГВ застосовують для теплопостачання великої кількості споживачів від єдиного джерела теплоти (ТЕЦ, котельня). Децентралізовані СГВ працюють в межах однієї квартири.

Оскільки гаряча вода необхідна, як взимку так і влітку – СГВ не залежать від роботи системи опалення. Особливістю СГВ є велика добова нерівномірність відбору води споживачами. Тому, в централізованих СГВ для вирівнювання водовідбору застосовують баки-акумулятори, а для її нагрівання – теплообмінники.

2. Системи гарячого водопостачання

В централізованих системах гарячого водопостачання підігрів гарячої води здійснюється в котельних або в теплових пунктах.

Гаряча вода до споживачів подається окремими трубопроводами по тупиковій схемі з нижнім розведенням. Трубопроводи СГВ прокладають відкрито в санвузлах і в кухнях.

Висота встановлення водопровідної арматури: змішувачі ванни – 1м від підлоги; змішувачі душових кабін – 1,2 м від підлоги; безпосередньо над умивальниками і на 20 см вище мийок. Секціонуюча арматура застосовується при кількості стояків 5 і більше. Трубопроводи прокладають під уклоном 0,003 в сторону теплового вводу. Для запобігання зниження температури води перед водозбірними приладами в результаті її охолодження в трубопроводах СГВ застосовують циркуляційні трубопроводи.

В індивідуальних та багатоквартирних будинках висотою до 5 поверхів широко застосовують децентралізоване СГВ. Джерелом теплової енергії для них є різноманітні електричні та газові водонагрівачі (колонки) і двохконтурні опалювальні котли. Газові колонки заборонено встановлювати в ванних кімнатах, душових та в санвузлах.

В їдальнях часто застосовують електричні водонагрівачі об'ємом 0,003-1 м³ в які вмонтовані електричні спіралі. Електронагрівачі звичайно оснащені автоматичними регуляторами температури води. Вони зручні в експлуатації, але дорогі. Їх бажано застосовувати з двоxtарифними лічильниками електроенергії.

В індивідуальних будинках сільського типу можуть застосовуватися водогрійні колонки, що працюють на дровах, торфі, вугіллі.

3. Обладнання систем гаряче водопостачання

Трубопроводи СГВ монтують з пластикових, металопластикових, "важких" водогазопровідних чи оцинкованих сталевих трубопроводів. В сталевих «чорних» трубопроводах спостерігається інтенсивна корозія тому такі трубопроводи часто доводиться міняти. Оцинковані сталеві трубопроводи менше потерпають від корозії але не зварюються і тому їх монтаж складніший. Останнім часом почали широко застосовувати пластикові та металопластикові труби. Вони не піддаються корозії, але мають великий коефіцієнт лінійного розширення та знижують якість питної води. В «елітних» будинках можуть застосовуватися дорогі труби з нержавіючої сталі та міді.

Для підігріву води в системах централізованого тепlopостачання застосовують різноманітні водонагрівчі: водо-водяні швидкісні кожухотрубні (рис.1.10), пароводяні швидкісні кожухотрубні (рис.2.10),

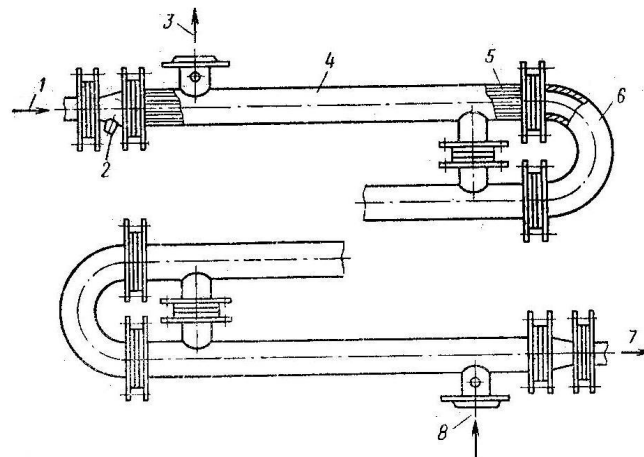


Рис.1.10. Водо-водяний підігрівач систем тепlopостачання по ГОСТ 27590-88Е

1— вхід гріючого теплоносія; 2— гільза для термодатчика; 3— вихід підігрітої води; 4— корпус секції водонагрівача; 5— латунні трубки; 6— калач; 7— вихід гріючої води; 8— вхід холодної води.

