

Гуденко В.І., Гуденко В.М.

# **САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ**

*НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК*

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України як навчальний посібник для студентів аграрних вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації з спеціальностей 5.06010101 “Будівництво та експлуатація будівель і споруд” та 5.06010116 “Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн”

Київ  
“Аграрна освіта”  
2010

**УДК 624.05**

*Гриф надано Міністерством  
аграрної політики України  
(лист № 18-2-28/943 від 30.07.10)*

Укладачі: **Гуденко В.І., Гуденко В.М.**, викладачі Новобузького коледжу Миколаївського державного аграрного університету

Рецензенти: **Волобоєва Л.І.**, заст. директора з навчальної роботи Новобузького коледжу Миколаївського ДАУ  
**Колодяжний Б.Д.**, начальник відділу капітального будівництва Новобузької РДА;  
**Клименко Е.М.**, д. т. н., проф. перший проректор Одеської державної академії будівництва та архітектури,

**Санітарно-технічне обладнання будівель:** Навчальний посібник / Гуденко В.І., Гуденко В.М., – К., 2010. – 303 с.

ISBN 978-966-7906-72-6

Розглянуто основну номенклатуру санітарно-технічного обладнання, питання влаштування, призначення, монтаж та експлуатацію систем теплопостачання, вентиляції, газопостачання, водопостачання, каналізації житлових, громадських та промислових будівель, сучасні прийоми провадження санітарно-технічних робіт, методику розрахунку інженерно-технічних систем і обладнання будівель. Наведені приклади розв'язання типових задач з детальними поясненнями. Містить ілюстративний (рисунок, схеми) і табличний матеріали.

Рекомендовано для викладачів і студентів при вивченні дисципліни “Санітарно-технічне обладнання будівель”, а також фахівців будівельної галузі.

**ISBN 978-966-7906-72-6**

**© Гуденко В.І., Гуденко В.М., 2010**

---

---

## З М І С Т

Передмова .....	6
<b>1. Системи опалення будинків .....</b>	<b>8</b>
1.1. Мікроклімат приміщень .....	8
1.2. Теплотехнічний розрахунок огорожень .....	9
1.3. Тепловий режим будинків .....	11
1.4. Класифікація систем опалення .....	15
1.5. Системи водяного опалення .....	17
1.6. Опалювальні прилади .....	22
1.7. Автономні системи водяного опалення .....	29
1.8. Системи поквартирного опалення .....	31
1.9. Системи панельно-променевого опалення .....	35
1.9.1. Особливості панельно-променевого опалення .....	35
1.9.2. Конструкція панельно-променевого опалення .....	37
1.9.3. Розрахунок системи підлогового опалення .....	41
1.10. Системи парового опалення .....	44
1.11. Системи повітряного опалення .....	46
1.12. Газове опалення .....	49
<b>2. Системи вентиляції та кондиціювання повітря .....</b>	<b>52</b>
2.1. Загальні відомості .....	52
2.2. Системи вентиляції та кондиціювання повітря, їх класифікація .....	58
2.3. Основні шкідливі виділення у приміщення .....	62
2.4. Повітрообмін у приміщенні .....	63
2.5. Системи вентиляції житлових і громадських споруд .....	67
2.6. Конструктивні елементи вентиляційних систем .....	78
2.7. Основне вентиляційне обладнання .....	82
2.7.1. Вентилятори, їх класифікація, конструкції і розрахунок ...	82
2.7.2. Вентиляційні установки .....	84
2.7.3. Повітряні фільтри, їх класифікація, конструкції і розрахунок .....	86
2.7.4. Калорифери, їх класифікація, конструкції і розрахунок ...	92
<b>3. Газопостачання будинків .....</b>	<b>96</b>
3.1. Склад та основні властивості горючих газів .....	96
3.2. Газові прилади та пальники .....	99
3.3. Системи газопостачання населених пунктів та окремих об'єктів .....	103
3.4. Дворові мережі та газопроводи-вводи .....	106

---

---

3.5. Влаштування системи газопостачання житлових будинків .....	111
3.6. Використання зрідженого газу .....	117
3.7. Експлуатація систем газопостачання .....	119
<b>4. Водопостачання будинків та окремих споруд .....</b>	<b>123</b>
4.1. Системи та схеми внутрішніх водопроводів .....	123
4.2. Матеріали та обладнання внутрішніх водопроводів .....	126
4.3. Режим водопостачання, визначення розрахункових витрат води .....	134
4.4. Необхідні напори в системах внутрішнього водопостачання .....	142
4.5. Вводи та водомірні вузли .....	145
4.6. Трасування водопровідних мереж всередині будинку .....	152
4.7. Установки для підвищення тиску .....	155
4.8. Водонапірні баки .....	158
4.9. Протипожежне водопостачання .....	159
4.10. Поливальний водопровід .....	166
4.11. Водопостачання будинків і споруд спеціального призначення .....	167
4.11.1. Фонтани .....	167
4.11.2. Плавальні басейни .....	169
4.11.3. Лікувальні заклади .....	171
4.11.4. Комунальні підприємства .....	172
4.11.5. Будинки сільськогосподарського призначення .....	175
4.11.6. Підприємства обслуговування автомобілів .....	177
4.11.7. Підприємства загального харчування .....	178
4.11.8. Об'єкти виробничого призначення .....	179
4.11.9. Об'єкти будівництва .....	181
4.12. Основні положення з експлуатації систем водопостачання .....	182
4.13. Системи гарячого водопостачання будинків .....	189
4.14. Системи гарячого водопостачання малоповерхових житлових будинків .....	194
4.15. Вимоги до температури та якості води .....	198
4.16. Місцеві установки для нагрівання води .....	199
4.17. Водонагрівачі для централізованих систем гарячого водопостачання .....	203
4.18. Автономні установки гарячого водопостачання .....	206
4.19. Влаштування систем гарячого водопостачання .....	208
4.19.1. Водопровідні мережі .....	208



---

---

4.19.2. Труби, арматура .....	210
4.19.3. Установки для підвищення тиску .....	215
4.20. Системи гарячого водопостачання з пластмасових труб .....	218
4.21. Експлуатація систем гарячого водопостачання .....	227
<b>5. Внутрішня каналізація</b> .....	<b>233</b>
5.1. Системи та основні елементи внутрішньої каналізації .....	233
5.2. Приймачі стічних вод .....	235
5.3. Каналізаційні мережі. Труби та фасонні частини .....	243
5.4. Місцеві установки для очищення та перекачування стічних вод .....	249
5.5. Дворові та квартальні мережі .....	256
5.6. Розрахунок мереж внутрішньої каналізації .....	259
5.7. Особливості влаштування каналізації будинків та споруд спеціального призначення .....	262
5.8. Водостоки будинків .....	267
5.9. Сміттєвидалення .....	273
5.10. Основні положення з експлуатації внутрішньої каналізації .....	276
Додатки .....	280
Література .....	302

---

---

## ПЕРЕДМОВА

Капітальне будівництво є однією з найважливіших галузей господарського комплексу, що характеризує економічний потенціал держави. Підвищення ефективності будівництва передбачає, насамперед, широке використання прогресивних науково-технічних досягнень, скорочення витрат матеріальних, паливно-енергетичних та трудових ресурсів на виробництво будівельної продукції.

Будівництво в сучасних умовах набуло високих темпів.

В Україні за останні роки прослідковується стійка тенденція збільшення будівництва індивідуального житла, знижується поверховість будинків. Також існує нагальна потреба збільшення обсягів будівництва об'єктів соціальної інфраструктури і житлово-комунального господарства.

Створення нових видів сільськогосподарських підприємств і типів виробничих об'єктів істотно змінило технічні і технологічні вимоги як до об'єктів в цілому, так і до окремих будинків і споруд. Намітився значний перехід від будівництва великих сільськогосподарських комплексів і підприємств із збереження і переробки продукції до будівництва сімейних ферм і окремих споруд невеликих розмірів.

Усе це свідчить про те, що сучасне промислове і житлове будівництво, зокрема на селі, вимагає нових підходів як за рівнем комфортності, так і за переорієнтацією галузі на використання нових будівельних систем на основі легких теплоефективних зовнішніх конструкцій, матеріалів і виробів.

Важливим завданням у сучасному будівництві є енергозбереження та використання нетрадиційних видів енергії. У сільському будівництві, зокрема, дотепер у більшості випадків не застосовують нові огорожувальні конструкції будинків, що відповідають сучасним нормативним вимогам з опору теплопередачі. Існують лише окремі приклади застосування таких конструкцій.

Створення і експлуатація сучасних будівель і споруд вимагають комплексного вирішення інженерних питань з урахуванням сукупності технологічних, технічних, санітарно-гігієнічних, економічних умов тощо.

Під час проектування будівель і споруд сільськогосподарського призначення потрібно передбачити застосування прогресивних технологій утримання тварин, птиці, переробки сільськогосподарської продукції тощо, забезпечити функціональні взаємозв'язки між

---

---

будівельними параметрами приміщень і системами механізації, шляхи уникнення забруднення природного середовища відходами виробництва, зниження витрат енергоносіїв.

Нагальною потребою загальнодержавного рівня є здійснення ремонтно-відновлювальних робіт на існуючих об'єктах водопостачання та водовідведення, розроблення і виконання програм будівництва газопроводів, газовідводів, розвиток газових мереж високого та середнього тиску, закінчення газифікації сільських населених пунктів.

Метою дисципліни “Санітарно-технічне обладнання будівель” є вивчення номенклатури санітарно-технічного обладнання, оволодіння методикою розрахунку інженерно-технічних систем і обладнання будівель, набуття практичних навичок монтажу й експлуатації систем опалення, вентиляції, газо- і водопостачання, каналізації житлових, громадських та промислових будівель, а також сучасних прийомів провадження санітарно-технічних робіт.

---

---

# 1. СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ

## 1.1. МІКРОКЛІМАТ ПРИМІЩЕНЬ

Оскільки більшу частину свого життя людина проводить у приміщеннях, то для забезпечення її нормального самопочуття і працездатності воно повинно відповідати санітарно-гігієнічним і фізіологічним вимогам.

Під *мікрокліматом приміщення* розуміють сукупність теплового, повітряного і вологого режимів у їх взаємозв'язку. Основна вимога до мікроклімату – підтримування найсприятливіших умов для людей, які знаходяться в приміщенні. Організм людини має властивість до саморегуляції температури і підтримування її сталою (36,6°C). Для нормальної життєдіяльності і самопочуття людини має бути тепловий баланс між теплотою, що виділяє організм, і теплотою, яка йде в навколишнє середовище. Зазвичай, понад 90% теплоти виділяється в навколишнє середовище (половина – випромінюванням, чверть – конвекцією, чверть – випаровуванням) і менше 10% теплоти втрачається в результаті обміну речовин.

Мікроклімат приміщення характеризується такими параметрами: температурою внутрішнього повітря  $t_{в}$ , радіаційною температурою приміщення (усередненою температурою його огорожувальних поверхонь)  $t_{R}$ , швидкістю руху і відносною вологістю повітря. Сполучення цих ознак мікроклімату, за яких зберігається теплова рівновага в організмі людини і відсутня напруга в її системі терморегуляції, називають *комфортними* або *оптимальними*. Для холодної пори року оптимальна температура повітря приміщення становить для легкої роботи 20–23°C, для важкої роботи 16–18°C; а для теплої пори: для легкої роботи 22–25°C, для важкої роботи 18–21°C.

Крім оптимальних, розрізняють *допустимі* сполучення параметрів мікроклімату, за яких людина відчуває невеликий дискомфорт. Наприклад, максимально допустима температура повітря в робочій зоні – 28°C.

*Система опалення* призначена для створення і підтримування в приміщенні в холодну пору року необхідної температури повітря, яка регламентується відповідними нормами.

Під час проектування систем опалення приймають розрахункові параметри зовнішнього повітря для холодної пори року на підставі даних метеорологічних спостережень, які наведені в ДГСТ або СНіП [37]. Згідно з СНіП клімат холодної пори року для різних населених

---

---

пунктів характеризується двома розрахунковими категоріями параметрів зовнішнього повітря: А і Б (для міст України наведені в дод. 14). Для розрахунку систем опалення приміщень громадських і виробничих будинків у холодну пору року приймають параметри категорії Б.

Розрахунок системи опалення на абсолютну мінімальну температуру, яка спостерігається один раз у декілька років, причому протягом короткого періоду, економічно недоцільний, адже завдяки тепловій інерції огороження помітного зниження температури внутрішнього повітря приміщення не відбувається.

Згідно зі СНІП тривалість опалювального періоду залежить від кількості днів з середньодобовою температурою +8 °С і нижче.

## **1.2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖЕНЬ**

Під час проектування системи опалення будинку потрібно особливу увагу приділяти вибору конструкцій зовнішніх огорожень й оцінці їх опору теплопередачі. Огороження приймають за умови забезпечення мінімальних затрат на будівництво та експлуатацію. Ці затрати включають вартість будівельних конструкцій, затрати на паливо і електроенергію під час роботи системи опалення будинку.

В усьому світі застосовують та постійно вдосконалюють різноманітні системи утеплення фасадів. Застосування теплоізоляційних матеріалів під час спорудження та реконструкції будівель дозволяє зекономити теплову енергію на опаленні, збільшити корисну площу будови шляхом зменшення товщини стін; зменшити витрати матеріалів на фундамент у зв'язку з полегшеною конструкцією; ефективно покращити теплоізоляцію стін існуючих будівель; підвищити комфорт у приміщеннях.

Теплозахисні властивості зовнішнього огороження характеризуються – величиною опору теплопередачі  $R_0^\phi$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , який визначається за формулою

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_6} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.1)$$

де  $a$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\delta_i$  – товщина шарів огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу шарів,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  (дод. 19);

---

---

$\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Для внутрішніх огорожень опір теплопередачі  $R$  визначається у випадку, коли різниця температур повітря сусідніх приміщень перевищує 8°C [15]. Нормований опір теплопередачі для цих огорожень  $R''$ , м<sup>2</sup> °C/Вт, може бути визначений за формулою [33]

$$R'' = \frac{t_6 - t_3}{\Delta t'' \cdot \alpha_6}, \quad (1.2)$$

де  $t_6$  – розрахункова температура повітря теплішого приміщення, °C;

$t_3$  – розрахункова температура повітря менш теплого приміщення, °C;

$\Delta t''$  – максимально допустимий перепад температур внутрішнього повітря і внутрішньої поверхні огороження [39].

Основна умова теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожень будинку полягає в тому, що опір теплопередачі зовнішніх огорожень  $R_o^\phi$  повинен бути не менше нормованого опору теплопередачі  $R''$ , який залежить від температурної зони України (дод. 14), тобто  $R_o^\phi > R''$ .

За теплотехнічного розрахунку товщина основного шару огороження (цеги або бетону) задається. Розрахунком обчислюють товщину і підбирають матеріал шару теплоізоляції.  $R''$  приймають з дод. 16 при розрахунковій температурі внутрішнього повітря 18 °C, при іншій температурі визначається за формулою

$$R''^1 = (0,1 + 0,05t_6)R''. \quad (1.3)$$

Для визначення температури повітря неопалюваного приміщення  $t_6^{nm}$  можна скористатись виразом

$$t_6^{nm} = t_6 \cdot n(t_6 \cdot t_3), \quad (1.4)$$

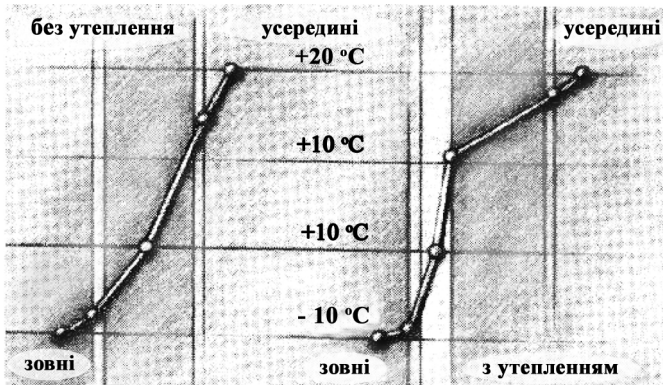
де  $n$  – коефіцієнт, який приймають залежно від положення зовнішньої поверхні перекриття відносно зовнішнього повітря.

Для теплоізоляції огорожень (стіни, стелі, даху, підлоги) використовують різноманітні матеріали, серед яких нові: поліізол; пінобетон (плити і кришка); пінополістирол (пінопласт – плити марки ПСБ-С-15; ПСБ-С-25; ПСБ-С-35); стіропор, поліуретан (плити з покриттям з алюмінієвої фольги STETNOTHAN 100 для ізоляції теплих підлог ванних кімнат та інших приміщень з надмірною вологою); скловата (рулонна і у плитах марки URSA з різним покриттям), мінеральна вата (плити) та ін.

На поверхні теплоізоляційних плит, які кріплять до основного матеріалу стіни, влаштовують сітку (наприклад, із скловолокна), на яку наносять декоративну штукатурку різноманітного кольору (німецька фірма CAPAROL пропонує вибір з 1162 вишуканих кольорів на будь-який смак): силікатна, мінеральна, акрилова, силіконова, або фасад оздоблюється лицювальною плиткою під цеглу чи влаштовується оздоблення з натурального камення, алюмінієвого профілю.

Під час використання утеплення фасаду із зовнішнього боку збільшується температура внутрішньої поверхні стіни, точка роси виноситься за межі стіни, товща стіни зберігає тепло (рис. 1.1).

Для вікон, балконних дверей, ліхтарів потрібний опір теплопередачі визначається з дод. 20.



**Рис. 1.1.** Зміна температури матеріалу в товщі огороження для стін без утеплення і з утепленням фасаду

### ***1.3. ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДИНКІВ***

У холодну пору року приміщення втрачає тепло через зовнішні огороження, а також тепло витрачається на нагрівання холодного повітря, яке інфільтрується через нещільності в огороженнях, надходить через прорізи дверей, на нагрівання матеріалів, транспортних засобів, виробів, які холодними потрапляють у приміщення. З іншого боку, тепло надходить у приміщення від сонячної радіації, людей, нагрітого технологічного обладнання, джерел штучного освітлення, побутових приладів та ін.

---

---

Отже, тепловий баланс приміщення в загальному вигляді можна представити таким чином:

$$Q_{co} = \sum Q_{втр} - \sum Q_{надх}, \quad (1.5)$$

де  $Q_{co}$  – дефіцит тепла, тобто розрахункова потужність системи опалення, Вт;

$\sum Q_{втр}$  – сумарні теплові втрати приміщеннями, Вт;

$\sum Q_{надх}$  – сумарні надходження тепла в приміщення, Вт, для житлових будинків приймаються із розрахунку 10 Вт на 1 м<sup>2</sup> загальної площі і їх слід враховувати в цілому на систему опалення будинку [15].

Якщо в будинку, зазвичай виробничому,  $\sum Q_{втр} > \sum Q_{надх}$ , то надлишок тепла усувається, наприклад, роботою припливної вентиляції. Розрахункові теплові втрати для житлових будинків визначаються за формулою:

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_{огор} + Q_{вент}, \quad (1.6)$$

де  $\sum Q_{огор}$  – сума втрат тепла через окремі огороження будинку;

$Q_{вент}$  – втрати тепла на нагрівання вентиляційного повітря.

Втрати тепла через окремі огороження обчислюють за формулою:

$$Q_{огор} = KF(t_в - t_з)n(1 + \sum \beta), \quad (1.7)$$

де  $K = 1/R_0^\phi$  – коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

$F$  – розрахункова площа огороження, м<sup>2</sup> (рис. 1.2);

$t_з$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається за даними дод. 14, або температура повітря сусіднього приміщення, якщо різниця між температурами сусідніх приміщень більше 8°C;

$\sum \beta$  – додаткові втрати тепла в частках від основних, які враховуються [15]:

- для зовнішніх вертикальних і похилих огорожень, орієнтованих на напрямки, звідки в січні дуне вітер зі швидкістю, що перевищує 4,5 м/с з повторюваністю не менше 15% згідно з дод. 14 в розмірі 0,05 при швидкості вітру до 5 м/с і в розмірі 0,10 при швидкості вітру 5 м/с і більше; за типового проектування додаткові втрати потрібно враховувати в розмірі 0,05 для всіх приміщень;

- для зовнішніх вертикальних і похилих огорожень багатопверхових будинків у розмірі 0,20 для першого і другого поверхів; 0,15 – для третього; ОДО для четвертого поверху будинків з кількістю поверхів 16 і більше; для 10–15-поверхових будинків додаткові втрати потрібно враховувати в розмірі 0,10 для першого, другого поверхів і 0,05 – для третього поверху.



Тепловтрати приміщення дорівнюють сумі втрат тепла через його зовнішні огороження, обчислені за формулою (1.7). Коефіцієнти теплопередачі  $K$  для підлоги на ґрунті визначають за умовними термічними опорами для окремих зон підлоги. Передача тепла з приміщення через конструкцію підлоги і товщу ґрунту під будинком підлягає складним закономірностям. Враховуючи порівняно невелику питому вагу тепловтрат через підлогу в загальних тепловтратах приміщення, для їх розрахунку використовують спрощену методику. Поверхню підлоги ділять на смуги шириною 2 м, паралельні зовнішнім стінам (рис. 1.4). Смуга, найближча до зовнішньої стіни, є зоною I, наступні дві смуги – зони II і III, а решта поверхні підлоги – V.

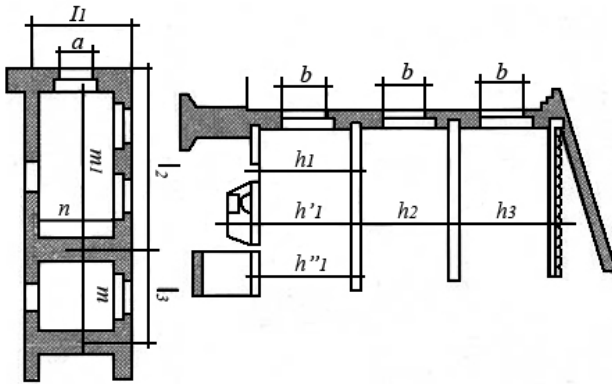


Рис. 1.2. Схема обміру огорожень

Тепловтрати кожної зони обчислюють за формулою (1.7), приймаючи  $n=1$ . За величину  $R_0$  приймають умовний опір теплопередачі, який для неутепленої підлоги позначають  $R_{nm}$  і приймають рівним для I зони – 2,15, II зони – 4,3, III зони – 8,6 і для IV зони – 14,2 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Якщо в конструкції підлоги на ґрунті є матеріали з теплопровідністю  $A < 1,16$  Вт/(м·°С), то така підлога є утепленою, і тоді умовний опір теплопередачі відповідної зони утепленої підлоги  $R_n$  дорівнює

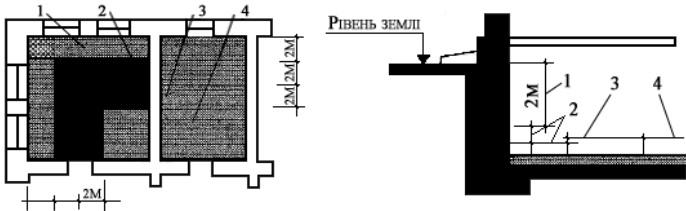
$$R_{yn} = R_{nm} + \sum \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}, \quad (1.8)$$

де  $\delta_{ym}$  і  $\lambda_{ym}$  – товщини і теплопровідності матеріалу утеплювачів.

Тепловтрати через підлоги на лагах обчислюють також за зонами, тільки умовний опір теплопередачі кожної зони підлоги на лагах приймають рівним

$$R_n = 1,18 R_{yn} . \quad (1.9)$$

Поверхня ділянки підлоги в зоні I, що прилягає до зовнішнього кута, має підвищені тепловтрати, тому її площа розміром  $2 \times 2$  м враховується під час визначення площі зони I двічі (на рис. 1.3 хрестоподібне штрихування). Підземні частини зовнішніх стін розглядаються під час розрахунку тепловтрат як продовження підлоги. Розбивку на смуги в цьому випадку роблять від верха підземної частини стін (рис. 1.3). Умовні опори теплопередачі для зон приймають так само, як для підлоги з утеплювачем, яким у цьому випадку є шари конструкції стіни.



**Рис. 1.3.** Схема до визначення втрат тепла через підлогу і стіни, заглиблені нижче рівня землі:

1 – перша зона; 2 – друга зона; 3 – третя зона; 4 – четверта зона

Кількість тепла на нагрів вентиляційного повітря обчислюється для кожного опалюваного приміщення, яке має одне або більшу кількість вікон чи балконних дверей в зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря у об'ємі однократного повітрообміну за годину, за формулою

$$Q_{\text{вент}} = 0,331 F_n h (t_e - t_3), \quad (1.10)$$

де  $F_n$  – площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$h$  – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5 м.

Витрати тепла  $Q_{\text{вент}}$  для нагріву зовнішнього повітря, яке надходить у вхідні вестибюлі і сходові клітини через зовнішні двері обчислюються за формулою

$$Q_{\text{вент}} = 0,7B(H + 0,8P)(t_e - t_3), \quad (1.11)$$

де  $H$  – висота будинку, м;

$P$  – кількість мешканців у будинку;

$B$  – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів. За одного тамбуру (двоє дверей)  $B=1$ , за двох тамбурів (трос дверей)  $B=0,6$ .

Результати розрахунків за формулами (1.7), (1.10) зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

### Розрахунок тепловтрат приміщення

Номер приміщення	Назва приміщення і температура, t °С	Зовнішні огородження				площа F, м <sup>2</sup>	$(t_e - t_3), ^\circ\text{C}$	n	K, Вт/(м <sup>2,0</sup> ·с)	Основні тепловтрати, Q <sub>осор.</sub> Вт	β	Q <sub>осор.</sub>	Q <sub>вент.</sub>	Тепловтрати приміщення Q, Вт
		назва	орієнтація	Розміри, м										
				ширина	довжина									

$$Q_{\text{вент}} = 0,337 \cdot F \cdot h(t_g - t_3) = 0,337 \cdot 24,8 \cdot 2,7(20 - (-18)) = 857,5 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{прим}} = \sum Q_{\text{осор}} + Q_{\text{вент}} = 1027,3 + 857,5 = 1885 \text{ Вт}.$$

### 1.4. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Системи опалення складаються з таких основних елементів: **джерела тепла, трубопроводів і опалювальних приладів**. Джерелом тепла можуть бути індивідуальні, дахові, групові або районні котельні, ТЕЦ. За допомогою трубопроводів теплоносії переміщається від місця вводу зовнішніх теплових мереж у будинок або джерела тепла, розташованого в будинку, до опалювальних приладів. Останні передають тепло від теплоносія до повітря приміщення.

Системи опалення поділяють на **місцеві й центральні**. До місцевих систем відносять ті, в яких усі основні елементи об'єднані в одному пристрої. Такими системами є печі, газове та електричне опалення. Радіус дії місцевих систем опалення обмежений одним або двома суміжними приміщеннями.

У **центральних** системах джерело тепла винесене за межі приміщень, які опалюються, або взагалі за межі будинку. Системи

---

---

центрального опалення класифікують за видом теплоносія, його температурою і тиском, способом переміщення, передачею тепла від зовнішньої поверхні опалювальних приладів до повітря приміщення і за схемними рішеннями.

Залежно **від виду теплоносія** системи центрального опалення можуть бути водяні, парові, повітряні й комбіновані. Комбіновані системи опалення характеризуються використанням декількох видів теплоносіїв або одного теплоносія з різними параметрами (наприклад, води з різними температурами). До цих систем відносять пароводяні, водоводяні й системи повітряного опалення: пароповітряні і водоповітряні.

Системи водяного опалення бувають **низькотемпературні** з температурою води до 100°C і **високотемпературні** – вище 100°C. Системи парового опалення розрізняють за величиною початкового тиску пари: **вакуум-парові** з тиском пари до 0,01 МПа, **низького тиску** до 0,07 МПа і **високого тиску** понад 0,07 МПа.

За **способом переміщення** теплоносія центральні системи опалення поділяють на системи з **природною (гравітаційною) і штучною (механічною) циркуляцією**.

Природна циркуляція (рух) здійснюється під дією різниці густин охолодженої і гарячої води в системах водяного опалення, охолодженого і нагрітого повітря в системах повітряного опалення. У системах парового опалення пара переміщається завдяки різниці тиску на початку і в кінці паропроводу (при виході пари з котла і перед опалювальним приладом).

Штучна (механічна) циркуляція здійснюється в системах водяного опалення за наявності насосів, а в системах повітряного опалення – вентиляторів.

Передача тепла від опалювальних приладів до повітря приміщення здійснюється шляхом конвекції або випромінювання, а також під час поєднання конвекції і випромінювання. Відповідно до цього найчастіше застосовують системи опалення **конвективної і променевої дії**.

---

---

## 1.5. СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

Системи водяного опалення завдяки високим санітарно-гігієнічним якостям, надійності і довговічності здобули в нашій країні найширшого застосування в житлових, громадських і виробничих будинках.

Системи водяного опалення поділяють:

**1. За розташуванням подавальних трубопроводів:** з верхньою і нижньою розводкою трубопроводів.

Система водяного опалення з верхньою розводкою і природною циркуляцією (рис. 1.4, *а*) працює таким чином: вода з котла по головному стояку потрапляє в подавальний магістральний трубопровід, а з нього – в подавальні стояки. Із стояків вода по підведеннях надходить в опалювальні прилади, в яких, охолоджуючись, віддає тепло повітря приміщення і через зворотні підведення потрапляє в зворотні стояки, зворотний магістральний трубопровід і повертається в котел для подальшого нагріву.

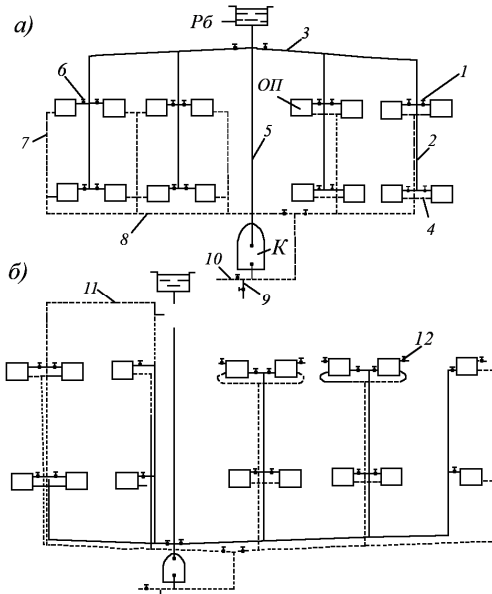
Система водяного опалення з **нижньою розводкою** і природною циркуляцією (рис. 1.4, *б*) отримала таку назву через розташування подавального магістрального трубопроводу в нижній частині будинку (у підвалі, підпільному каналі, у технічному підпіллі). Виконується така система за двома варіантами, які відрізняються схемами видалення повітря: з централізованим відведенням повітря через повітряні лінії (ліва частина схеми на рис. 1.4, *б*) і з відведенням повітря на кожному опалювальному приладі через повітряні крани (права частина схеми).

Повітряні лінії складаються з труб діаметрами 15–20 мм, і видалення повітря відбувається через розширювальний бак, до якого повітря може надійти від точки “А”. Повітряні крани використовують спеціальної конструкції, що пропускають за повного відкриття тільки повітря.

Розширювальний бак в обох схемах використовується для створення додаткової ємності, необхідної для компенсації розширення води під час нагрівання, видалення повітря і підтримання гідростатичного тиску води в системі опалення.

**2. За способом подачі і відведення води від опалювальних приладів:** двотрубні, однотрубні системи.

**Двотрубні системи** водяного опалення з природною і насосною циркуляцією характеризуються наявністю двох стояків (вертикальних трубопроводів) (рис. 1.4).

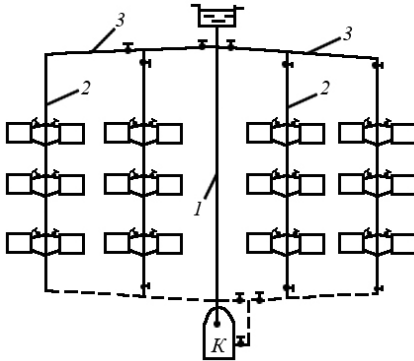


**Рис. 1.4. Принципова схема системи водяного опалення з верхньою (а) і нижньою (б) розводкою і природною циркуляцією:**

К – водогрійний котел; ОП – опалювальні прилади; РБ – розширювальний бак;  
 1 – регулювальні крани; 2 – подавальні стояки; 3 – подавальний магістральний трубопровід;  
 4 – зворотні відведення від опалювальних приладів; 5 – головний стояк; 6 – підведення до опалювальних приладів; 7 – зворотні стояки;  
 8 – зворотний магістральний трубопровід; 9 – дренажна труба; 10 – з’єднання з водопроводом; 11 – повітряні лінії; 12 – повітряні крани

По одному з них, подавальному, вода поступає в опалювальні прилади, а по зворотному – вода, яка віддала тепло в опалювальних приладах, надходить у зворотний магістральний трубопровід, по якому поступає в котел або тепловий пункт. Таким чином, різниця температур води на вході і виході з опалювальних приладів максимальна (приблизно дорівнює різниці температур води в подавальній і зворотній магістралях). Отже, потрібна площа опалювальних приладів у цій системі менша, порівняно з однотрубною системою водяного опалення.

**Однотрубні системи** водяного опалення (рис. 1.5) характеризуються наявністю тільки одного стояка; внаслідок цього гаряча вода проходить послідовно через декілька опалювальних приладів по вертикалі, а потім поступає в котел.

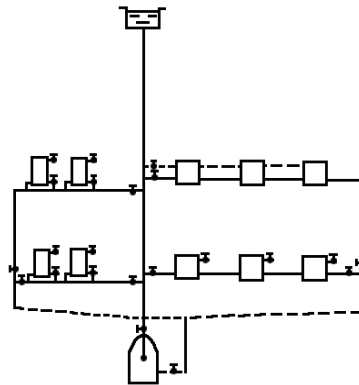


**Рис. 1.5.** Принципова схема однотрубно́ї системи водяного опалення з осьовими замикальними ділянками:  
*K* – котел; *1* – головний стояк;  
 2 – стояк; 3 – подавальний магістральний трубопровід

Частина води по підведеннях потрапляє в опалювальні прилади, а частина по перемичці проходить повз опалювальні прилади. Перемичка називається замикальною ділянкою.

**3. За напрямом руху води в магістральному подавальному і зворотному трубопроводах:** тупикові і з попутним рухом води.

Усі наведені вище схеми систем опалення є тупиковими системами водяного опалення. Характерні ознаки тупикових систем – різний напрямок руху води в магістральних подавальному і зворотному трубопроводах і різна довжина циркуляційних кілець системи опалення. Циркуляційним кільцем називається замкнутий трубний контур потоку гарячої води від вводу в будинок (або від котла) в будь-якому напрямку і до будь-якого опалювального приладу (або декількох послідовно з'єднаних) і потоку зворотної води, який повертається від нього до пункту (або котла).



**Рис. 1.6.** Схема горизонтально́ї однотрубно́ї системи опалення

Різна довжина кілець викликає нерівні умови для нормальної роботи опалювальних приладів. Якщо кільце довге, то створюються умови для недоотримання цим приладом необхідної кількості води, отже, й тепла. Правильним підбором діаметрів труб цього можна уникнути.

Системи з *попутним рухом води* (рис. 1.7) характеризуються такими показниками: однаковим напрямком руху води в подавальному і зворотному трубопроводах; однаковою довжиною циркуляційних кілець. Завдяки останньому через всі опалювальні прилади проходить приблизно однакова кількість води і вони забезпечують розрахункову тепловіддачу. Недоліком цих систем є велика довжина труб, отже, менша економічність. Такі системи використовують у великих громадських будинках і в довгих (у плані) виробничих будинках.

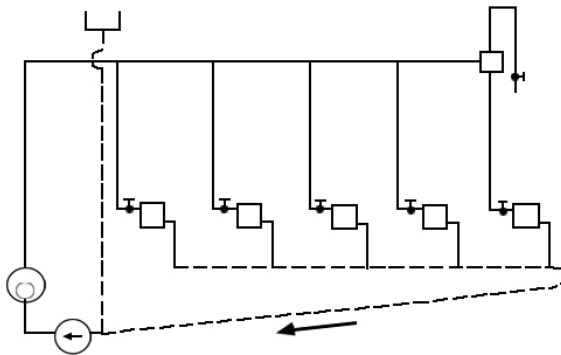


Рис. 1.7. Схема системи водяного опалення з попутним рухом води

**4. За способом циркуляції:** з природною і насосною циркуляцією. Системи з *природною циркуляцією* інакше називають *гравітаційними* системами. Циркуляція води в таких системах виникає за рахунок різниці гідростатичного тиску двох стовпів води однакової висоти.

Різні гідростатичні тиски виникають через різні густини води внаслідок охолодження води в трубопроводах і в опалювальних приладах. У гарячому стояку вода має густину нижчу, ніж у зворотному стояку двотрубних систем. Подібна різниця густин спостерігається і в однотрубних системах.

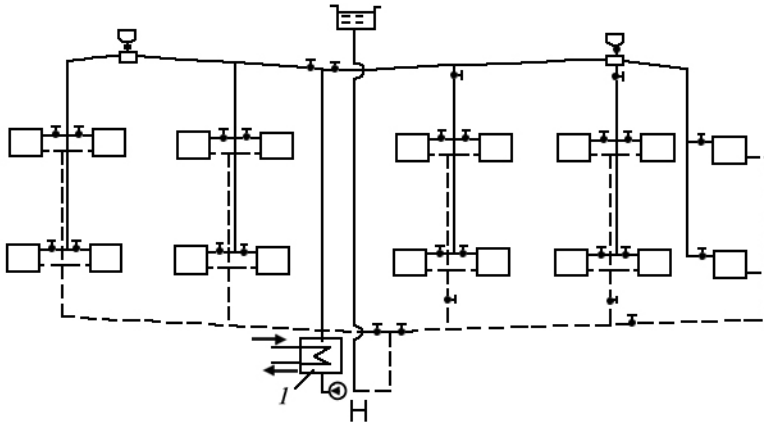
Рух води в *насосних системах* здійснюється за рахунок роботи насосів (рис. 1.8). Насос влаштовується на зворотному магістральному



трубопроводі перед водопідігрівачем, розташованим на тепловому пункті (або котлом).

Завдяки тому, що рух води здійснюється за допомогою насоса, швидкість руху води в трубопроводах значно вища, ніж у гравітаційній системі. Це дозволяє вибрати діаметри трубопроводів для насосних систем значно меншими, ніж у системах з природною циркуляцією. Це здешевлює систему опалення і дозволяє збільшити радіус її дії.

Завдяки збільшенню швидкостей руху води до 1–1,5 м/с для громадських будинків і 3 м/с – для промислових для видалення повітря із всіх точок системи приймаються такі конструктивні рішення: уклони подавальних магістралей приймаються зворотними напрямку руху води; у верхніх точках системи (кінці подавальних магістральних трубопроводів) влаштовуються повітрязбірники; розширювальний бак приєднують до зворотного трубопроводу перед насосом за рухом води.



**Рис. 1.8. Схема насосної системи водяного опалення:**

1 – водопідігрівач

Регулювальні крани влаштовують не тільки на підведеннях до кожного радіатора, але й на кожному подавальному і зворотному стояку.

Насосні системи можуть не мати насоса в межах будинку. Насоси в кожному будинку можуть бути замінені одним насосом на ТЕЦ або в районній котельні. Замість відцентрового насоса може бути встановлений елеватор.

---

---

## 1.6. ОПАЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Опалювальні прилади є одним з найважливіших елементів системи опалення і призначені для передачі тепла від теплоносія в приміщення будинку. До них висувують низку вимог: теплотехнічних, санітарно-гігієнічних, техніко-економічних, естетичних.

До **теплотехнічних вимог** відносять такі: високе значення коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу, тобто здатність передавати якомога більше тепла від теплоносія у приміщення; габарити і форма опалювального приладу повинні сприяти більшій віддачі тепла.

**Санітарно-гігієнічними вимогами** є такі: температура поверхні опалювального приладу повинна відповідати призначенню приміщення, в якому він установлений (для житлового приміщення середня температура не повинна перевищувати 70–80 °С, для виробничих приміщень допускається вища температура); характер поверхні приладу не повинен сприяти відкладанню пилу; форма приладу повинна сприяти очищенню всіх його частин від пилу.

До **техніко-економічних вимог** відносяться такі: мала вартість приладу, а також матеріалів для його виготовлення; мала маса і малі габарити за великої поверхні нагріву; великий термін служби; мінімальна витрата металу.

З точки зору естетики, форма опалювального приладу повинна бути гарною; прилад повинен гармоніювати з інтер'єром приміщення.

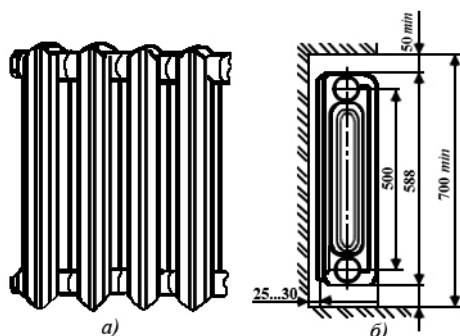
Цілком очевидно, що створити опалювальний прилад, який відповідатиме всім поставленим вимогам, доволі важко.

Тому види і конструкції опалювальних приладів пропонують найрізноманітніші. Прилади відливають з чавуну, виготовляють зі сталі, скла, бетону, кераміки, фарфору, у вигляді панелей з бетону із закладеними в нього трубчастими елементами та ін. Прилади розрізняють за формою і розмірами, вони можуть збиратись з окремих секцій і елементів. У них можуть подаватись різні теплоносії з різними параметрами.

Найрозповсюдженіші чавунні опалювальні прилади. До них відносять радіатори і ребристі труби. Вони достатньо довговічні, але мало привабливі і громіздкі.

**Чавунні радіатори** складаються з окремих секцій, з'єднаних спеціальними різьбовими з'єднаннями в опалювальні прилади потрібної поверхні нагріву. Нині промисловість випускає декілька типів радіаторів (МС-140, МС-90, М-90). На рис. 1.9 показаний розріз чавунного радіатора. Секції цих радіаторів мають дві колонки, з'єднані

зверху і знизу порожнистими циліндричними частинами з двосторонньою внутрішньою різьбою. Циліндричні приливи двох суміжних секцій з'єднуються за допомогою ніпелів, що представляють собою порожнистий циліндр із зовнішньою, також двосторонньою, різьбою. У комплект одного радіатора входять дві прохідні радіаторні пробки для приєднання до радіатора підвідних труб від стояків системи опалення і дві глухі радіаторні пробки.