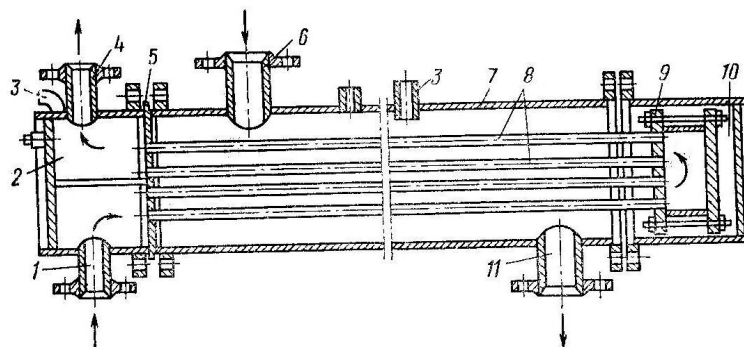


Рис.1.10. Пароводяний швидкісний двоходовий підігрівач

1, 4— вхідний та вихідний патрубки для гарячої води; 2, 10— водяні камери; 3— штуцер для приєднання манометра; 5, 9— нерухома і рухома трубна решітка; 6, 11— патрубки для пари і конденсату; 7— корпус нагрівача; 8— трубний пучок

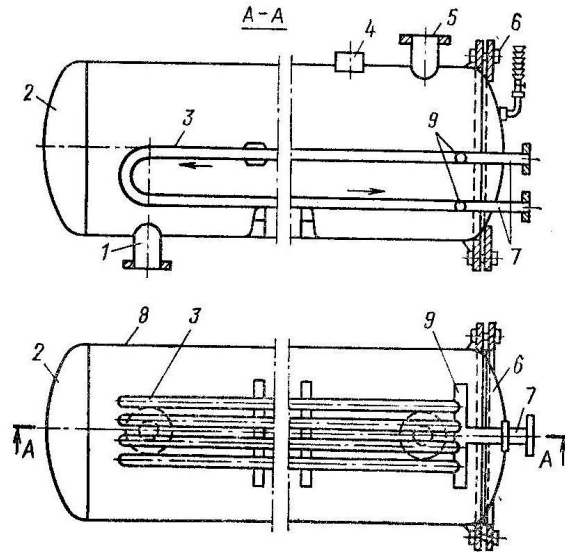


Рис.3.10. Емнісний пароводяний нагрівач

1— патрубок для входу води; 2— дно; 3— змійовик; 4— місце приєднання запобіжного клапана; 5— патрубок для виходу гарячої води; 6— кришка; 7— парубки парового колектора; 8— корпус; 9— колектор

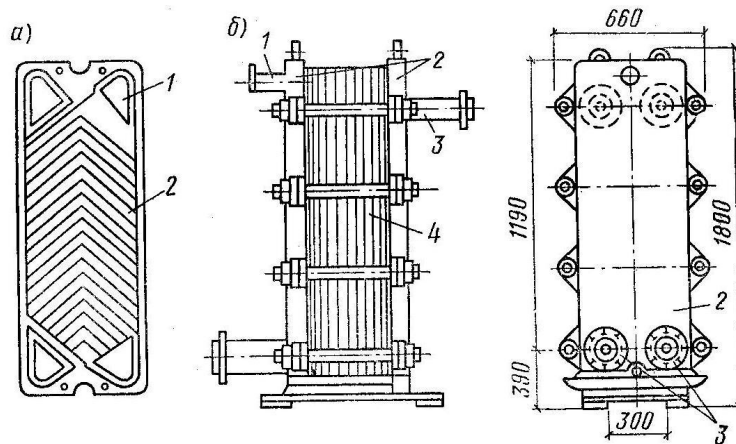


Рис.4.10. Пластинчастий теплообмінник

а— пластина з гофрами типу «ялинка»; 1— отвір для входу та виходу води; 2— резинова прокладка; б— зібраний підігрівач; 1— штанга; 2— передня і задня пластини рами; 3— штуцери; 4— пластини

Список літературних джерел

Підручники

1. К.В.Тихомиров, Є.С.Сергеенко “Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция”, 1991г.
2. А.Г. Егiazаров "Общая теплотехника, теплоснабжение и вентиляция“, 1982г.
3. В.Н. Богословський “Строительная теплофизика”, 1982г.
4. В.Н.Богословский, А.Н.Сканави "Отопление", 1991г.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 /Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.