**Рис. 1.9. Чавунний секційний радіатор MC-140:**

*a* – загальний вигляд; *б* –  
монтажне положення

Щільність ніпельного з'єднання забезпечується використанням ущільнювальних прокладок, різних при теплоносіях – воді і парі (картон, просочений оліфою або пароніт).

За монтажною висотою радіатори поділяють на високі – 1000 мм, середні – 500 мм і низькі – 300 мм. Найчастіше використовують середні радіатори. Глибина секції – 140 і 90 мм.

Виробництво чавунних радіаторів вимагає великих витрат металу, вони трудомісткі у виготовленні і монтажі. При цьому ускладнюється виготовлення панелей внаслідок влаштування в них ніші для установки радіаторів. Крім цього, виробництво радіаторів призводить до забруднення навколишнього середовища. Тому, незважаючи на такі важливі переваги радіаторів, як корозійна стійкість, налагодженість технології вироблення, простота зміни потужності приладу шляхом зміни кількості секцій та ін., їх виробництво в нашій країні скорочується за рахунок випуску приладів зі сталі, алюмінію та ін.

Радіатори встановлюють у приміщеннях, що опалюються, під вікнами і біля зовнішніх стін. У зовнішній цегляній стіні можуть передбачатись для установки радіаторів ніші, що полегшує монтаж трубопроводів системи опалення, адже не потрібно гнути підвідні труби. За відсутності ніш монтаж трубопроводів ускладнюється (стіни з великих блоків і панелей). Під час встановлення радіаторів обо-

в'язковим є дотримання відстаней від поверхні радіатора до підлоги, верха і поверхні ніші (не менше 2,5–6 см); до бокових стінок ніші відстань приймають не менше 20–30 см.

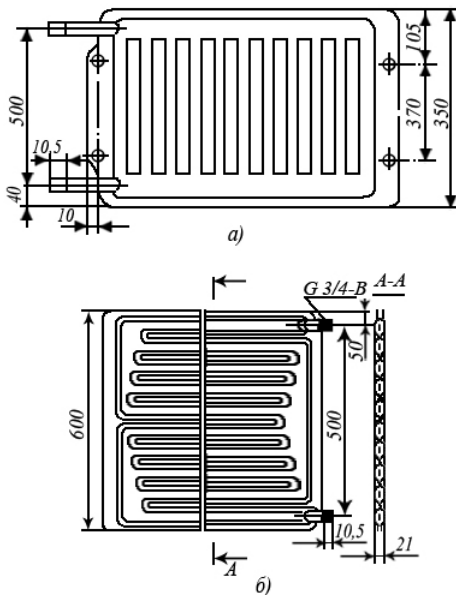
До чавунних опалювальних приладів відносять також **ребристі труби**, які приєднують до трубопроводів за допомогою фланців. Ребристі труби виготовляють довжиною 0,5; 0,75; 1; 1,5 і 2 м з круглими ребрами і поверхнею нагріву 1; 1,5; 2; 3 і 4 м<sup>2</sup>. Ребристість приладу збільшує поверхню тепловіддачі, але ускладнює очищення його від пилу і знижує коефіцієнт теплопередачі. Ребристі труби влаштовують у виробничих приміщеннях, комунальних підприємствах та ін.

Сталеві опалювальні прилади – гладкі труби, радіатори, штамповані із листової сталі, калорифери і конвектори.

**Гладкі труби** відносяться до сталевих опалювальних приладів і встановлюються на промислових і деяких комунальних підприємствах. Влаштовують їх у вигляді змієвика або регістра.

**Сталеві панельні радіатори** (рис. 1.10) виготовляють штамповані колончасті типу РСВ1

і штамповані змієвикові типу РСГ2 однорядні і дворядні. Однорядний сталевий штампований радіатор типу РСВ1 складається з двох штампованих сталевих листів товщиною 1,4–1,5 мм, з'єднаних між собою контактним зварюванням з утворенням низки паралельних вертикальних каналів, об'єднаних зверху і знизу горизонтальними колекторами. Панель сталевго радіатора типу РСГ2, як і радіатора РСВ1, складається з двох штампованих сталевих листів товщиною 1,4–1,5 мм, з'єднаних поміж собою контактним зварюванням з утворенням низки гори-



**Рис. 1.10. Сталевий панельний радіатор з каналами:**

*a* – вертикальними; *б* – горизонтальними

зонтальних каналів для проходження теплоносія.

Сталеві радіатори типу РСВ1 і РСГ2, порівняно з литими чавунами, мають приблизно вдвічі меншу масу, на 25–30% дешевші, на транспортування і монтаж потрібні менші затрати. Завдяки малій будівельній глибині їх зручно влаштовувати відкрито під вікнами і біля стіни. Застосування сталевих радіаторів-панелей обмежена системами опалення, що використовують підготовлену теплофікаційну воду, яка має незначну корозійну дію.

Для запобігання корозії сталеві радіатори (фірми FINIMETAL) покривають спеціальним антикорозійним фосфатним ґрунтом з нанесенням пиловідштовхувальної емалі з високим лиском або (фірми KORADO – рис. 1.11) – фосфатом заліза, потім катафорезним лаком і нарешті білим епоксиполіефірним лаком для корозійної і механічної стійкості.

Інший вид сталевих опалювальних приладів для систем водяного і парового опалення, який використовується в цивільних і промислових будинках, – конвектори. Виготовляють їх із сталевих труб з насадженими на них пластинами з листової сталі.

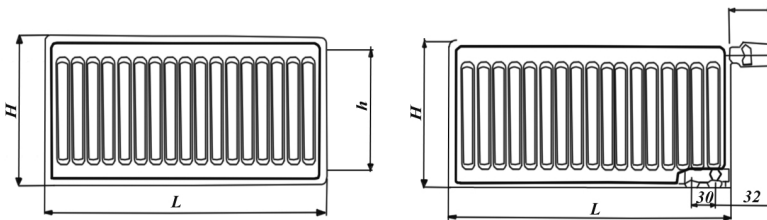


Рис. 1.11. Сталеві панельні радіатори фірми KORADO

До нових опалювальних приладів можна віднести алюмінієві, біметалеві: сталєво-алюмінієві, мідно-алюмінієві. Наприклад, **алюмінієві** радіатори (італійської фірми TTTAN) збираються з вертикальних секцій, кожна з яких є литим виробом, який має верхній і нижній колектори, а також вертикальний канал для їх з'єднання. Алюмінієві радіатори мають високу тепловіддачу і вдвічі швидше, ніж чавунні, нагрівають приміщення. Недоліком їх є не ударостійкість.

Міцнішими є **біметалеві радіатори** (Global style та ін.). За зовнішнім виглядом і конструкцією вони нагадують алюмінієві, проте відрізняються тим, що верхній і нижній колектори виконані з 3-міліметрової сталі, що дозволяє експлуатувати їх при вищих тисках у системі. Цікаво, що в Україні такі радіатори теж виготовляються.

---

---

Зокрема, фірма ПК “Прес” на базі заводу “Більшовик” виготовляє біметалеві сталеві радіатори з різними габаритами секцій і колірним виконанням. Радіатори витримують тиск до 18 атм (порівняти з алюмінієвими фірми ТІТАН, що розраховані на 9 атм), що дозволяє використовувати їх у будинках від 16 поверхів і вище. Радіатори виконані з алюмінію і всередині армовані сталевую трубою.

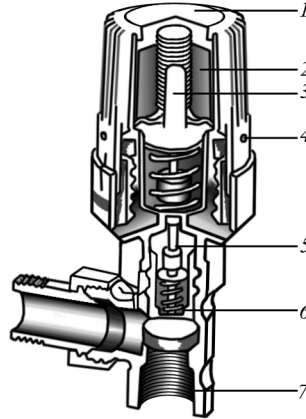
Мідно-алюмінієві водяні радіатори “Regulus-system” влаштовані з горизонтальних мідних трубок і вертикальних алюмінієвих пластин, щільно насаджених на ці трубки. Передня і задня панелі, а також верхня декоративна кришка радіатора виготовлені з алюмінію і надають радіатору стильного вигляду, завдяки чому радіатор є декоративною прикрасою приміщення. Радіатори устатковані повітровипускним ручним краном (краном Маєвського). Переваги таких радіаторів: мідь і алюміній не іржавіють, тому їх можна встановлювати в приміщеннях з підвищеною вологістю (басейн, кухня, ванна кімната); об’єм води в них набагато менший, ніж у панельних. Найбільший радіатор довжиною 2 м і тепловою потужністю понад 4 кВт вміщує всього 1,5 л теплоносія. Це призводить до найменшої теплової інерції цих радіаторів, вони швидко нагріваються і охолоджуються, не перегріваючи повітря без необхідності. Передача тепла від радіатора здійснюється шляхом конвекції, активно переміщується повітря у приміщенні, забезпечуючи рівномірність температури. Важливе значення має невелика маса радіатора. Згаданий вище радіатор має масу близько 16 кг, що полегшує транспортування, монтажні роботи, дозволяє встановлювати їх навіть на тонких гіпсокартонних перегородках.

У сучасних системах опалення для автоматичного підтримання температури повітря в приміщенні застосовують *терморегулятори*, які встановлюють на вході в радіатор системи опалення. Ці пристрої дозволяють економити до 20% теплової енергії і забезпечують підтримання постійної температури приміщення з точністю до 1°C. Наприклад, терморегулятори фірми Dantb99 використовуються для будь-яких систем водяного опалення будинків, обладнані вмонтованим датчиком, захистом від морозу, з діапазоном температури 6–26°C, пристроєм для обмеження та фіксації настройки температури. Конструкція терморегулятора показана на рис. 1.12.

Чутливий елемент – це термобалон, заповнений рідиною з високим коефіцієнтом об’ємного розширення. Під дією температури повітря відбувається стискання або розширення сифону термобалона, який діє на шток, закриваючи або відкриваючи клапан.

**Рис. 1.12. Конструкція терморегулятора:**

- 1 – кришка з маркою настройки; 2 – термобалон рідинний; 3 – запобіжник; 4 – умовна шкала настройки; 5 – сальник; 6 – клапанний вузол; 7 – приєднання різьбове



Для визначення площі поверхні опалювальних приладів потрібно знайти поверхневу густину теплового потоку приладу – тепловий потік  $q_{np}$ , що передається від теплоносія у навколишнє середовище через  $1 \text{ м}^2$  площі поверхні приладу, тобто

$$q_{np} = \frac{Q}{F}, \quad (1.29)$$

де  $Q$  – тепловий потік через поверхню опалювального приладу, Вт;  
 $F$  – площа поверхні приладу,  $\text{м}^2$ .

Враховуючи основне рівняння теплопередачі.

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta t_{сер}, \quad (1.30)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$\Delta t_{сер}$  – середній температурний напір,  $^\circ\text{C}$ , можна записати

$$q_{np} = k \cdot \Delta t_{сер}. \quad (1.30a)$$

Отже, густина теплового потоку приладів залежить від тих самих факторів, що і коефіцієнт теплопередачі. Тому на практиці для спрощення розрахунків визначають з урахуванням всіх факторів відразу густину теплового потоку опалювального приладу. Для цього використовують поняття **номінальна густина теплового потоку**  $q_{ном}$ . Визначення  $q_{ном}$  здійснюють у результаті теплових випробувань опалювального приладу за стандартних умов роботи в системі водяного опалення, коли витрата води в приладі становить  $G_{np}^{cm} = 0,1 \text{ кг/с}$ , середній температурний напір

$$\Delta t_{сер} = t_{сер} - t_n = 0,5(t_{вх} + t_{вих}) = 0,5(105 + 70) - 18 = 69,5 = 70^\circ\text{C},$$

де  $t_{ex}$  – температура води на вході в прилад, 105°C;

$t_{вих}$  – температура води на виході з приладу, 70°C;

$t_{вих}$  – температура повітря в приміщенні, 18°C.

Значення номінальної густини теплового потоку опалювальних приладів наведені в [43, табл. 1.1 або дод. 26].

За величиною  $q_{ном}$  можна визначити розрахункову густину теплового потоку опалювального приладу для умов роботи, відмінних від стандартних, за формулами:

- для теплоносія – води

$$q_{np} = q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{сер}}{70} \right)^{1+n} \left( \frac{G_{np}}{0,1} \right)^p c_{np}, \quad (1.31)$$

де  $G_{np}$  – дійсна витрата води в опалювальному приладі, кг/с,

$$G_{np} = \frac{0,001 \cdot Q_{np}}{c(t_{ex} - t_{вих})}; \quad (1.32)$$

$n, p$  – експериментальні значення показників степеня;

$c_{np}$  – коефіцієнт, що враховує схему приєднання опалювального приладу і зміни показника степеня  $p$  у різних діапазонах витрати теплоносія;

- для теплоносія – пари

$$q_{np} = q_{ном} \left( \frac{\Delta t_n}{70} \right)^{1+n}, \quad (1.33)$$

де  $t_n$  – температурний напір, рівний різниці температури насиченої пари і температури повітря приміщення ( $t_{нап} - t_n$ ), °C.

Розрахункова площа опалювального приладу визначається за формулою

$$F_p = \frac{Q_{np}}{q_{np}}. \quad (1.34)$$

Під час врахування додаткових факторів, що впливають на теплопередачу приладів, формула (1.34) матиме вигляд:

$$F_p = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \beta_1 \beta_2, \quad (1.35)$$

де  $Q_{np}$  – тепловіддача опалювального приладу в приміщення, визначається за формулою

$$Q_{np} = Q_{прим} - 0,9 Q_{тп}, \quad (1.36)$$

де  $Q_{прим}$  – потреба приміщення в теплі, що дорівнює різниці між тепловтратами і тепловими надходженнями, Вт;



$Q_{mp}$  – сумарна тепловіддача відкрито прокладених у межах приміщення стояків, підведень, до яких безпосередньо приєднаний прилад (коефіцієнт 0,9 враховує частку теплового потоку від теплопроводів, корисну для підтримання температури повітря в приміщенні).

Тепловіддачу від трубопроводів можна визначати за спрощеною формулою

$$Q_{mp} = q_v l_v + q_z l_z \quad (1.37)$$

де  $q_v$ ,  $q_z$  – тепловіддача 1 м вертикально і горизонтально прокладених труб, визначається з [7, табл. 1.22], Вт/м;

$l_v$ ,  $l_z$  – довжина вертикально і горизонтально прокладених труб, м.

$\beta_1$  – коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік;

$\beta_2$  – коефіцієнт додаткових втрат теплоти опалювального приладу.

Розрахункова кількість секцій чавунних радіаторів визначається за формулою:

$$N = \frac{F_p \beta_4}{f_1 \beta_3} \quad (1.38)$$

де  $f_1$  – площа поверхні нагріву однієї секції, м<sup>2</sup>, визначається з [43, табл. 8.1];

$\beta_4$  – коефіцієнт, що враховує спосіб установлення радіатора в приміщенні, при відкритому установленні – 1,0;

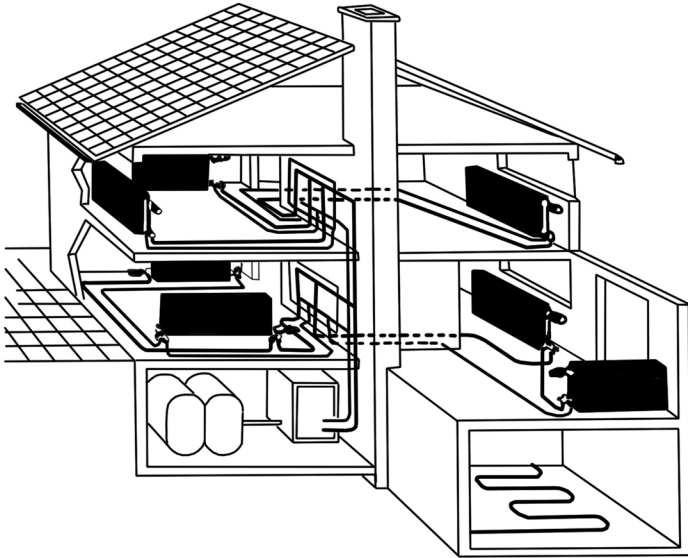
$\beta_3$  – коефіцієнт, що враховує кількість секцій в одному радіаторі і приймається для радіаторів типу МС-140 рівним: при кількості секцій від 3 до 15 – 1, від 16 до 20 – 0,98, від 21 до 25 – 0,96, а для інших чавунних радіаторів обчислюється за формулою

$$\beta_3 = 0,92 + 0,16 IF_p \quad (1.39)$$

## 1.7. АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

Для опалення житлових будинків до 3-х поверхів (за типом ко-теджів), квартир, офісів, шкіл, магазинів, комунальних і промислових підприємств та ін. можуть використовуватись автономні системи водяного опалення. Ці системи можуть бути двотрубними і однотрубними, частіше з механічного циркуляцією води. В автономних системах у будинку чи приміщенні встановлюється котел, насос, розширювальний бак і влаштовується система трубопроводів і опалювальних приладів із необхідною арматурою (рис. 1.13).

Стояки для зменшення некорисних тепловтрат розміщують вздовж внутрішніх стін будинку, наприклад, на сходовій клітці. Опалювальні прилади, що встановлюються біля зовнішніх стін, підключають до розподільної гребінки за допомогою теплопроводів, які прокладаються по підлозі квартири. Зазвичай, використовують захищені від зовнішньої корозії сталеві, мідні теплопроводи або виготовлені з термостійких пластмас, наприклад, поліпропіленові труби з стабілізуювальною алюмінієвою оболонкою або металопластикові труби KISAN [17]. Трубопроводи прокладають приховано в підлозі чи плінтусі. Розвідні трубопроводи, як правило, теплоізовані, прокладають у штробах або заливають цементом високих марок з пластифікатором (з товщиною шару цементного покриття не менше 40 мм). За плінтусного прокладення, зазвичай, використовуються спеціальні декоративні плінтуси заводського виготовлення (частіше з полімерних матеріалів).



**Рис. 1.13. Автономна система опалення будинку**

Здебільшого використовується донне приєднання трубопроводів до радіаторів через спеціальні колектори із забезпеченням схеми руху

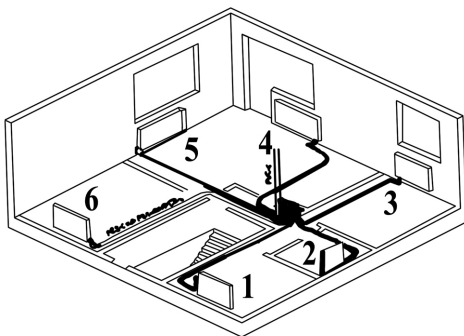
теплоносія в радіаторі “зверху – вниз”. Радіатори устатковуються терморегуляторами і повітровідвідниками.

Підведення трубопроводів від стояків до опалювальних приладів може здійснюватись за кількома схемами (рис. 1.14–1.16). Рекомендується, щоб кожна петля або пара розділювачів обслуговувала одну квартиру або групу приміщень одного споживача.

### **1.8. СИСТЕМИ ПОКВАРТИРНОГО ОПАЛЕННЯ**

У системах центрального водяного опалення для забезпечення обліку спожитого тепла належить влаштовувати горизонтальні розподільні трубопроводи в межах однієї квартири, до яких приєднують приладові вузли. На цих горизонтальних трубопроводах у місцях приєднання їх до стояків влаштовуються лічильники тепла. Стояки можуть розташовуватись у коридорах або сходових клітках і прокладатись у штробах, шахтах чи каналах. Для горизонтальних трубопроводів застосовуються такі схеми прокладення:

- двотрубна з розподільником;
- двотрубна в горизонтальній петлі;
- змішана розводка з трійниками в конструкції підлоги;
- однотрубна в горизонтальній петлі.



**Рис. 1.14. Двотрубна схема поквартирного водяного опалення з розподільником**

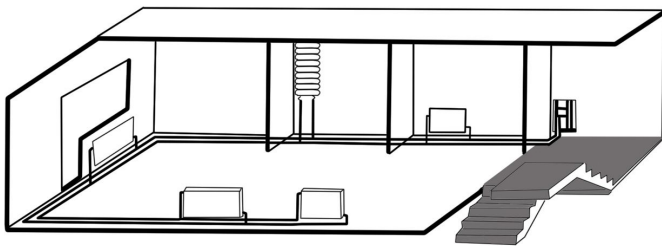
У *двотрубній схемі з розподільником* (рис. 1.14) трубопроводи прокладаються в штробах підлоги і стінах у спеціальних захисних гофрованих трубах (“пешель”). До кожного приладу влаштовується індивідуальне підведення від розподільника по найкоротшій відстані. Розподільники монтуються в шафах або шахтах. Лічильник тепла влаштовується перед розподільником. Видалення повітря повинно здійснюватись з кожного опалювального приладу і розподільника.

---

---

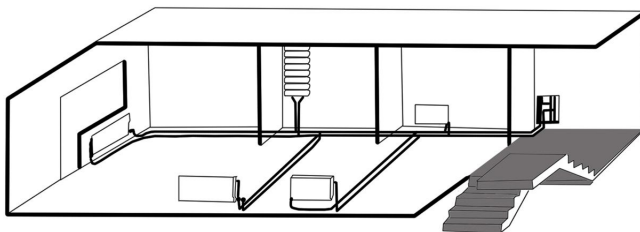
Підключення труб до розподільвача може здійснюватись за допомогою роз'ємних з'єднань. Схема є матеріалоемною.

*Двотрубна схема в горизонтальній петлі* наведена на рис. 1.15. У цій схемі трубопроводи прокладають по периметру квартири вздовж зовнішніх стін так, як у попередній схемі або під плінтусом. Опалювальні прилади підключають за схемою “зверху – вниз” або спеціальними трійниками з трубками. Лічильники монтують біля стояка. Опалювальні прилади обладнують повітровідведенням. Для цієї схеми характерне мінімальне використання матеріалів.



**Рис. 1.15.** Двотрубна схема водяного поквартирного опалення в горизонтальній петлі

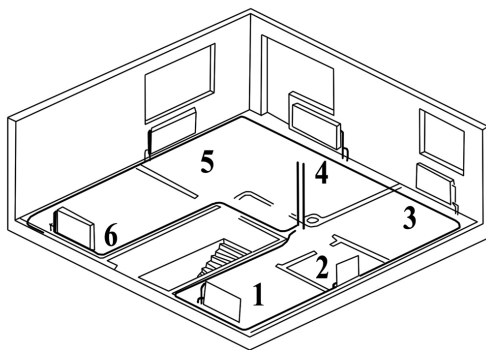
*Схема із змішаною розводкою з трійниками в конструкції підлоги* (рис. 1.16) влаштовується вздовж однієї зовнішньої стіни квартири. Труби прокладають так, як і в попередніх схемах. Відгалуження до опалювальних приладів здійснюється за допомогою трійників. Опалювальні прилади можуть приєднуватись так само як у схемі з розподільвачем від підлоги або стіни. Лічильник влаштовується біля стояка. Опалювальні прилади обладнують повітровідведенням.



**Рис. 1.16.** Схема водяного поквартирного опалення із змішаною розводкою з трійниками в конструкції підлоги

**Однотрубна схема в горизонтальній петлі** (рис. 1.17) влаштовується таким чином, що зворотний трубопровід одного опалювального приладу є подавальним для наступного приладу в петлі. Прокладення трубопроводів здійснюється в конструкції підлоги або в плінтусі. Підключення опалювальних приладів від підлоги здійснюється за допомогою вентилів для однотрубно́ї системи. Лічильник влаштовується біля стояка. Схема характеризується мінімальною витратою матеріалів.

Центральні системи водяного опалення із поквартирним обліком тепла влаштовують з верхнім і нижнім розведенням магістралей, тупикові й попутні.



**Рис. 1.17.** Однотрубна схема поквартирного водяного опалення в горизонтальній петлі

Для підключення опалювальних приладів у схемах поквартирного опалення під час влаштування терморегуляторів можна використовувати різну арматуру (рис. 1.18). Наприклад, на рис. 1.18, *а* показане підключення опалювального приладу з терморегулятором (наприклад, RTD-K-GOR фірми DANFOS або TS-90-V-7728 фірми HERZ) на підведенні до приладу і зворотним вентилям (наприклад, RLV фірми DANFOS або RL1-3724 фірми HERZ) під час використання затискних відведень з мідними трубками довжиною 30 см і 75 см. Підведення і відведення води від опалювального приладу здійснюється з двох боків за схемою “зверху – вниз”.

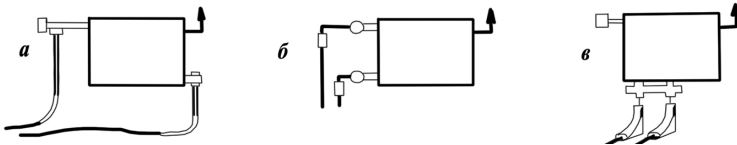
На рис. 1.18, *б* показане однобічне приєднання опалювального приладу з терморегулятором і зворотним вентилям під час використання затискних відведень з мідними трубками довжиною 30 см. Цю схему можна застосувати для з'єднання опалювального приладу з виходами зі стіни. У двотрубній системі з горизонтальною петлею може використовуватись ця схема для підключення приладів для

висушування рушників, які, як правило, розташовують високо, і тому до них потрібно підходити зі стіни.

Замість зворотного вентиля на відведенні від опалювального приладу може влаштуватися кутовий з'єднувач (наприклад, фірми HERZ).

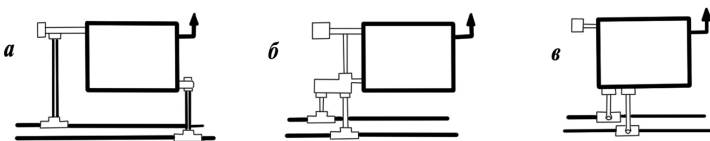
Для схем з розподільвачем і зі змішаною розводкою може використовуватися підключення опалювального приладу (рис. 1.18, в) через агрегатний вентиль, з допомогою конусного з'єднувача (наприклад, RTD-K фірми DANFOS) і пластмасових колін або підключення типу VK (рис. 1.8, з) з арматурою для приєднання компактних опалювальних приладів за допомогою приєднувального вентиля і підключення, конусних з'єднувачів і пластмасових колін.

Для приєднання опалювальних приладів у горизонтальній петлі можуть застосовуватися способи, наведені на рис. 1.21.



**Рис. 1.18. Схеми приєднання опалювальних приладів для поквартирного опалення:**

*а, б* – використовуються в схемах з розподільвачем, змішаною розводкою і в горизонтальній петлі; *в* – використовується в схемах з розподільвачем і зі змішаною розводкою



**Рис. 1.19. Схеми приєднання опалювальних приладів для поквартирного опалення в двотрубних системах з розведенням у горизонтальній петлі**

Підключення опалювальних приладів у цих схемах здійснюють з використанням трійників з трубками довжиною 30 або 75 см, так зване коротке з'єднання опалювального приладу.

---

---

На рис. 1.19, *а* наведено підключення опалювального приладу з терморегулятором і зворотним вентиляем за допомогою трійників затискних з мідними трубками. Призначене для розведень у петлі.

Підключення опалювального приладу за допомогою вентиля агрегатного (рис. 1.19, *б*) і конусних з'єднувачів на мідну трубку, трійників затискних з мідними трубками може використовуватись у схемах не тільки з розводкою в петлі, але й з розподільвачами і змішаною розводкою.

На рис. 1.19, *в* показано вузол плінтусний над підлогою або під перекриттям, з вертикальним розташуванням пари труб і виходом збоку до опалювального приладу типу VK за допомогою трійників або відводів затискних із зовнішньою різьбою. Підключення типу VK: корпус з'єднувача, затискач, конусні з'єднувачі і втулки затискні на мідну трубку. Вузол плінтусний призначений для розводок у петлі.

Під час приєднання опалювальних приладів використовуються терморегулятори типу RTD, вбудовані або регулювальні вентиляти типу RLV. Влаштування терморегуляторів належить здійснювати таким чином, щоб на термостатичну голівку якомога менше впливали конвективні потоки і випромінювання від труб і опалювальних приладів.

## ***1.9. СИСТЕМИ ПАНЕЛЬНО-ПРОМЕНЕВОГО ОПАЛЕННЯ***

### **1.9.1. Особливості панельно-променевого опалення**

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

Для одержання таких поверхонь тепловіддачі в указаних конструкціях закладають труби невеликого діаметра, прокладають електричний кабель або влаштовують повітроводи і канали.

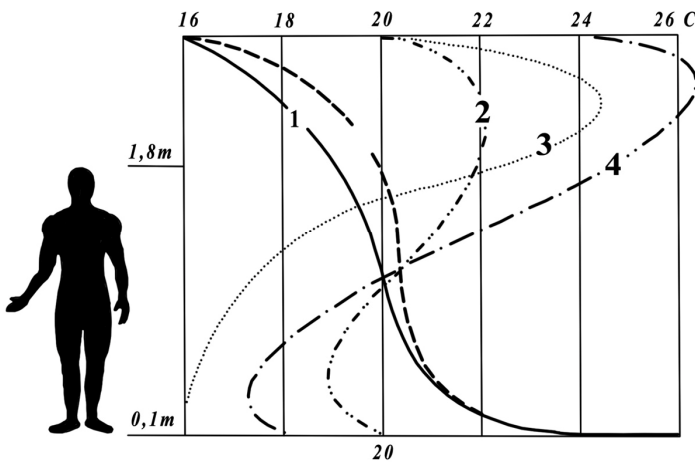
Як теплоносій в системах панельно-променевого опалення здебільшого використовують низькотемпературну воду, що дозволяє економити енергію й паливо (до 20%). Нагрівання води для системи панельно-променевого опалення може здійснюватись у котельні або в котлі, розташованому безпосередньо в будинку (в автономних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

Система панельно-променевого опалення може поєднуватись із традиційною конвективною системою. Наприклад, влаштування теплої підлоги в окремому приміщенні: дитячій кімнаті, ванній або санвузлі, а

в інших – влаштування радіаторів. Тоді в кожній системі використовують теплоносії з різною температурою, наприклад: для теплої підлоги – воду з температурою до  $60^{\circ}\text{C}$ , а в системі з радіаторами –  $95^{\circ}\text{C}$ .

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

Як відомо, самопочуття людини значно поліпшується при віддачі тепла конвекцією, а не випромінюванням. Для цього потрібно в приміщенні, що опалюється, підтримувати температуру поверхонь огорожень на вищому рівні, ніж та, що спостерігається під час використання опалювальних приладів конвективної дії (ця температура повинна бути вищою, ніж температура повітря в приміщенні). Саме це й спостерігається в панельно-променевих системах опалення.



**Рис. 1.20. Розподіл температур у приміщенні з підлоговим опаленням і радіаторами:**

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



---

---

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

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

Потрібно відзначити, що в системах панельно-променевого опалення спостерігається рівномірніший розподіл температур повітря по висоті приміщення (рис. 1.20), і є можливість зниження температури повітря в приміщенні на 1–2°C без погіршення самопочуття людини внаслідок збільшення частки конвекції в тепловіддачі організмом людини.

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

### 1.9.2. Конструкція панельно-променевого опалення

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

Для теплої підлоги максимальна температура поверхні згідно з [37] приймається:

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

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

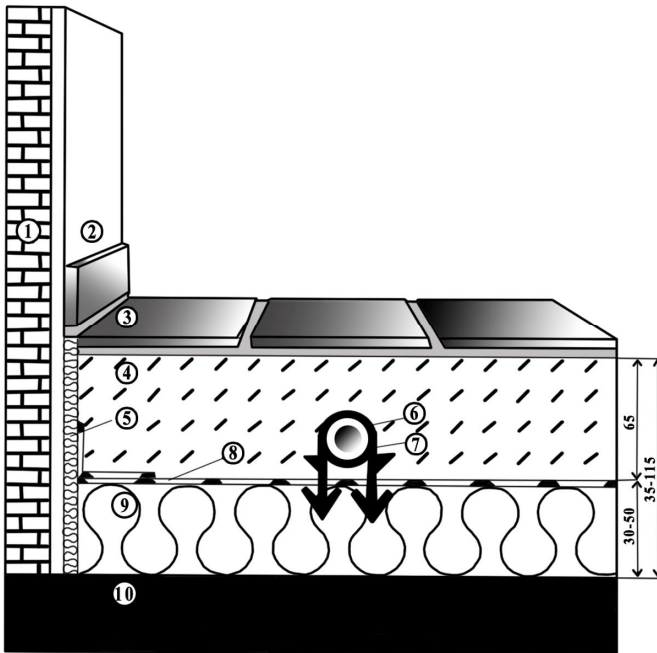
Як нагрівальний елемент для теплої підлоги можуть застосовувати металопластикові труби KJSAN [25], влаштування яких у підлозі показане на рис. 1.21. Конструктивно підлога – це декілька шарів, а саме:

- шар теплоізоляції з пінополістиролу високої твердості з мінімальною густиною 20 кг/м<sup>3</sup>. Товщина ізоляції залежить від типу при-

міщення, де потрібен підігрів підлоги, і приймається від 30 до 100 мм. Також можна застосувати мінеральну вату з підсиленням смолами;

- шар гідроізоляції для захисту теплової ізоляції від зволоження – поліетиленова плівка;

- гріюча плита з трубами. Для виготовлення теплих контурів можна використовувати два типи труб KISAN: червоного кольору PE80-A1-PE80 діаметром 16x2,0 мм і білого кольору PEX-A1-PEX з використанням структурованого поліетилену діаметром 16x2,0 і 20x2,25 [25]. Для виготовлення нагрівальної плити використовуються два типи розчинів: цементні (портландцемент) та ангідритові (з сухих сумішей). Для регулювання якості цементних розчинів додають пластифікатор.



**Рис. 1.21. Конструкція теплої підлоги:**

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

Підлогове покриття – це природний камінь (граніт, мрамур), керамічна плитка, пластмасові матеріали покриття (ПВХ), килимові підлогові покриття, паркет товщиною до 10 мм.

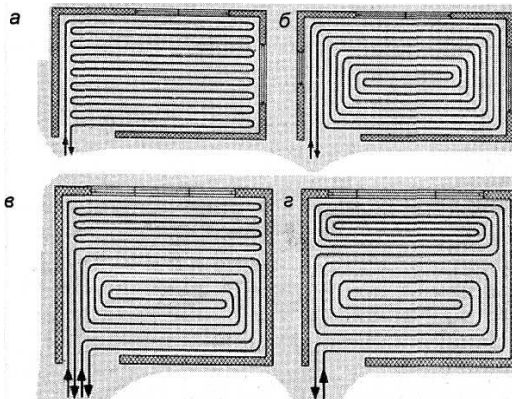
Для відокремлення нагрівальної плити від вертикальних будівельних огорожень використовується крайова ізоляція, яка відіграє роль компенсатора за теплового розширення плити, обмежує втрати тепла через стіни будинку та ізолює від шуму. Це може бути стрічка з пінополіуретану товщиною 8 мм і шириною 150 мм, до якої прикріплена поліетиленова плівка. Ця плівка після укладення теплової ізоляції не дає змоги бетону потрапити між стінкою і плитою під час виливання шару розчину.

Під час укладення труб застосовують два способи (рис. 1.22) [25]:

а) змійовик розташовують у формі меандру (рис. 1.22, *а*), в цьому випадку початок змійовика з найвищою температурою влаштовується біля стін з найбільшими втратами тепла;

б) у формі змійовика, подібного до петлі (рис. 1.22, *б*), завдяки чому забезпечується рівномірніший розподіл температури підлоги.

У місцях з більшими тепловими втратами, за наявності великих віконних і дверних прорізів, можна використати невелику крайову зону шириною близько 1 м уздовж зовнішніх стін, де труби прокладають з меншим зазором. Змійовик у крайовій зоні частіше всього є незалежним нагрівальним контуром (рис. 1.22, *в*). У приміщеннях невеликого розміру допускається з'єднання змійовика у крайовій зоні з основним контуром (рис. 1.22, *г*).

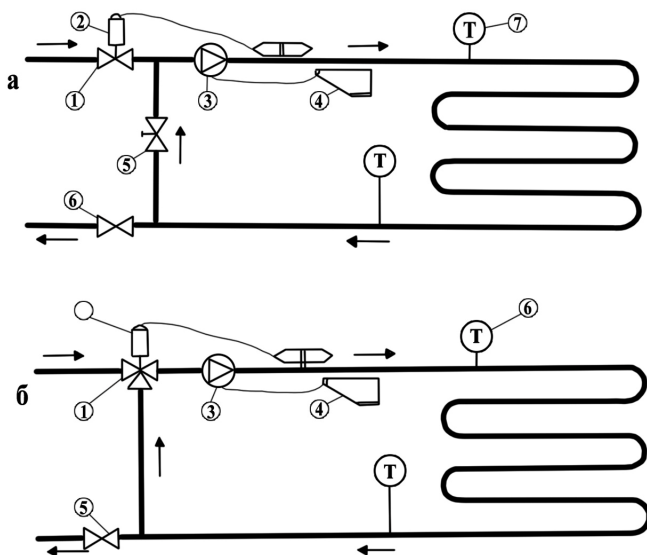


**Рис. 1.22. Схеми укладання труб підлогового опалення:**

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

Температура води, що подається в систему підлогового опалення під час застосування труб KISAN, не повинна перевищувати 55°C. Під час об'єднання підлогового з традиційним високо-температурним опаленням необхідно влаштовувати систему зниження температури води перед подачею у контур теплої підлоги. Принципові схеми сумісних систем представлені на рис. 1.23.

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



**Рис. 1.23. Принципові схеми сумісних систем підлогового і радіаторного опалення:**

- a* – схема з регулювальним клапаном: 1 – термостатичний клапан; 2 – термостатична голівка з датчиком; 3 – циркуляційний насос; 4 – електричний кімнатний трубчастий регулятор; 5 – обхідний регулювальний клапан; 6 – термометр; 7 – термометр; *б* – схема з триходовим клапаном: 1 – термостатичний триходовий клапан; 2 – термостатична голівка з датчиком; 3 – циркуляційний насос; 4 – електричний кімнатний трубчастий регулятор; 5 – кульовий клапан; 6 – термометр

### 1.9.3. Розрахунок системи підлогового опалення

Вихідними даними до розрахунку підлогового опалення є тепловтрати приміщення  $Q$ , в якому влаштовується опалення, а також розміри підлоги приміщення відповідно до архітектурного проекту. Вибирається покриття підлоги і визначається опір теплопередачі: для мармуру, природного каменя (товщиною 25 мм), плитки з ПВХ  $R = 0,02 \text{ м}^{20}\text{C/Вт}$ ; для паркету (товщиною 8–10 мм), панелі для підлоги  $R = 0,05 \text{ м}^{2}\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$ ; для килима (товщиною 5 мм)  $R = 0,09 \text{ м}^{20}\text{C/Вт}$  [25].

Визначається орієнтовна густина теплового потоку на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги,  $\text{Вт/м}^2$

$$q_{op} = \frac{Q}{F}, \quad (1.40)$$

де  $F$  – площа поверхні підлоги для підігріву,  $\text{м}^2$ .

Приймається температура води на вході і виході з контуру підлогового опалення і обчислюється середня різниця температур

$$\Delta t_{cep} = 0,5(t_{ex} + t_{aux}) - t_s \quad (1.41)$$

З додатка 27 вибирається модуль укладання труб  $a$ , для якого  $q = q_{op}$  і крім того, не перевищується допустима температура підлоги.

Модуль укладання труб – це відстань між трубами, яка приймається 0,2; 0,25; 0,3; 0,35 м, а для крайової зони ОД або 0,15 м [25]. Обчислюється тепловіддача 1 п. м змійовика,  $\text{Вт/м}$

$$q_1 = q \cdot a, \quad (1.42)$$

де  $q$  – фактична густина теплового потоку,  $\text{Вт/м}^2$ , визначена з додатка 27. Визначається потрібна довжина змійовика  $l$ , м

$$l = \frac{Q}{q_1}. \quad (1.43)$$

Якщо  $l > 120 \text{ м}$  [25], то змійовик потрібно розділити на декілька контурів, для яких роблять окремі розрахунки з тепла і гідравлічних параметрів. Кількість тепла, яка віддається за допомогою цих змійовиків, обчислюється за формулою:

$$Q_i = Q \frac{F_i}{F}, \quad (1.44)$$

де  $Q_i$  – тепло, що віддається  $i$ -им змійовиком;

$F_i$  – поверхня підлоги, яку займає  $i$ -ий змійовик.

Температура подачі для зв'язаних змійовиків приймається однаковою.

Під час обчислення теплової продуктивності нагрівальних змійовиків приміщень, через які прокладають транзитні теплопроводи,

---

---

тепловтрати цих приміщень приймаються з урахуванням тепла, одержаного від транзитних теплопроводів

$$Q' = Q - Q_{mp} = Q - q_1 l, \quad (1.45)$$

де  $Q_{mp}$  – тепловіддача транзитних ділянок, Вт;

$l_{mp}$  – довжина транзитних ділянок, м.

Витрата води в трубопроводі змійовика визначається за формулою (1.27).

Втрати тиску під час руху води через змійовик визначаються за формулою, Па

$$\Delta p = Rl + \Delta p_M, \quad (1.46)$$

де  $R$  – питомі втрати тиску по довжині змійовика, Па/м, визначаються з додатка 28;

$\Delta p_M$  – втрати тиску в місцевих опорах, Па.

З додатка 28 призначається діаметр трубопроводу і визначається швидкість руху води в трубопроводі.

При розрахунку втрат тиску в місцевих опорах приймається коефіцієнт для коліна  $s = 0,5$ , тоді

$$\Delta p_M = \Delta p_1 \Sigma \zeta, \quad (1.47)$$

де  $\Delta p_1$  – втрати тиску в одному коліні, визначаються з додатка 29 залежно від швидкості руху води.

Якщо сумарні втрати тиску  $\Delta p > 20000 \text{ Па}$  [25], то змійовик потрібно розділити на більш короткі ділянки або збільшити діаметр трубопроводу і повторити розрахунок з тепла й гідравлічних характеристик для кожного з них.

*Приклад 1.* Розрахувати трубопроводи теплої підлоги для кухні загальною площею  $22 \text{ м}^2$ , площею, яку займають шафи, –  $5,7 \text{ м}^2$  та площею для підігріву –  $16,3 \text{ м}^2$ . Температура внутрішнього повітря  $20^\circ\text{C}$ . Тепловтрати приміщення становлять  $850 \text{ Вт}$ .