Нормативна література

1. ДБН В.2.6-31:2000 «Теплова ізоляція будівель» – К.: Мінбуд України 2006. – 65с.
(СНиП II-3-79* . Строительная теплотехника. Минстрой России. – М.: ГПЦПП,1996. – 29 с.)
2. СНиП 2.04.05-91* У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – К.: ЗНИИЭП, 1996. – 64 с.
3. ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення» –К.: 2005р.
4. ДБН В.2.2-9-1999 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» –К.: 1999р.
(СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения» – М.: 1991р.)

Методичні вказівки

1. Кутний Б.А. «Опалення та вентиляція будинку», Полтава 2005., 35с.
2. Белова О.М. «Опалення та вентиляція будинку», Полтава 1999.,
3. Кугаевская Т.С. «Отопление и вентиляция жилого здания», Полтава 1991.,

ШТРЕМАКС-М

Вентиль балансировочный проходной с измерительными клапанами



ЗНАЧЕНИЯ ПРЕДНАСТРОЙКИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ								
Степень преднастройки	4117 M-1/2"		4117 M-3/4"		4117 M-1"		4117 M-1 1/4"	
	Kv	Z в соответствии с DIN 2440	Kv	Z в соответствии с DIN 2440	Kv	Z в соответствии с DIN 2440	Kv	Z в соответствии с DIN 2440
0,5	0,27	1388	0,3	3726	0,47	3957	0,63	6748
0,75	0,35	826	0,35	2738	0,52	3233	0,71	5270
1	0,44	535	0,39	2205	0,57	2662	0,79	4262
1,25	0,55	335	0,51	1289	0,71	1734	1,03	2532
1,5	0,67	225	0,61	901	0,85	1210	1,21	1826
1,75	0,87	134	0,73	629	1	874	1,45	1278
2	1,09	85,7	0,87	445	1,15	664	1,75	878
2,25	1,63	38,1	0,98	349	1,32	501,8	2,04	645,6
2,5	2,18	21,3	1,1	277	1,5	388,6	2,3	507,9
2,75	2,68	14,09	1,25	215	1,73	292	2,55	413
3	3,19	9,92	1,39	173	1,98	224	2,81	340,7
3,25	3,44	8,55	1,89	93,9	2,82	110	3,4	232,4
3,5	3,69	7,43	2,30	63,4	3,7	63,86	3,66	200,9
3,75	3,85	6,83	2,95	38,5	4,95	35,68	4,7	121,6
4	4,1	6,03	3,68	24,7	6,2	22,7	5,73	81,9
4,25	4,35	5,35	4,37	17,56	7,4	15,96	7,25	51,1
4,5	4,59	4,8	5,03	13,26	8,6	11,82	8,69	35,6
4,75	4,66	4,66	5,6	10,7	9,5	9,69	10,1	26,3
5	4,75	4,49	6,12	8,96	10,4	8,1	11,44	20,53
5,25							12,6	16,9
5,5							13,86	13,98
5,75							14,85	12,18
6							15,97	10,53

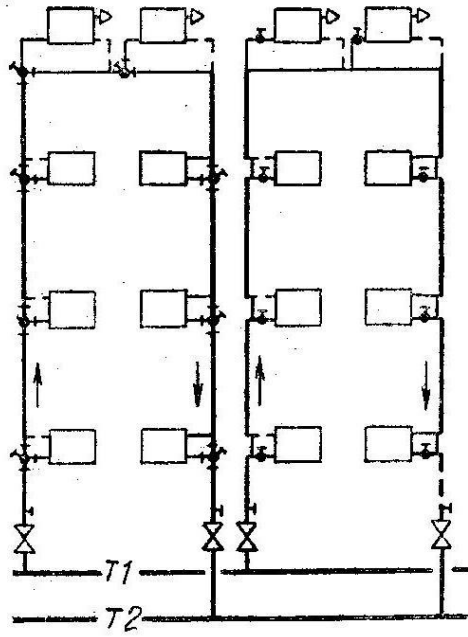


Рис .10. Види однострубних систем опалення з нижнім розведенням
 – зліва приєднання опалювальних приладів з осьовою замикаючою ділянкою і трохходовим краном;
 – справа зі зміщеною замикаючою ділянкою і краном подвійного регулювання.