Приймаємо підлогове покриття – килим товщиною  $5 \text{ мм}$ ,  $R = 0,09 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Орієнтовна густина теплового потоку

$$q_{op} = \frac{850}{16,3} 52,1 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

Приймаємо температури теплоносія: на вході  $45^\circ\text{C}$ , на виході  $35^\circ\text{C}$ . Середня різниця температур:  $\Delta t_{сер} = 0,5(45 + 35) - 20 = 20^\circ\text{C}$ .

З додатка 27, враховуючи максимальну температуру поверхні підлоги житлової зони  $26^\circ\text{C}$ , по  $q_{op}$ ,  $\Delta t_{сер}$  та  $R = 0,09 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  знаходимо модуль укладання труб змійовика  $a = 0,2 \text{ м}$ ,  $q = 68 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , температура поверхні підлоги  $25,8 < 26^\circ\text{C}$ .

Тепловіддача 1 п. м змійовика:  $q_1=68 \cdot 0,2=13,6 \text{ Вт/м}^2$ . Тоді потрібна довжина змійовика буде  $l=850/13,6=62,5 \text{ м} < 120 \text{ м}$ .

На плані (рис. 1.24) викреслюється змійовик у приміщенні і заміряється фактична його довжина, яка дорівнює 62 м.

Визначається витрата води

$$G = \frac{3,6Q}{c(t_{ex} - t_{вих})} = \frac{3,6 \cdot 850}{4,187(45 - 35)} = 73, \text{ кг/год.}$$

З додатка 28 визначається діаметр труб KISAN – 16×2 мм,  $R = 56,1 \text{ Па/м}$ , швидкість – 0,176 м/с.

Обчислюються втрати тиску на тертя

$$\Delta q_m = R \cdot l = 56,1 \cdot 62 = 3478 \text{ Па.}$$

Із рис. 1.26 знаходимо кількість місцевих опорів-колін, яка дорівнює 30. Тоді сума коефіцієнтів місцевих опорів буде:  $\Sigma \zeta = 300,5=15,3$  додатка 29 знаходимо втрати тиску в одному коліні  $\Delta p_i$  залежно від швидкості руху води 0,176 м/с:  $\Delta p_i = 16 \text{ Па}$ , а в контурі  $\Delta p_m = 16 \cdot 15 = 240 \text{ Па}$ .

Тоді сумарні втрати тиску в змійовику становлять  $\Delta p = 3478 + 240 = 3718 \text{ Па} < 20000 \text{ Па}$ , що допустимо.

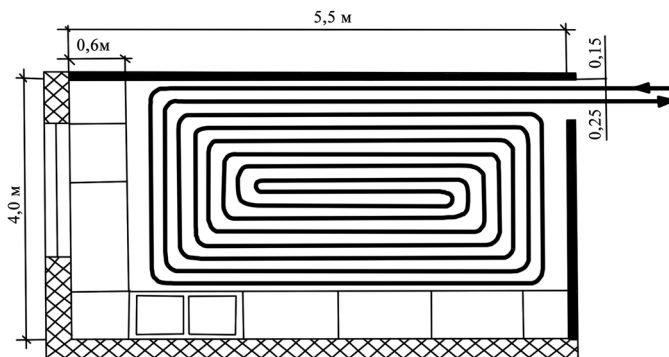


Рис. 1.24. Схема до прикладу 1.1

---

---

## 1.10. СИСТЕМИ ПАРОВОГО ОПАЛЕННЯ

Парові системи опалення поділяють на системи низького тиску – до 70 кПа; високого тиску – 70–600 кПа і вакуум-парові – 5–10 кПа.

У паровій системі опалення пара віддає у повітря приміщень через опалювальні прилади приховану теплоту пароутворення і перетворюється на конденсат. Під час конденсації в опалювальних приладах 1 кг пари приміщення одержує близько 2260 кДж тепла.

Порівняно з системами водяного опалення парове має низку переваг. Завдяки малій густині пара рухається з більшою швидкістю, завдяки чому потрібні менші діаметри теплопроводів, ніж за водяного опалення. Більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінок опалювальних приладів і вища температура пари дозволяють зменшити площу опалювальних приладів приблизно на 25–30%. У парових системах відбувається швидкий прогрів приміщень. Завдяки малій густині пари можна використовувати систему парового опалення для будинків з великою кількістю поверхів.

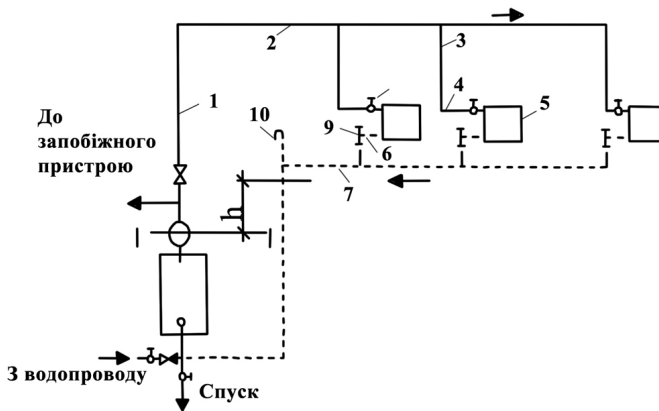
Суттєвими недоліками систем парового опалення є неможливість центрального регулювання температури пари, через що в приміщеннях важко підтримувати сталу температуру, забруднення повітря продуктами розкладення органічного пилу, що відкладається на поверхні опалювальних приладів, великі тепловтрати теплопроводів, інтенсивна корозія теплопроводів і конденсатопроводів внаслідок потрапляння повітря за періодичного відключення системи, шум під час роботи внаслідок гідравлічних ударів, спричинених рухом пари і конденсату в теплопроводах та ін.

У паровій системі опалення є два середовища, що рухаються трубопроводами, – пара і конденсат і два види теплопроводів – теплопроводи і конденсатопроводи. Перші прокладають від джерела пари (котлів чи вводу) до опалювальних приладів, а другі – від опалювальних приладів до котла чи вводу. Рух пари у теплопроводах здійснюється за рахунок різниці тиску пари на початку і в кінці теплопроводу (біля котла чи вводу і опалювального приладу).

Рух конденсату у конденсатопроводах може бути самопливним за рахунок ухилу конденсатопроводів або їх вертикального розташування. Крім систем опалення з самопливним конденсатопроводом (рис. 1.25), можуть застосовуватись системи з перекачуванням конденсату в котел (рис. 1.26). Пара з котла по теплопроводах надходить в опалювальні прилади. У кінці теплопроводу перед



опалювальним приладом установлюються вентиля. Після віддачі тепла в опалювальному приладі пара, перетворившись на конденсат, самопливно по конденсатопроводах повертається в котел. Повітря з опалювальних приладів витискується паром і по конденсатопроводах пересувається разом з конденсатом, а потім видаляється через повітряну трубку (рис. 1.25).



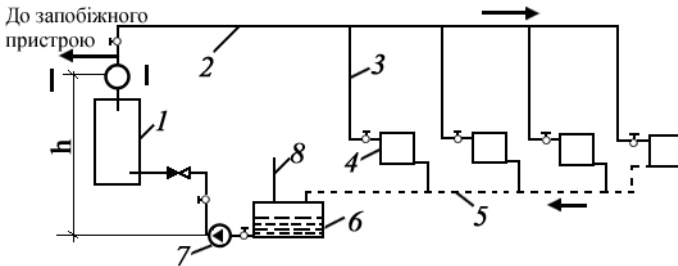
**Рис. 1.25. Схема замкнутої системи парового опалення низького тиску:**  
 1 – головний стояк, 2 – магістральні паропроводи; 3 – парові стояки; 4 – підведення до приладів; 5 – опалювальні прилади; 6 – відведення від приладів;  
 7 – магістральний конденсатопровід; 8 – вентиля; 9 – трійники з корком;  
 10 – повітряна трубка

Пара з котла по паропроводах (рис. 1.26) потрапляє в опалювальні прилади, а конденсат з опалювальних приладів спочатку самопливно по конденсатопроводах стікає в конденсатний бак, звідки насосом перекачується в котел.

Системи з самопливними конденсатопроводами називаються замкнутими, а з перекачуванням конденсату – розімкнутими.

Значні недоліки парового опалення в гігієнічному відношенні обмежують сферу його використання. Парове опалення забороняється застосовувати в житлових будинках, школах, дитячих закладах, лікарнях і у всіх інших будинках, де до мікроклімату в приміщеннях ставляться підвищені вимоги. Проте парове опалення низького тиску може використовуватись для низки цивільних будівель: гімнастичних зал, басейнів, критих стадіонів, ресторанів, кафе, залізничних вокзалів, торговельних центрів, пішохідних переходів тощо. Можна застосову-

вати також парові системи в побутових приміщеннях промислових будівель і в самих промислових будівлях. Парове опалення може використовуватись в якості чергового опалення приміщень.



**Рис. 1.26. Схема розімкнутої системи парового опалення низького тиску:**  
 1 – котел; 2 – парова магістраль; 3 – паровий стояк; 4 – опалювальні прилади;  
 5 – конденсатопровід; 6 – конденсатний бак; 7 – насос; 8 – повітряна трубка

Використання систем високого тиску обмежується тільки промисловими будівлями; вищий початковий тиск пари дозволяє передавати її на значні відстані і радіус дії таких систем суттєво збільшується. Обмеження пов'язані з виділенням пилу на промисловому підприємстві.

Парові системи високого тиску виконують тільки розімкнутими.

Бажання зробити системи парового опалення придатними для житлових будинків призвело до виникнення вакуум-парових систем. Температура пари, отже, й температура поверхні опалювальних приладів у таких системах нижче  $100^{\circ}\text{C}$ . Тиск пари витрачається тільки на подолання опору паропроводів до опалювальних приладів, а рух пари через опалювальні прилади і рух конденсату по конденсатопроводах відбувається за рахунок розрідження (вакууму), що створюється спеціальним повітряним вакуум-насосом.

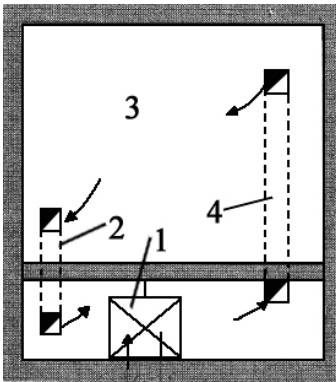
### ***1.11. СИСТЕМИ ПОВІТРЯНОГО ОПАЛЕННЯ***

Під час повітряного опалення в якості теплоносія використовують повітря, нагріте до температури вищої, ніж повітря в приміщенні. Нагріте повітря подається в приміщення і, змішуючись з внутрішнім повітрям, віддає йому ту кількість тепла, яка необхідна для покриття тепловтрат приміщення.

Розрізняють такі системи повітряного опалення: *централізовані, суміщені з вентиляцією, децентралізовані (рециркуляційні)*.

При *централізованій* системі (рис. 1.27) повітря підігрівається в калорифері за допомогою теплоносія – води або пари. У приміщення нагріте повітря надходить по каналах (повітроводах). По каналах (повітроводах) повітря з приміщення повертається до калорифера – така система називається *рециркуляційною*.

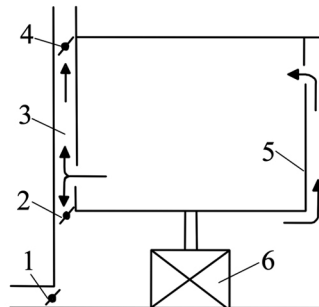
Система повітряного опалення, суміщена з вентиляцією (рис. 1.28), відрізняється від централізованої системи тим, що повітря до калорифера подається не тільки з приміщення, але й ззовні; його кількість диктується вимогами вентиляції.



**Рис. 1.27. Схема централізованої системи повітряного опалення:**

1 – калорифер; 2, 4 – канали;  
3 – приміщення

**Рис. 1.28. Схема системи повітряного опалення, суміщеної з вентиляцією:**  
1, 2, 4 – клапани, 3 – витяжний канал;  
5 – канал для подачі нагрітого повітря; 6 – калорифер



---

---

Для нагріву повітря застосовуються калорифери. Зовнішнє повітря забирається через клапан і по каналах подається в приміщення, яке необхідно опалювати, а по витяжних каналах видаляється з приміщення.

Ця схема передбачає також роботу на рециркуляційному режимі. Для цього закривається клапан 1 і відкривається клапан 2 (рис. 1.28) за одночасного закриття клапану 4.

*Децентралізовані* системи повітряного опалення характеризуються нагрівом повітря, яке забирається з приміщень (тільки рециркуляційний режим) в опалювальних агрегатах. Для одного приміщення може бути встановлено декілька опалювальних агрегатів. Агрегат складається з одного або декількох калориферів, з'єднаних послідовно за рухом води і повітря, вентилятора (осьового або відцентрового та електродвигуна).

У плані приміщень опалювальні агрегати встановлюють через однакові відстані на підлозі цехів або підвішують на колонах.

Опалювальні агрегати можна використовувати в цивільних будинках: школах, дитячих садках, магазинах та ін.

Установка є припливно-витяжною, обладнана пристроями для обробки двох потоків повітря: припливного – фільтром з скловолокном, теплообмінником, вентилятором; витяжного – фільтром і вентилятором. Крім того, устатковується калорифером або охолоджувальною камерою, які входять у комплект установки. Продуктивність установок становить 500–13000 м<sup>3</sup>/год і напір до 1000 Па.

Влаштований в установці теплообмінник дозволяє утилізувати тепло витяжного повітря. Наприклад, при зовнішній температурі – 20°C, теплообмінник, використовуючи витяжне повітря з температурою + 20°C, може прогріти припливне повітря до + 14°C. При цьому вбудована система автоматики дозволяє нагрівати припливне повітря і до вищих температур, наприклад +20°C, при незначному, всього до 15% зниженні об'єму його подачі. Це відбувається тільки за рахунок утилізації тепла повітря, яке видаляється з приміщення, без використання калорифера.

Замість калорифера може устатковуватись охолоджувальною камерою. Агрегатом, устаткованим системою автоматики і контролю, що регулює роботу по 35 параметрах, можна керувати за допомогою мобільного телефону.

---

---

## 1.12. ГАЗОВЕ ОПАЛЕННЯ

Газ порівняно з іншими видами палива має суттєві переваги: високу теплоту згорання, відсутність золи і шлаку, сприятливі умови для автоматизації процесів горіння і транспортування газу по газопроводах на великі відстані, зручністю обслуговування пристроїв для використання газу. Недоліками газоподібного палива є пожежо- та вибухонебезпечність, можливість отруєння людей під час витоків газу з газопроводу. При використанні для опалення будинків газ спалюється в топках парових і водогрійних котлів, опалювальних печах, у газових опалювальних приладах.

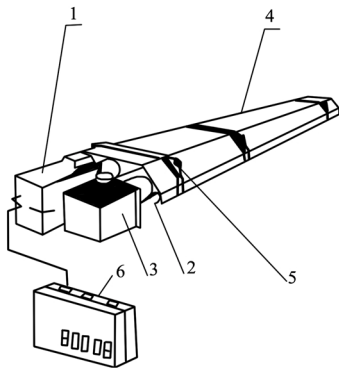
В якості газових опалювальних приладів використовуються прилади променево-конвективного типу і газові інфрачервоні випромінювачі. Ці місцеві прилади мають низку переваг порівняно з системами центрального опалення: малі капітальні затрати і витрату металу, високий ККД (до 80–85%), невелику вартість експлуатації і простоту обслуговування. Теплопередача від газових опалювальних приладів у навколишнє середовище відбувається випромінюванням і конвекцією.

До приладів променево-конвективного типу відносяться газовий повітрянагрівач, газовий конвектор, опалювальний газовий камін та ін. Газовий повітрянагрівач “Огонёк” призначений для опалення приміщень до 20 м<sup>2</sup>. Прилад устатковується біля зовнішньої стіни під вікном. Подача повітря до пальників і відведення продуктів згорання здійснюються через спеціальний канал у зовнішній стіні приміщення. Прилад складається з чавунного ребристого теплообмінника, в нижній частині якого розташований трубчастий ежекційний пальник низького тиску. Повітрянагрівач устаткований автоматикою безпеки і регулювання.

Прикладом газового інфрачервоного випромінювача може бути “HELIOS”, який використовується для обігріву приміщень великого об’єму: виробничих цехів, спортивних і конференц-залів, складів, авіаційних ангарів, станцій технічного обслуговування автомобілів та ін. Інфрачервоні випромінювачі типів HELIOS 10 U, HELIOS 20 U – HELIOS 50 TI мають потужність 12,1–49,8 кВт, споживання газу – 1,26–5,02 м<sup>3</sup>/ год.

Підвісні панелі з обігрівачами виробляють теплові інфрачервоні промені. Ці промені, потрапляючи на тіла, частково відбиваються, а частково поглинаються, перетворюючись на тепло. Спеціально знижуючи температуру в приміщенні на 3–5°C, необхідний тепловий

клімат досягається теплом, яке випромінює обігрівач. Оскільки зниження температури на 1°C дає економію енергії близько 7%, тобто в цьому випадку досягається економія 20–30%.



**Рис. 1.29. Схема інфрачервоного випромінювача “HELIOS”:**

- 1 – пальник з автоматичним керуванням;
- 2 – U-подібна нагрівальна трубка;
- 3 – витяжний вентилятор;
- 4 – рефлектор;
- 5 – підвісне обладнання;
- 6 – панель керування

Конструкція інфрачервоного випромінювача “HELIOS” показана на рис. 1.29. Випромінювач устаткований коробкою пальника з закритою камерою згоряння, яка керується електронікою; U-подібною нагрівальною трубкою, виготовленою з жароміцного антикорозійного металу; рефлектором, форма якого забезпечує оптимальний розподіл тепла в приміщенні, виготовленим з нержавіючої бляхи; витяжним вентилятором для відведення продуктів згоряння та іншими пристроями.

До основних переваг електричного опалення відносяться добре керування, висока ступінь автоматизації

процесу, відсутність продуктів згоряння й забруднення атмосфери, висока транспортабельність електроенергії, простота і швидкість монтажу електропроводки до опалювальних приладів, високий ККД.

Основні недоліки електричного опалення: висока відпускна вартість електроенергії, пожежонебезпечність, висока температура відкритих витків проводу.

Електричне опалення допускається використовувати в лікувальних закладах, спортивних спорудах, вокзалах, аеропортах та інших будівлях. У деяких випадках електричне опалення є особливо раціональним (автобуси, літаки, електропотяги) або єдино можливим (в умовах Арктики).

Принцип дії електричних опалювальних приладів ґрунтується на законі Джоуля-Ленца, який характеризує теплову дію електричного струму. В якості матеріалу для провідників у приладах часто застосовують ніхром і константан у вигляді спіралі. Електроопалювальні прилади поділяють на високотемпературні з температурою нагрівальних поверхонь понад 70°C і низькотемпературні (25–70°C). До першої

---

---

групи відносять електрорадіатори (металеві з заповненням маслом, рефлектори, електрокаміни тощо. До другої групи – низькотемпературні опалювальні панелі, виконані з вогнетривкого матеріалу, в масив якого закладається нагрівальний електричний кабель (кабель закладається в різні конструкції будинку: підлогу, стелю, перегородки та ін.) або панельні прилади з струмопровідної гуми.

Електричні опалювальні прилади використовуються в житлових будинках в якості додаткового джерела тепла. Наприклад, так звані тепловентилятори дозволяють швидко обігріти приміщення завдяки примусовій циркуляції повітря. Вони також можуть бути корисними для осушування і нагріву повітря у ванних кімнатах, де завжди сиро і прохолодно, та й плитка на стінах і підлозі завжди буде сухою, і пральна машина буде у безпеці. Сучасні електроопалювальні прилади компактні, елегантні і не тільки обігрівають, але й прикрашають помешкання.

---

---

## 2. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

### 2.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

В умовах незалежності України, інтенсивного розвитку виробництва, надходження на ринок сучасного вентиляційного обладнання з-за кордону відбувся поштовх у розвитку економічних і прогресивних способів створення та підтримання нормованих параметрів повітряного середовища приміщень громадських будівель і споруд.

**Вентиляція** – це забезпечення мікроклімату та чистоти повітря, що відповідає санітарно-гігієнічним і технологічним вимогам, а також створення необхідного повітрообміну. Це і є внутрішнім завданням вентиляції. Зовнішнє завдання вентиляції полягає у вирішенні питання захисту повітряного басейну від забруднення шкідливими викидами з використанням при цьому нових ефективних технічних засобів. Правильне використання досконалих технічних засобів у галузі вентиляції забезпечує збереження здоров'я людей, підвищення якості продукції і необхідний перебіг технологічних процесів, збереження придатності споруд, художніх та історичних цінностей.

Вперше згадка про природну вентиляцію зустрічається в опису улаштування терм (лазні) з отвором у верхній точці споруди, де регулювання кількості витяжного повітря проводилося за допомогою мідного щита, положення якого на отворі змінювало площу живого поперечного перерізу для виходу вентиляційного витяжного повітря.

Гірничодобувна справа дала поштовх розвитку вентиляційної техніки для подачі свіжого зовнішнього повітря у глибокі штреки шахт. Праці видатного вченого М. В. Ломоносова відіграли важливу роль у становленні і розвитку вентиляції та вентиляційної техніки. У трактаті, написаному в 1763 році, “О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном” теоретично обґрунтовано теорію розрахунку природної вентиляції, що лягло в основу розробки методики розрахунку, яка застосовується і в наш час. М. В. Ломоносов запропонував для вимірювання швидкості повітряного потоку прилад – анемометр, для вимірювання тиску – барометр.

У результаті антропогенної діяльності людини, людини як джерела забруднення довкілля за її біологічної активності, а також перебігу технологічних процесів, у приміщення надходить забруднене повітря, непридатне до використання. Надходження шкідливих речовин у вигляді *теплоти, отруйних газів, вологи і пилу* призводить



---

---

до зміни хімічного складу і фізичного стану повітря, що несприятливо відображається на самопочутті і стані здоров'я людини.

Головним завданням вентиляції є створення і підтримування нормованих параметрів та чистоти повітряного середовища. Виходячи з цього, до вентиляції ставляться як *санітарно-гігієнічні*, так і *технологічні вимоги*.

Під *вентиляцією* розуміють сукупність заходів та обладнання, які забезпечують розрахунковий повітрообмін у житлових, громадських приміщеннях і промислових спорудах для дотримання санітарно-гігієнічних і технологічних вимог. *Вентиляція* – це слово латинського походження – *ventilatio*, і в перекладі означає провітрювання.

*Санітарно-гігієнічне призначення вентиляції* полягає у створенні та підтримуванні в приміщенні стану повітряного середовища, який задовольняє вимоги санітарних та будівельних норм проектування будівель і споруд різного призначення шляхом поглинання (асиміляції) надлишків теплоти та вологи припливним повітрям, розбавленням ним до гранично допустимої концентрації (ГДК) газоподібних шкідливих домішок, а також видалення пилу та інших шкідливих домішок з повітрям, що видаляється за межі приміщення.

*Технологічні вимоги до вентиляції* вирішують проблему чистоти та забезпечення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у приміщенні для можливості перебігу технологічних процесів. Наприклад, надвисока чистота повітря необхідна у приміщеннях радіоелектронної та радіотехнічної галузей, відносна вологість потрібна для отримання нитки без поривів та сукання у текстильній промисловості тощо.

Теплота і різні домішки, які надходять у приміщення, роблять повітря непридатним або незадовільним з точки зору гігієни людини або технології виробництва, називаються *шкідливими*. В умовах виробництва на самопочуття людини та продуктивність праці впливають фактори, які залежать від технологічних процесів і характеру виконаної роботи. Ці фактори називаються *професійними шкідливостями (шкідливими викидами)*.

У процесі роботи, а також біологічної діяльності, організм людини виділяє приховану теплоту з повітрям, що видихається, за рахунок випаровування рідини з поверхні шкіри та явної теплоти шляхом конвекції. Тому людина під час вирішення питань вентиляції також розглядається як джерело шкідливих виділень. Кількість

теплоти, що виділяється людиною, залежить від характеру роботи, яку вона виконує, та метеорологічних умов у приміщенні. Під час виконання людиною різних категорій фізичної роботи кількість теплоти, що виділяється при цьому, – різна (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Категорія, виконуваної роботи людиною, та кількість теплоти, що виділяється при цьому**

Категорія роботи	Кількість теплоти, що виділяється, Вт	Характеристика роботи
Легка	До 175	Робота, що виконується сидячи чи пов'язана з ходьбою, але не пов'язана з напругою і перенесенням тяжких речей
Помірна (середньої тяжкості)	175–290	Робота, пов'язана з постійним переміщенням, перенесенням вантажів до 10 кг, а також виконувана стоячи
Важка	Більше 290	Робота, пов'язана з постійною фізичною напругою, переміщенням і перенесенням вантажів більше 10 кг

Теплове самопочуття людини є результатом взаємодії двох процесів – зовнішнього теплообміну тіла людини з середовищем приміщення та внутрішнього виробництва теплоти. Здатність організму людини адаптуватись (звикати) до теплових умов приміщення називається *терморегулюванням*.

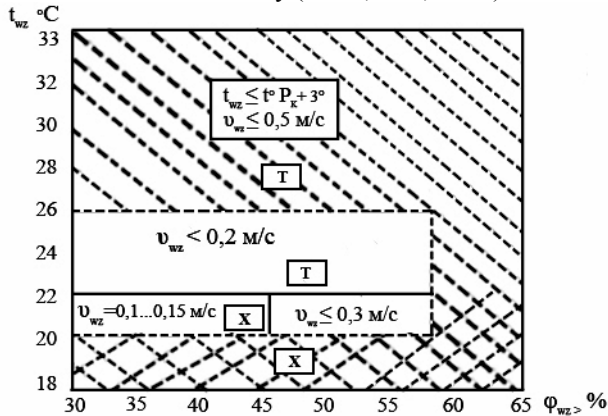
Певне співвідношення показників параметрів повітряного середовища приміщень у робочій зоні (температура  $t_w$ , рухомість повітря  $u_{wz}$ , відносна вологість  $j_{wz}$ ) регламентує теплове самопочуття людини як оптимальне або допустиме. Відповідно до санітарних норм [10;40] оптимальне або допустиме співвідношення параметрів відображається номограмою (рис. 2.1). Відповідність метеорологічних умов санітарно-гігієнічним вимогам оцінюється сукупністю сумарної дії на організм людини стану повітряного середовища виходячи з теплового комфорту, який характеризується трьома зонами: найкомфортніших відчуттів, перегріву та переохолодження.

В умовах виробництва, крім теплоти, в атмосферу приміщень надходять волога (водяна пара), пил, гази та пара шкідливих речовин.

Волога надходить у повітря приміщень від технологічних процесів, пов'язаних з водою (промивання виробів у водяних ваннах, під

час вологого прибирання тощо), а також від людей як джерел шкідливостей. Збільшення вологості у приміщеннях призводить до погіршення самопочуття людини.

Гази та пара шкідливих речовин надходять у повітря приміщень за технологічних процесів, під час дихання людини та випаровування з поверхні тіла організму. Фізіологічна дія різних газів та пару залежить від їх токсичності, концентрації у повітрі, а також від часу перебування людини у забрудненій атмосфері. Концентрація шкідливої речовини – це її маса в одиниці об'єму ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $\text{кг}/\text{м}^3$ ).



**Рис. 2.1.** Области оптимальних і допустимих параметрів повітря у житлових і громадських будівлях для теплового (Т) та холодного (Х) періодів року (заштриховано – для допустимих параметрів, незаштриховано – для оптимальних)

До окремої групи шкідливостей відноситься пил, який є матеріальною системою малих частинок твердої чи рідкої речовин. Пил утворюється під час помолу, дроблення, стирання чи механічної обробки поверхонь тощо. За походженням пил буває органічним, неорганічним або змішаним. Запиленість вимірюється масою пилу в одиниці об'єму ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), або кількістю частинок у  $1 \text{ м}^3$  повітря.

Відповідно до п. 2.14 [37] параметри зовнішнього повітря для житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень треба приймати:

- параметри А – для систем вентиляції в теплий період року;
- параметри Б – для систем вентиляції в холодний період року.

Для систем вентиляції, які не використовуються з 13 до 16 години,

---

---

параметри зовнішнього повітря для теплого періоду року допускається приймати нижчими від вказаних у п. 2.14 [37].

Параметри зовнішнього повітря для перехідних умов року (п. 2,14 [37]) необхідно приймати: для систем вентиляції – температуру + 8°C і питому ентальпію +22,5 кДж/кг; для систем вентиляції допускається приймати параметри, які визначаються в межах використання не підігрітого зовнішнього повітря для подачі.

Сукупність температури внутрішнього повітря  $t_v$ , радіаційної температури приміщення  $t_R$ , відносної вологості повітря  $j$  та рухомості повітря  $u_v$ , яка забезпечує найкраще самопочуття та найвищу працездатність людини, називається *комфортними умовами*.

Санітарні норми [34] розрізняють *оптимальні параметри* у приміщеннях, які повинні бути забезпечені автоматичним регулюванням вентиляційних систем, та *допустимі параметри* у приміщеннях, які повинні бути забезпечені вентиляційними системами без автоматичного регулювання.

*Оптимальні параметри* повітря – це сукупність найсприятливіших умов для найкращого самопочуття людини, правильного протікання технологічних процесів, збереження цінностей культури. Стосовно людини оптимальні параметри повітря забезпечують збереження та підтримання нормального і функціонального теплового стану організму без напруження реакції терморегулювання, відчуття теплового комфорту і високого рівня працездатності.

*Допустимі* – це таке поєднання параметрів повітря, коли за тривалої і систематичної дії на людину можуть викликати короточасні, але швидко нормалізуючі зміни функціонального і теплового стану організму, що не виходять за межі фізіологічних можливостей людини. При цьому не виникають порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Необхідні умови (параметри) повинні бути забезпечені в робочій зоні приміщення. *Робоча зона приміщення* – це умовний об'єм приміщення, обмежений площиною підлоги, зовнішніми та внутрішніми огорожами та умовною площиною на рівні двох метрів під час стоячої роботи або на рівні півтора метра під час сидячої роботи.

Метеорологічні умови в межах допустимих норм необхідно приймати в робочій зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень (табл. 2.2).

Відповідно до санітарних норм [34], стан повітряного середовища у приміщенні характеризується концентрацією шкідливих

речовин у повітрі. Цими ж нормами передбачено також *гранично допустимі концентрації* (ГДК) газів, пари та пилу у повітрі робочої зони приміщень різного призначення, а також у атмосферному повітрі населених пунктів.

*Гранично допустима концентрація* – це вміст у повітрі такої кількості шкідливих речовин, яка під час дії на людину кожен день протягом необмеженого часу не викличе у її організмі яких-небудь патологічних відхилень або захворювань чи у наступних поколіннях.

Таблиця 2.2

**Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень (норми для людей, які знаходяться у приміщенні більше двох годин безперервно) [37, дод. 1]**

Період року	Температура повітря, С	Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Теплий	Не більше 3 °С вище від температури зовнішнього повітря (параметри А)*	65***	0,5
Холодний та перехідний	18**–22	65	0,2

**Примітки:** \* Але не більше 28°C для громадських та адміністративно-побутових приміщень з постійним перебуванням людей та не більше 33°C для вказаних будівель, розташованих у районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря (параметри А) 25°C та вище.

\*\* Не нижче 14°C для громадських та адміністративно-побутових приміщень з перебуванням людей у вуличному одязі.

\*\*\* Допускається приймати до 75% у районах з розрахунковою відносною вологістю повітря більше 75% (параметри А).

---

---

## 2.2. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Вентиляція призначена для створення та підтримання допустимих параметрів повітря у приміщеннях будівель різного призначення. При виборі методів дотримання допустимих параметрів повітря у приміщенні треба насамперед враховувати виконання санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

Крім цього, до вентиляційних систем, які вирішують завдання вентиляції, висувають *будівельно-монтажні, архітектурні та експлуатаційні вимоги*.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають:

- мінімальну потребу в обладнанні і устаткуванні, що диктується малою масою та габаритними розмірами;
- ув'язку елементів систем вентиляції з інтер'єром приміщень;
- індустріальність і простоту монтажування;
- можливість поетапного і блокового будівництва та введення в експлуатацію вентиляційних систем на окремих поверхах і в приміщеннях, які обслуговуються одними системами;
- пожежну безпеку і наявність засобів для попередження розповсюдження диму та вогню вентиляційними повітропроводами і каналами.

Основні експлуатаційні вимоги включають:

- зручність і простоту в обслуговуванні та під час виконання робіт з ремонту і реконструкції систем;
- можливість забезпечення індивідуального регулювання температурно-вологісного режиму повітря в окремому приміщенні;
- максимальну за часом роботу вентиляційних систем у автоматичному режимі та мінімальну потребу в їх обслуговуванні та ремонті;
- централізацію розташування основного вентиляційного обладнання і устаткування, які потребують обслуговування;
- обов'язкове блокування основного та резервного вентиляторів вентиляційної системи, що дає можливість при зупинці одного з них автоматично вмикати другий з продуктивністю не менше 50% загальної продуктивності системи по повітрю.

*Вентиляційна система* – це сукупність пристроїв для обробки, транспортування, подачі та видалення повітря. Системи вентиляції розділяють *за призначенням на:*

---

---

• припливні, які подають повітря у приміщення, та витяжні, які виводять відпрацьоване (забруднене) повітря із приміщення та викидають назовні. Крім цього, ці вентиляційні системи можуть бути:

✓ загальнообмінні, коли вентиляється (провітрюється) все приміщення (або його робоча зона) за наявності розосереджених джерел шкідливих виділень рівномірно по площі приміщення;

✓ місцеві, коли видаляється повітря безпосередньо від обладнання (джерела шкідливих виділень) або подається повітря у яку-небудь визначену частину приміщення, чи на фіксоване робоче місце. Необхідно зазначити, що місцева витяжна вентиляційна система ефективніша у боротьбі зі шкідливостями, що надходять у повітря порівняно із загальнообмінною, тому що її видалення від місця утворення відбувається з більшою концентрацією.

За способом спонукання системи вентиляції поділяють на:

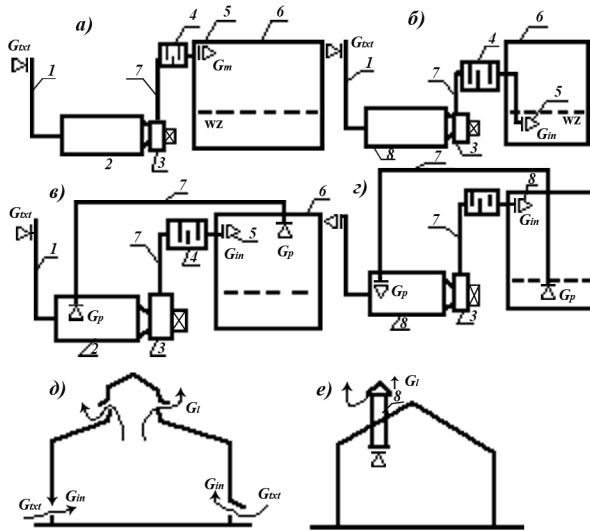
• системи з механічним спонуканням, тобто з використанням вентиляторів, ежекторів тощо;

• системи з природним спонуканням, тобто з використанням природних сил – вітру та гравітації.

При цьому раніше розглянуті системи можуть бути *каналними* – під час вентиляції приміщень через розгалужену систему каналів чи повітропроводів, або *безканалними* – під час використання для вентиляції приміщень прорізів у зовнішніх огорожах. Використовуючи зведену класифікацію вентиляційних систем, можна відобразити певний перелік варіантів систем вентиляції (рис. 2.2).

*Аварійна вентиляція*, як правило, передбачається для виробничих приміщень, в яких можливе раптове надходження великої кількості шкідливостей або горючих газів, пари чи аерозолі, керуючись вимогами технологічної частини проекту. Витрата повітря аварійної вентиляції приймається з даних технологічної частини проекту. Проектування аварійних систем вентиляції залежить від категорії вибухової та пожежної небезпеки виробництва: А та Б – вибухопожежонебезпечні; В, Г та Д – пожежонебезпечні. Під час розв'язання задач вентиляції необхідно врахувати категорійність приміщень за вибухопожежною і пожежною безпекою.

Категорії вибухопожежної і пожежної небезпеки приміщень та будівель визначаються для найбільш несприятливого у відношенні можливості виникнення пожежі або вибуху періоду.



**Рис. 2.2. Схеми припливних і витяжних систем вентиляції:**

*a* – прямоприпливна канална з механічним спонуканням та подачею у верхню зону приміщення; *б* – прямоприпливна канална з механічним спонуканням та подачею повітря у робочу зону; *в* – припливна канална з механічним спонуканням подачею повітря у верхню зону та відбором повітря з верхньої зони на рециркуляцію; *г* – те саме, що й система *б*, але з відбором повітря на рециркуляцію з робочої зони; *д* – припливновитяжна загальнообмінна безканална з природним спонуканням (аерація); *е* – витяжна загальнообмінна канална з природним спонуканням; 1 – повітрязабірна шахта; 2 – припливна камера; 3 – вентилятор з електродвигуном; 4 – глушник шуму; 5 – повітро-розподільник; 6 – приміщення; 7 – мережа повітропроводів; 8 – вентиляційний канал

*Повітряний режим будівлі (споруди)* включає процеси руху повітря всередині приміщення, через зовнішні огорожувальні конструкції (*інфільтрація та ексфільтрація*), рух повітря припливного й витяжного каналами і повітропроводами, а також обтікання споруд вітром. Повітряний режим будівлі тісно пов'язаний з тепловим і вологісним режимами.

Існують три задачі повітряного режиму будівлі: внутрішня, крапова (кінцева) та зовнішня. *Внутрішня задача* повітряного режиму будівлі вирішує такі питання:

- розрахунок необхідного повітрообміну у приміщенні. *Повітрообмін* – це кількість повітря, яку необхідно подати або видалити з



---

---

приміщення для підтримки нормованих параметрів внутрішнього повітряного середовища, а також його чистоти;

- визначення параметрів внутрішнього повітря (температури, відносної вологості, швидкості руху і вмісту шкідливих речовин) та розподілу їх по об'єму приміщення за різних варіантів подачі й видалення повітря. Визначення оптимальних варіантів подачі й видалення повітря;

- визначення параметрів повітря у струминних течіях, які утворюються при дії припливної вентиляції;

- розрахунок кількості шкідливих виділень, які надходять у приміщення з-під місцевих відсмоктувачів;

- створення нормальних умов на робочих місцях або в окремих частинах приміщень.

*Кранова (кінцева) задача* повітряного режиму будівлі вирішує такі питання:

- визначення кількості повітря, яке проходить через зовнішні огорожувальні конструкції, що призводить до втрат теплоти з нагрітим повітрям, яке проходить через нещільності назовні, а також на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке надходить через нещільності в огорожах у приміщення;

- розрахунок аерації, кінцевою метою якого є визначення площ припливних і витяжних аераційних отворів за відомого повітрообміну;

- аеродинамічний розрахунок повітропроводів вентиляційних систем, каналів, шахт, а також вибір окремих елементів систем (фільтрів, калориферів, охолоджувачів, вентиляторів тощо);

- розробка заходів, направлених на захист приміщень від проривання зовнішнього холодного повітря, на запобігання перетікання забрудненого повітря з технологічно брудних у технологічно чисті приміщення (наприклад, гарячий цех для приготування страви і обідній зал, туалетні кімнати і суміжні коридори тощо).

*Зовнішня задача* повітряного режиму будівлі вирішує такі питання:

- розрахунок різниці тисків на внутрішній і зовнішній сторонах огорожі будівлі, яка виникає за рахунок дії сили вітру і гравітаційної сили;

- розрахунок розсіювання шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу, і розробка заходів, у результаті здійснення яких знижується негативна антропогенна дія на природу;

- встановлення місць улаштування повітрязабірних шахт припливних вентиляційних систем залежно від аеродинаміки будівель;
- розрахунок і прогнозування забруднення атмосфери шкідливими викидами з урахуванням розширення існуючих потужностей виробництв.

### 2.3. ОСНОВНІ ШКІДЛИВІ ВИДІЛЕННЯ У ПРИМІЩЕННЯ

*Основне призначення вентиляції – це боротьба зі шкідливими виділеннями, які надходять у приміщення. Головними шкідливостями, які забруднюють робочу зону, є надлишкова теплота, волога у вигляді водяної пари, гази та пил. У приміщеннях житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель існує, як правило, надлишкова теплота, волога і вуглекислий газ.*

Розглядаючи теплий період року як розрахунковий, під час розв'язуванні задач вентиляції вважають, що у приміщення надходить, теплота, яка називається *теплонадходженнями*. Джерелами теплонадходжень є люди, сонячна радіація або штучне освітлення, а також, за наявності, технологічне обладнання.

*Теплота, яка надходить у приміщення шляхом конвекції та випромінювання, називається явною, а у вигляді пари при видиханні людиною повітря і при випаровуванні з поверхні тіла людини поту, а також з відкритих водяних поверхонь називається прихованою теплою.* Сума теплонадходжень називається *теплонадлишками*.

У холодний період року, крім теплонадходжень, у приміщенні є також тепловтрати, основними складовими яких є:

- через зовнішні огорожі (стіни, вікна, вхідні двері, перекриття дахові та над підвалинами);
- на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке надходить у приміщення через нещільності у зовнішніх огорожах (інфільтраційне повітря);
- на нагрівання холодних матеріалів, транспорту, машин і механізмів, які надходять у приміщення;
- на випаровування води й інших рідких речовин з поверхні мокрої підлоги, ванни тощо.

Різниця теплонадходжень  $Q_{над}$ , Вт, та тепловтрат  $Q_{втр}$ , Вт, визначає *теплонадлишки* явної  $\Delta Q_{hf}$  теплоти або *теплонедостачу* –  $\Delta Q$  чи  $\Delta Q_{hf}$ .

За кількістю теплонадлишків, які трансформуються у *теплонапруженість об'єму приміщення*, роблять висновок про належність

---

---

приміщення до "холодного" типу (при теплонапруженості менше  $23 \text{ Вт/м}^3$ ) чи до "гарячого" типу (при теплонапруженості, яка більша чи дорівнює  $23 \text{ Вт/м}^3$ ). Якщо в холодний період року приміщення має теплонедостачу ( $-\Delta Q$ ), то системи вентиляції виконують одночасно роль повітряного опалення.

*Вологовиділення  $W$*  – це кількість водяної пари, яка надходить у приміщення. Джерелами вологовиділень житлових і громадських будівель є люди, обладнання підприємств громадського харчування (ресторани, їдальні, кафе тощо), гаряча страва. У комунально-побутових будівлях волога надходить переважно з відкритих поверхонь води, зволоженої поверхні підлоги і обладнання тощо. У цих випадках завданням вентиляції є видалення з приміщень вологи.

*Виділення шкідливостей* у вигляді парів (вуглекислий газ під час дихання людини тощо) та пилу ( $m_{po}$ ) різноманітні за складом та кількістю. Наведені шкідливі виділення є складовими балансних рівнянь для розрахунків повітрообмінів приміщень.

#### **2.4. ПОВІТРООБМІН У ПРИМІЩЕННІ**

*Повітрообмін* визначають шляхом розв'язання системи двох рівнянь з двома невідомими: рівняння балансу повітря в приміщенні і шкідливих виділень (теплоти, вологи, шкідливих речовин). Невідомими під час розв'язування є продуктивність загальнообмінної та витяжної вентиляції. *Повітрообміни* прийнято називати за типом шкідливостей, для боротьби з якими вони призначені. Існують такі повітрообміни:

- на асиміляцію явної теплоти;
- на асиміляцію повної теплоти;
- на видалення вологи;
- на розбавлення шкідливих речовин, які надходять у приміщення, до ГДК;
- повітрообмін за санітарними нормами;
- за нормативною кратністю;
- на компенсацію місцевого видалення.

Існує розуміння *розрахункового повітрообміну*, який відповідає максимальному (найбільшому) значенню продуктивності з можливих типів повітрообмінів. Цей повітрообмін покладено в основу розрахунку систем вентиляції.

---

---

Важливим питанням під час визначення повітрообмінів є застосування їх типів і вентиляційних систем, тобто використання прямопливних систем і систем з рециркуляцією повітря.

*Рециркуляція повітря* – це повторне використання відпрацьованого повітря (нагрітого) з метою економії теплоенергетичних ресурсів для підігрівання зовнішнього холодного припливного повітря. Рециркуляцію повітря треба передбачати, як правило, зі змінною витратою залежно від зміни параметрів зовнішнього повітря. Рециркуляція повітря використовується в холодний період року.

Рециркуляція повітря *не допускається*:

а) із приміщень, в яких максимальна витрата зовнішнього повітря визначається масою шкідливих речовин 1-го та 2-го класу небезпечності, які надходять у приміщення;

б) із приміщень, у повітрі яких є хвороботворні бактерії та грибки з концентраціями, які перевищують норми Міністерства охорони здоров'я України, або ті, які мають різко виражені неприємні запахи;

в) із приміщень, у яких є шкідливі речовини, що зазнають термічну деструкцію при контакті з нагрітими поверхнями повітронагрівачів (калориферів), якщо перед ними не передбачене очищення повітря;

г) із приміщень категорій А та Б (крім повітряних і повітряно-теплових завіс біля зовнішніх воріт і дверей);

д) із п'ятиметрових зон навколо обладнання, розташованого у приміщеннях категорій В, Г та Д, якщо у цих зонах можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші з горючих газів, пари, аерозолів з повітрям;

є) із систем місцевих відсмоктувачів шкідливих речовин і пожежонебезпечних сумішей з повітрям;

ж) із тамбурів-шлюзів.

Розрахункові параметри температури зовнішнього і внутрішнього повітря приміщень приймаються відповідно до матеріалу розділу 8.1. Температура припливного повітря  $t_{in}^{ТП}$ , °С, яке подається системами вентиляції зі штучним спонуканням в теплий період року, визначається згідно з [37] за формулою

$$t_{in}^{ТП} = t_{ext\ A}^{ТП} + 0,001p, \quad (2.1)$$

де  $p$  – повний тиск вентилятора припливної системи, Па.

На попередній стадії проектування вентиляції, коли ще не запроєктовані системи, температуру припливного повітря в теплий

період року треба приймати для відомого географічного пункту проектування об'єкта.

Температура повітря, яке видаляється з верхньої зони приміщень громадських будівель з теплонадлишками, може бути визначена за формулою

$$t_l = t_{wz} + grad\ t(H - h_{wz}), \quad (2.2)$$

де  $t_{wz}$  – температура повітря в робочій зоні, °С;

$grad\ t$  – підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони, °С/м;

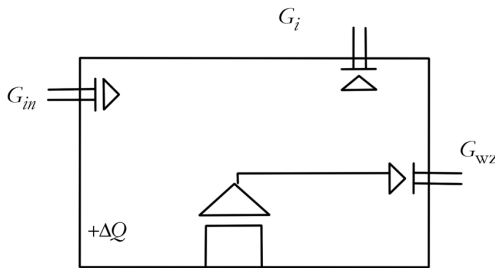
$H$  – висота приміщення в чистоті, м;

$h_{wz}$  – висота робочої зони, м.

Для визначення температури повітря, яке видаляється з верхньої зони промислових будівель, зазвичай, використовують емпіричні дані у вигляді коефіцієнта  $m$ , який визначається залежністю (8.45).

$$m = \frac{t_{wz} - t_{in}}{t_l - t_{in}}, \quad (2.3)$$

звідси 
$$t_l = t_{in} + \frac{t_{wz} - t_{in}}{m}. \quad (2.4)$$



**Рис. 2.3. Схема організації повітрообміну**

Повітрообмін за надлишками явної теплоти для теплого періоду року для приміщення (рис. 2.3), коли відомим є надлишок явної теплоти  $\Delta Q$ , Вт, визначається під час розв'язування системи балансних рівнянь: теплового балансу приміщення в розгорнутому вигляді та балансу мас вентиляційного повітря, яка має вигляд:

$$\begin{cases} G_{in} \cdot c \cdot t_{in} + 3,6 \cdot \Delta Q = G_l \cdot c \cdot t_l + G_{wz} \cdot c \cdot t_{wz} \\ G_{in} = G_l + G_{wz}, \end{cases} \quad (2.5)$$

де  $G_{in}$ ,  $G_l$ ,  $G_{wz}$  – кількість повітря, кг/год, відповідно, припливної і витяжної загальнообмінних та витяжної місцевої систем вентиляції.

Підставивши у рівняння (2.5) величину  $G_{in}$  рівняння (2.6), визначається продуктивність загальнообмінної витяжної вентиляції залежністю

$$G_l = \frac{3,6 \cdot \Delta Q - G_{w,z} \cdot c \cdot (t_{w,z} - t_{in})}{c \cdot (t_l - t_{in})}, \quad (2.7)$$

де  $c$  – питома теплоємність вологого повітря, кДж/кг<sup>0</sup>С.

Повітрообмін за надлишками повної теплоти для теплого періоду року розраховують за формулою

$$G_l = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf} - G_{w,z} \cdot (I_{w,z} - I_{in})}{(I_i - I_{in})}. \quad (2.8)$$

Кількість повітря,  $G_{lpo}$ , кг/г, яку необхідно видалити загальнообмінною вентиляцією, для створення нормованої чистоти повітря в робочій зоні, визначається за формулою

$$G_{lpo} = \frac{m_{po} - G_{w,z} \cdot \left( \frac{q_{w,z}}{\rho_{w,z}} - \frac{q_{in}}{\rho_{in}} \right)}{\left( \frac{q_l}{\rho_l} - \frac{q_{in}}{\rho_{in}} \right)}, \quad (2.9)$$

де  $m_{po}$  – витрата шкідливої або вибухонебезпечної речовини, яка надходить у приміщення, мг/год;

$q_{w,z}$ ,  $q_l$  – концентрація шкідливої або вибухонебезпечної речовини в повітрі, яке видаляється з робочої та верхньої зони відповідно, мг/м<sup>3</sup>;

$q_{in}$  – концентрація шкідливої або вибухонебезпечної речовини у повітрі, яке подається у приміщення, мг/м<sup>3</sup>.

Для протікання нормальних біологічних процесів в організмі людини необхідна певна мінімальна кількість зовнішнього свіжого повітря, яка обґрунтовується медициною як санітарна норма повітря на одну людину  $G_{сн}$ , кг/год. Значення санітарних норм повітря регламентуються у відповідних будівельних нормах і правилах (БНіП), де розглядаються ці питання. Для глядачів та відвідувачів клубів, театрів і кінотеатрів санітарна норма повітря становить  $G_{сн}=25$  кг/год на одну людину.

Повітрообмін за санітарними нормами визначається формулою

$$G_{inCH} = G_{сн} \cdot n, \quad (2.10)$$

де  $n$  – кількість людей.

---

---

Для оцінки інтенсивності повітрообміну у приміщенні використовується питома характеристика, яка називається *кратністю повітрообміну*, і визначається залежністю

$$K_{P_{in,l}} = \frac{L_{in,l}}{V}, \quad (2.11)$$

де  $L_{in,l}$  – кількість повітря, відповідно, припливного або того, що видаляється, м<sup>3</sup>/год;

$V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

*Кратністю повітрообміну* називається відношення об'єму повітря, який подається або видаляється з приміщення протягом години, до об'єму приміщення. Ця величина часто використовується також для оцінки правильності розрахунку повітрообміну у приміщенні. Як правило, нормативна кратність використовується для розрахунку повітрообмінів у приміщеннях з надлишками в основному вуглекислого газу і теплоти.

Повітрообмін приміщення за нормативною кратністю на подачу або видалення повітря  $G_{in,l,КР}$ , кг/год, становить

$$G_{in,l,РН} = K_{P_{in,l}} \cdot \rho_{in,l} \cdot V, \quad (2.12)$$

де  $\rho_{in,l}$  – густина повітря припливного або того, що видаляється, кг/м<sup>3</sup>.

Значення  $K_p$  для приміщень громадських, адміністративно-побутових і промислових будівель наведено у відповідних будівельних нормах і правилах, де зазначені кратності видалення та подачі повітря.

## **2.5. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ СПОРУД**

Вентиляція передбачається для створення і підтримання установлених нормами параметрів повітряного середовища будівель і споруд. Ефективність вентиляції приміщень у великій мірі залежить від правильного вибору і розташування пристроїв для подачі та видалення повітря. У свою чергу, загальна ефективність вентиляції залежить від правильної організації видалення повітря із приміщення. Суттєвим при розподілі параметрів повітря в об'ємі приміщення є правильний вибір конструктивних рішень припливних пристроїв.

Системи вентиляції вибирають з урахуванням призначення будівлі, її об'єму, характеру шкідливостей, які виділяються, кліматичного району будівництва цього об'єкта, наявності вторинних теплових

---

---

ресурсів і вимог до систем вентиляції. При цьому керуються відповідними будівельними нормами і правилами.

Основними принципами організації вентиляції є:

- застосування місцевої витяжної вентиляції при її максимальній ефективності;
- загальнообмінна вентиляція повинна забезпечувати асиміляцію теплонадлишків та розбавлення шкідливостей до ГДК, а також видалення забрудненого повітря для підтримання нормованих параметрів повітря у приміщенні;
- припливне повітря необхідно подавати таким чином, щоб воно надходило в робочу зону чистим, а його параметри відповідали санітарним нормам.

Складність прийнятого рішення вентиляції визначається з техніко-економічних міркувань. Забезпечення нормованих параметрів повітряного середовища повинно відбуватися за допомогою найбільш дешевих і простих способів. За цією ознакою способи створення і підтримки нормованих параметрів можна розташувати в такій послідовності: природна вентиляція; змішана (природна і механічна) вентиляція; механічна вентиляція з випарним охолодженням, тобто від простого і дешевого до складного і дорогого.

Вентиляція приміщень житлових будівель призначена для видалення надлишків теплоти, вологи, вуглекислого газу, які виділяються людьми, інших шкідливих виділень у результаті процесів приготування страви тощо. За існуючими нормами [5, 20, 33] в цих будівлях влаштовують витяжну вентиляцію з верхньої зони приміщень кухонь, санітарних вузлів, ванних і душових кімнат, а в деяких випадках і житлових кімнат. Надходження повітря відбувається неорганізовано через квартирки і нещільності в зовнішніх огорожувальних конструкціях. Вентиляція передбачається з природним спонуканням, яка проектується відповідно до вимог [5].

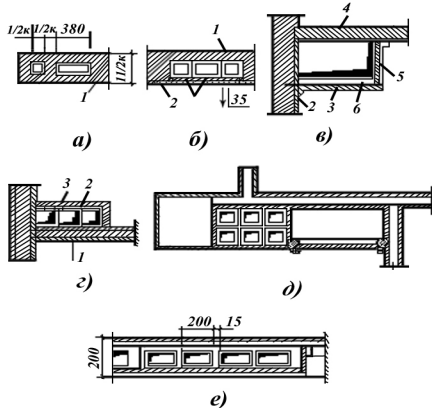
Повітрообмін у приміщеннях житлових будівель з урахуванням нормованої площі на одну людину приймається  $3 \text{ м}^3/\text{год}$  на  $1 \text{ м}^2$  житлової площі. Виходячи із необхідності вентиляції кухонь, мінімальна кількість видаленого повітря складає: для кухонь квартир з електроплитами – не менше  $60 \text{ м}^3/\text{год}$ ; з газовими 2-конфорковими плитами – не менше  $60 \text{ м}^3/\text{год}$ , з 3-конфорковими плитами – не менше  $75 \text{ м}^3/\text{год}$ , з 4-конфорковими плитами – не менше  $90 \text{ м}^3/\text{год}$ . Із ванних та індивідуальних санвузлів кількість видаленого повітря складає по  $25 \text{ м}^3/\text{год}$ , а із суміщеної ванни та санвузла –  $50 \text{ м}^3/\text{год}$ .



Схема повітрообміну в житлових будівлях така: зовнішнє повітря надходить безпосередньо в житлові приміщення, а видаляється через канали кухонь і санвузлів. У квартирах із чотирьох і більше кімнат передбачається додаткове видалення із усіх кімнат, за винятком двох ближчих до кухні. Така схема повітрообміну надає можливість руху чистого зовнішнього повітря в житлові приміщення, а потім із них у бік побутових приміщень.

У гуртожитках і готелях витяжна вентиляція влаштовується в спальних кімнатах, санвузлах і підсобних приміщеннях, крім вестибюлів і складових кімнат. У готелях підвищеної категорії рекомендується влаштовувати подачу повітря у верхню зону житлових приміщень санвузлів і ванних кімнат.

Вихідні канали природної вентиляції влаштовують у внутрішніх стінах (капітальних несучих) або можуть бути приставними за відсутності внутрішніх капітальних стін. У середині зовнішніх стін канали влаштовувати заборонено через можливу конденсацію водяної пари, що призводить під час замерзання та розмерзання конденсату до руйнування стін. Під час улаштування приставного каналу до зовнішньої стіни обов'язково між ним та стіною передбачається зазор не менше 5 см. Конструкції вентиляційних каналів зображено на рис. 2.4.



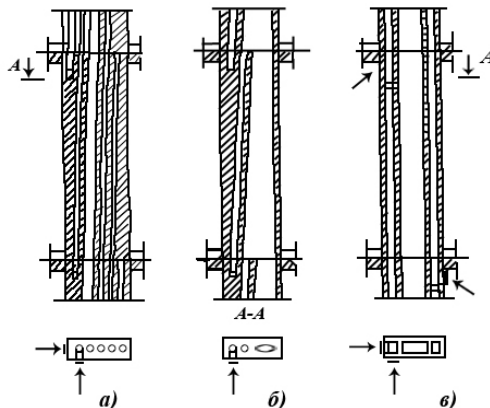
**Рис. 2.4. Конструкції вентиляційних каналів і повітропроводів:**

*a* – у цегляних внутрішніх стінах; *б* – у борозні внутрішньої стіни під час закриванні плитами; *в* – підвісний повітропровід під стелею; *г* – приставні вертикальні канали; *д* – розташування каналів у внутрішніх стінах із вмонтованими шафами; *е* – канали з сухої штукатурки в перегородках; 1 – цегляні стіни; 2 – штукатурка; 3 – гіпсошлякові плити; 4 – перекриття; 5 – сталеве підвіска; 6 – кріплення розмірами 50×50×4 мм

Мінімально допустимий розмір вентиляційних каналів у цегляних стінах  $1/2 \times 1/2$  цеглини ( $40 \times 140$  мм). Відстань між суміжними каналами та між каналами і поверхнею стін повинна бути не менше  $1/2$  цеглини (140 мм). Мінімальний розмір приставних повітропроводів із блоків або плит становить 100–150 мм. У приміщеннях із нормальною вологістю приставні канали виконують з гіпсошлакових або гіпсоволоконистих плит, а за підвищеної вологи – із шлакобетонних або бетонних плит товщиною 35–40 мм. У сучасних великопанельних будівлях вентиляційні канали виготовляють у вигляді спеціальних блоків або панелей із бетону, залізобетону тощо. Форма перерізу каналів є кругла, найраціональніша. Конструкцію вентиляційних блоків зображено на рис. 2.5.

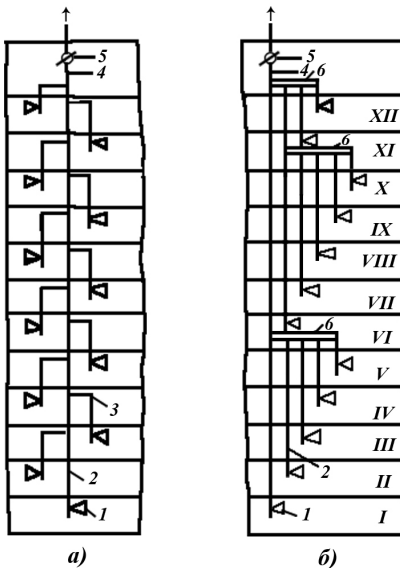
Для будівель поверховістю до п'яти вентиляційні блоки виготовляють з індивідуальними каналами для кожного поверху (рис. 2.5, *а*), а для будівель поверховістю більше п'яти вентиляційні блоки виготовляють із перепускним каналом через один або більше поверхів (рис. 2.5, *б*). Ця конструкція дає можливість скоротити площу, яка зайнята каналом. Крім цього, такий блок має канал (рис. 2.5, *в*), до якого можуть приєднуватися вертикальні канали з поверхів.

Використання каналів (рис. 2.5) дає можливість гарантування пожежної безпеки вентиляційних систем, звукоізоляцію та виконання санітарно-гігієнічних вимог.



**Рис. 2.5. Конструкція вентиляційних блоків багатопверхових будівель:**  
*а* – з окремими при поверховості до п'яти; *б* – з похилим перепускним каналом при поверховості будівлі більше п'яти; *в* – з двома каналами супутниками

Видалення повітря з кухонь і приміщень санвузлів багатоповерхових будівель відбувається з використанням збірних вертикальних каналів – колекторів, до яких приєднуються вихідні канали з окремих приміщень під стелею (рис. 2.6, а). Використовується також схема видалення повітря з улаштуванням горизонтальних збірних колекторів (рис. 2.6, б). За такої схеми до одного колектора необхідно приєднувати канали з п'яти приміщень поверхів, які розташовані нижче. Горизонтальні колектори виконують у вигляді підшивних каналів.

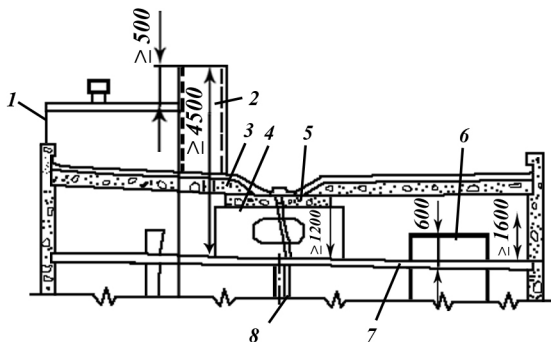


**Рис. 2.6. Розташування каналів природної вентиляції багатоповерхових житлових і громадських будівель (схема):**  
*а* – система з вертикальним колектором; *б* – система з горизонтальним колектором;  
 1 – отвір для видалення повітря;  
 2 – вертикальний колектор; 3 – відгалуження від колектора;  
 4 – витяжна вентиляційна шахта;  
 5 – регулювальний клапан;  
 6 – горизонтальний колектор

Необхідно зазначити, що не можна об'єднувати системи витяжної вентиляції квартир, приміщень гуртожитків і готелів із системами вентиляції громадських приміщень (магазини, їдальні, кафе тощо), які розташовані на перших поверхах будівель.

Радіус дії витяжних каналних систем природної вентиляції рекомендується приймати не більше 8 м через умови стабільності їх роботи. Витяжні вентиляційні системи закінчуються вентиляційними шахтами з металевим зонтом, а для використання сил вітру – дефлектором у випадку без теплих горищ. Теплі горища рекомендується передбачати для будівель висотою дев'ять поверхів і вище. Схему будівлі з теплим горищем зображено на рис. 2.7. Конструкція теплового горища складається з перекриття, зовнішніх стін і горищної

покрівлі, яка виконується, зазвичай, з утепленням або без нього. Конструктивно зовнішні стіни теплового горища не відрізняються від стін будівлі. На горищі не має бути наскрізних отворів, крім невеликих світлових засклень. Вхід на тепле горище проектується зі сходинок кліток через герметичні двері.

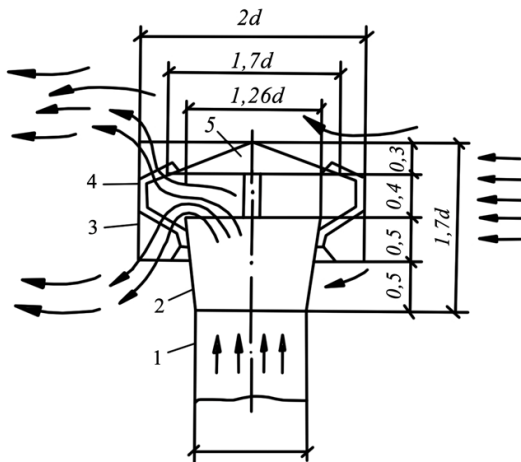


**Рис. 2.7. Тепле горище (схема):**

1 – машинне відділення ліфта; 2 – витяжна вентиляційна шахта; 3 – панель покриття; 4 – опорна панель; 5 – панель покриття лотка; 6 – оголовок вентиляційного блока; 7 – панель горищного перекриття; 8 – водостічний стояк

Висота теплового горища повинна бути не менше 1,6 м. Випуск повітря на тепле горище здійснюється через оголовки, які ставляться на вентиляційних блоках. Використання дефлекторів у витяжних вентиляційних системах з природним спонуканням обґрунтовується за результатами аеродинамічного розрахунку, коли втрати тиску в системі більші наявного гравітаційного тиску. Конструктивно дефлектор типу ЦАП (Центральний аерогідродинамічний інститут) зображено на рис. 2.8.

*Дефлектор* – це насадка, яка встановлюється на гирлі повітропроводу або шахти, або безпосередньо над вихідними отворами покриття, сумішеного з перекриттям промислової будівлі. Робота дефлектора відбувається з використанням енергії потоку повітря внаслідок дії вітру. Під час набігання вітрового потоку на дефлектор у лобовій його частині утворюється зона надлишкового тиску (приблизно  $2/7$  периметра), а в останній частині – зона розрідження, через що збільшується ефект видалення повітря із приміщення.

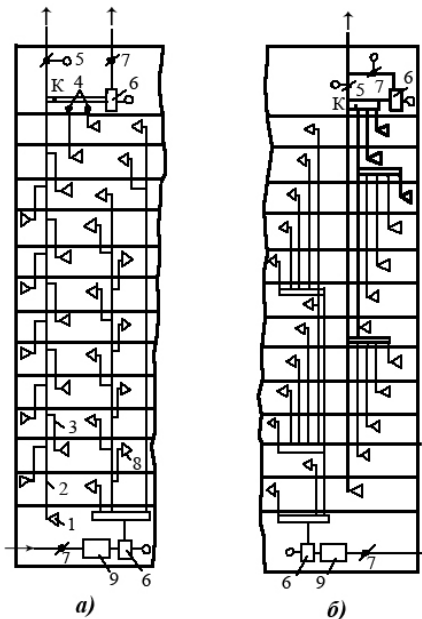


**Рис. 2.8. Дефлектор ЦАП (схема):**

- 1 – патрубок вентиляційної системи; 2 – насадка-дифузор;  
3 – оголовок (корпус); 4 – кріпильні стояки; 5 – зонг;  
6 – конусний відбивач природних опадів

У будівлях сучасних готелів проектується припливно-витяжні загальнообмінні з механічним спонуканням системи вентиляції, схеми яких подано на рис. 2.9. Як правило, у підвальних приміщеннях влаштовують припливні камери для обробки припливного повітря, а на технічному поверсі – обладнання витяжних вентиляційних систем (вентилятор, регулювальні пристрої тощо). Якщо поверховість будівлі десять і більше, то на двох верхніх поверхах на вентиляційних повітропроводах обов'язково передбачаються автоматичні зворотні клапани, а на припливних та витяжних шахтах технічних поверхів – клапани, які автоматично відкриваються під час зупинки вентилятора та при підвищенні температури повітря в шахті до  $50^{\circ}\text{C}$ .

Вентиляція приміщень магазинів, підприємств побутового обслуговування населення, громадського харчування, бань, пралень створюється відповідно до будівельних норм і правил для цих будівель.



**Рис. 2.9. Системи загально-обмінної припливно-витяжної з механічним спонуканням вентиляції багатопверхових житлових і громадських будівель (схеми):**

*а* – системи з вертикальними колекторами; *б* – системи з горизонтальними колекторами-збірниками; 1 – отвори на видалення повітря; 2 – вертикальний колектор; 3 – відгалуження від колектора; 4 – зворотні клапани (самозакривні); 5 – автоматичний клапан; 6 – вентилятор; 7 – клапан; 8 – отвори для подачі повітря; 9 – припливна камера

*Магазини.* Основними приміщеннями є торгові зали, повітрообмін яких знаходять шляхом розрахунків і визначення максимальної кількості повітря з умов асиміляції надлишків тепла, видалення вологи, розбавлення вуглекислого газу до ГДК, які надходять у приміщення від обслуговуючого персоналу та покупців. Обов'язкова перевірка повітрообміну за санітарними нормами. Магазини, які знаходяться в будівлях іншого призначення, повинні мати самостійні системи вентиляції. В охолоджувальних камерах для зберігання овочів і фруктів проектується припливно-витяжна система вентиляції.

*Підприємства побутового обслуговування населення.*

Основними шкідливостями технологічних приміщень є гази й пара технологічних процесів (заданими технологів), теплота, волога, пил. Джерелами шкідливостей є технологічне обладнання, люди, сонячна радіація, електродвигуни, відкриті дзеркала ванн із різними хімічними речовинами тощо. Повітрообмін приміщень із машинами знежирення повинен бути не меншим п'ятнадцятикратного (15 год). Крім цього, ці приміщення працюють з дисбалансом під час подачі у приміщення (30%) припливного повітря. Різниця повітрообміну (70%)

---

---

подається в суміжні приміщення. Це положення створюється для запобігання забруднення чистіших приміщень.

*Підприємства громадського харчування.*

Приміщення підприємств громадського харчування поділяють на три основні групи залежно від призначення та технологічного спрямування: гарячі цехи для приготування страви, які працюють одночасно з мийками посуду; допоміжні приміщення, зокрема складські; адміністративні й побутові приміщення. Основними шкідливостями, які надходять у приміщення підприємств громадського харчування, є теплота від технологічного обладнання, електродвигунів, людей, страви, сонячної радіації; волога від технологічних процесів, людей, страви, а також вуглекислий газ, який виділяється під час дихання людей.

Повітрообмін приміщень беруть за результатами розрахунків на асиміляцію теплоти, видалення вологи та розбавлення вуглекислого газу до ГДК такого призначення: зали приймання страви, роздавальні, буфети, гарячі цехи, приміщення для випікання кондитерських виробів, мийки столового й кухонного посуду, судків, тари. Повітрообмін всіх інших приміщень розраховують за кратністю.

Системи вентиляції підприємств громадського харчування, розташованих у приміщеннях іншого призначення, проектується окремими від систем вентиляції цих приміщень. Рециркуляція повітря у приміщеннях не допускається. Температуру повітря, яке видаляється із залів і гарячих цехів підприємств громадського харчування, визначають з урахуванням градієнта температури по висоті.

Надходження шкідливостей у вигляді теплоти та вологи від людей визначаються з урахуванням виду робіт: в гарячих цехах – помірної (середньої важкості), в залах – легкої. Санвузли і душові на підприємствах громадського харчування обладнуються самостійними витяжними системами. Надходження повітря в ці приміщення відбувається через суміжні.

*Театри* обладнуються механічними припливно-витяжними загальнообмінними системами вентиляції, які є самостійними для глядацького та сценічного комплексів, кімнат для куріння, санітарних вузлів, підсобних при буфетах, світлопроеційних. Вентиляцію кімнат для куріння та санвузлів допускається об'єднувати в одну систему.

Основними шкідливостями, яким протистоїть вентиляція, є теплота, волога та вуглекислий газ від глядачів та артистів і обслуговуючого персоналу, теплота від штучного освітлення та сонячної радіації. Розрахунковим береться більший повітрообмін із можливих.

---

---

Для систем вентиляції глядацького залу та інших приміщень можна використовувати рециркуляцію повітря, причому кількість припливного зовнішнього повітря береться більшою з повітрообмінів, розрахованих за санітарними нормами не менше 20 м<sup>3</sup>/год повітря на одну людину і на розбавлення вуглекислого газу до ГДК. Повітря, яке надходить у приміщення театру, з урахуванням рециркуляції обов'язково очищується від пилу. Припливні отвори систем вентиляції обладнуються регульовальними повітророзподільниками. Системи вентиляції повинні мати пристрої віброшумопоглинання, автоматичного регулювання, дистанційного та місцевого контролю і сигналізації.

*Кінотеатри.* Приміщення кінотеатрів обладнуються припливно-витяжними загальнообмінними системами вентиляції. Подача повітря виконується механічними системами припливної вентиляції з підігріванням повітря в холодний період року. Видалення повітря із глядацьких залів та інших приміщень, крім комплексу приміщень кінопроекційної, здійснюється системами витяжної вентиляції з природним спонуканням. У багатозональних кінотеатрах із загальною місткістю залів до 800 місць треба передбачати обслуговування однією системою припливної вентиляції декількох глядацьких залів, при цьому необхідно для кожного глядацького залу проектувати за розрахунками пристрій зонального підігрівання повітря і додатковий шумоглушник. Підігрівання повітря в основних калориферах припливної центральної вентиляційної камери необхідно передбачати до +6°C.

Системи вентиляції кінотеатрів допускається проектувати за схемою з двома вентиляторами. Продуктивність рециркуляційно-витяжного вентилятора треба брати рівною об'єму рециркуляційного повітря. У глядацьких залах шириною близькою до довжини припливне повітря подається через отвори в стелі біля однієї із бокових стін (або торцевої стіни, залежно від того, яка із стін довша). Видалення повітря відбувається через отвори в стелі біля протилежної бокової (або торцевої) стіни. Можливо також подавати повітря через отвори в стелі біля бокових (торцевих) стін, а видалення повітря через отвори в середині стелі. За наявності у глядацькому залі балконів припливне повітря подається під стелею балкона з проекційної сторони в об'ємі, визначеному за кратністю, який відповідає кількості місць на балконі.

Припливне повітря в фойє подається у верхню зону окремою системою вентиляції або суміщеною з припливною системою глядацького залу. Приміщення санітарних вузлів і кімнати для куріння



---

---

обладнуються витяжними з механічним спонуканням загально-обмінними системами вентиляції. Подача припливного повітря в об'ємі видалення з цих приміщень організовується в суміжні з ними приміщення (фойє, кулуари тощо). Припливне повітря у вестибюль може подаватися через фойє, розподільчі кулуари або безпосередньо у вестибюль.

Можна об'єднувати в загальну систему видалення повітря із санітарних вузлів і кімнат для куріння. Із приміщень кінопроекційної і одночасно від кінопроекторів, кімнат кіномеханіка і радіовузла, майстерні кіномеханіка видалення повітря відбувається за допомогою витяжної загальнообмінної з механічним спонуканням вентиляційної системи. При цьому можлива рециркуляція частини повітря з кінопроекційної.

*Клуби* обладнуються припливно-витяжними системами вентиляції, які є самостійними для приміщень глядацької та клубної частин з обслуговуючими і адміністративними приміщеннями. У глядацькій частині проектується припливна вентиляція з механічним спонуканням для глядацького залу з використанням рециркуляції повітря, фойє та обслуговуючих глядацького залу приміщень. Самостійними проектуються витяжні системи механічної вентиляції із убиралень, кімнат для куріння, кіноапаратної, кімнат для артистів, акумуляторних та кислотних. Природне видалення повітря: з глядацького залу, приміщення сцени, адміністративно-господарських приміщень.

У клубній частині передбачається така вентиляція:

- самостійна припливна з механічним спонуканням – у кімнатах для роботи гуртків, бібліотеках, вестибюлях, готельних, виставкових залах, приміщеннях дитячого сектору;
- окрема самостійна припливна з механічним спонуканням для спортивного залу, яка може бути суміщена з повітряним опаленням, при цьому дозволяється рециркуляція повітря;
- природна витяжна – для всіх інших приміщень, крім убиралень і душових кімнат, в яких проектується витяжна механічна загальнообмінна вентиляція. Видалення повітря з глядацького залу передбачається через отвори в площині стелі або верхньої частини стіни біля порталу чи перед завісою. Забір повітря на рециркуляцію відбувається від витяжних вентиляційних систем глядацького залу, або окремими системами через отвори, розташовані у верхній частині площини внутрішніх капітальних стін.

---

---

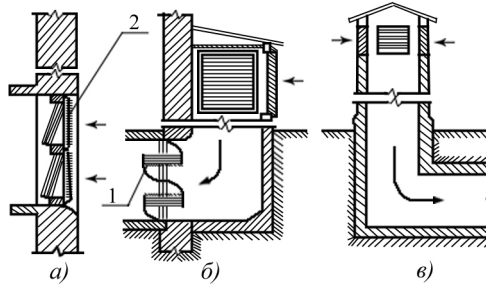
Технічні рішення схеми подачі припливного повітря повинні виключати утворення застійних непровітрювальних зон. У приміщеннях фойє і кулуарах проектується тільки подача припливного повітря у верхню їх частину з 10% позитивним дисбалансом щодо об'єму повітря, яке видаляється з приміщень буфету, убиралень, гардероба і кімнат для куріння з додатковим 2-кратним притоком у вестибюль.

## **2.6. КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Повітрязабірні пристрої припливних вентиляційних систем розташовуються приставними до зовнішньої будівлі або виносяться в зелену зону на деяку відстань від приміщення. Місце встановлення повітрязабірних пристроїв диктується умовою надходження в систему незабрудненого зовнішнього повітря. Повітрязабір як за механічної, так і природної вентиляції необхідно влаштовувати на позначці не нижче 2 м, а в зеленій зоні – не нижче 1 м від рівня ґрунту до низу прорізу. Повітрязабірні пристрої (шахти) необхідно розташовувати на відстані не менше 10–12 м по горизонталі та не менше 6 м по вертикалі від місць наявності джерел шкідливих викидів.

Конструктивно повітрязабірні пристрої виконують у вигляді окремої виносної або приставної шахти (рис. 2.10, б, в) для систем вентиляції, в яких припливні камери розташовуються в підвальних приміщеннях. Для припливних камер, які розташовуються на площадках промислових приміщень, повітрязабірні пристрої вмонтовуються в зовнішні стіни (рис. 2.10, а).

Подача (видалення) повітря в приміщення будівель відбувається через вхідні (вихідні) отвори відповідних вентиляційних систем. Пристрої, через які повітря надходить у приміщення з припливних вентиляційних систем, називаються *повітророзподільниками*. Пристрої для видалення повітря – це приймальні отвори витяжного і рециркуляційного повітря, які обладнуються витяжними елементами.

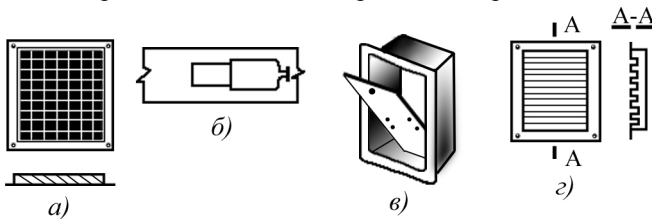


**Рис. 2.10. Конструкція повітрязабірних пристроїв припливних вентиляційних систем:**

*a* – вмонтований пристрій у зовнішній стіні; *б* – приставна припливна шахта; *в* – виносна припливна шахта; 1 – утеплювальний клапан; 2 – решітка

За конструктивним виконанням повітророзподільники і пристрої для видалення повітря різноманітні: решітки типу Р і РР, плафони, повітропроводи рівномірної подачі та видалення повітря, перфоровані повітропроводи і панелі, панелі з направляючими елементами тощо.

Решітки (рис. 2.11) можуть бути припливні й витяжні; регульовальні й нерегульовальні; круглого, квадратного і прямокутного поперечного перерізу; металеві або пластмасові; з одно-, дво-, три- і чотирибічним направленням повітряного припливного потоку; спеціальні для роботи в вологих та агресивних середовищах.



**Рис. 2.11. Припливні та витяжні пристрої вентиляційних систем:**

*a* – решітка з рухомими жалюзьями; *б* – отвір з рухомим регульовальним шибером; *в* – отвір з “хлопавкою”; *г* – решітка для перетікання повітря

Поряд з простими пристроями застосовують складніші повітророзподільники у вигляді плафонів, робота яких ґрунтується на використанні властивостей віялових струмін.

---

---

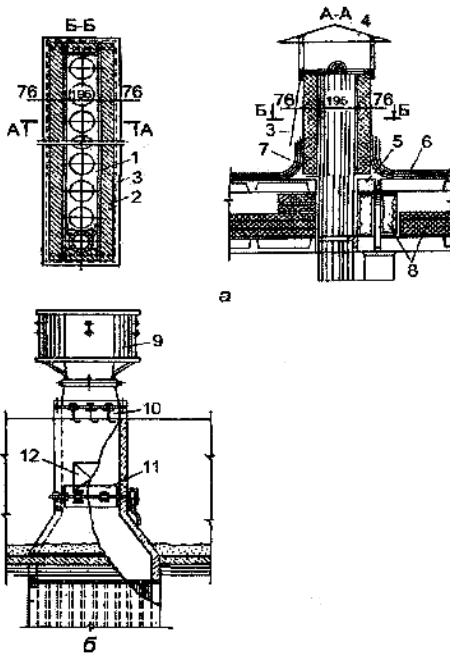
Для рівномірного розподілу припливного повітря застосовуються перфоровані панелі – це повіторозподільники у вигляді панелі з перфорацією.

Швидкості руху повітря в припливних і витяжних пристроях рекомендується брати: для витяжних решіток за механічної вентиляції в межах  $1,5\text{--}3,0$  м/с, природної –  $0,5\text{--}1,0$  м/с, для припливних решіток біля стелі за механічної вентиляції  $1,0\text{--}3,0$  м/с, біля підлоги –  $0,2\text{--}0,5$  м/с, за природної вентиляції для припливних решіток біля стелі в межах  $0,5\text{--}1,0$  м/с, біля підлоги –  $0,2\text{--}0,5$  м/с.

Матеріал, розміри та форма повітропроводів залежать від призначення і схеми вентиляційних систем, а також властивостей і параметрів повітря, яке рухається повітропроводами. Залежно від матеріалів, із яких виготовляють повітропроводи, їх поділяють на *металеві, металопластикові й неметалеві*. Крім цього, повітропроводи можуть бути гнучкі, напівгнучкі й такі, що виконують роль шумоглушника.

*Металеві повітропроводи* виготовляють із листової оцинкованої або неіржавіючої сталі. У поперечному перерізі вони бувають круглі й прямокутні. Із всіх конструкцій круглих повітропроводів найрозповсюдженіші прямошовні зі сталевого листа. Виконують повітропроводи круглого перерізу також із стрічки – спірально-навивні.

*Металопластикові повітропроводи* виготовляють із листових панелей, які мають таку конструкцію: між двома зовнішніми стінками з термообробленого гофрованого алюмінію товщиною 80 мкм наповнено шар жорсткого спіненого пластика товщиною 20 мм. Листові панелі мають розміри  $4000 \times 1200 \times 21$  мм, питому масу панелі –  $1,4 \text{ кг/м}^2$ , максимальну температуру повітря, яке може транспортуватися повітропроводом –  $110^\circ\text{C}$ , коефіцієнт теплопередачі –  $0,888 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2 / ^\circ\text{C}$ . Перевагами металопластикових повітропроводів є їх легкість та висока міцність.



**Рис. 2.12. Конструкції витяжних вентиляційних шахт:**

- а – з окремими каналами;  
 б – з об'єднаними каналами;  
 1 – залізобетонна вентиляційна блок-панель;  
 2 – утеплювач каркаса з цементно-фібролітових плит;  
 3 – обшивка із оцинкованої покрівельної сталі;  
 4 – металевий зонг типу Т;  
 5 – цементний або асфальтовий бортик;  
 6 – гідроізоляційний килим з руберойду;  
 7 – поверхнева закріпна гравійно-бітумна засипка;  
 8 – панель;  
 9 – дефлектор типу ЦАП;  
 10 – анкерні болти для кріплення дефлектора;  
 11 – регулювальний дросель-клапан;  
 12 – оглядовий люк

*Неметалеві повітропроводи* виготовляють із синтетичних матеріалів (поліетилен, склопластик, вініпласт, склотканина тощо).

*Повітропроводи з поліетиленової плівки* виготовляють шляхом зварювання. Використовують тільки в системах припливної вентиляції з механічним спонуканням. У робочому стані повітропроводи набувають форму циліндра з круглим поперечним перерізом. Перевагами таких повітропроводів є простота виготовлення; малий коефіцієнт шорсткості; легкість. Невелика механічна міцність, швидке “старіння”, обмеження температури повітря, яке транспортується повітропроводами, є основними недоліками поліетиленових повітропроводів.

*Повітропроводи зі склотканни* виконуються на металевому каркасі і використовуються для приєднання вентилятора до жорсткого повітропроводу, а також місцевих відсмоктувачів і повітророзподільників до магістралі за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог і чистоти припливного повітря. Головна перевага таких повітропроводів – їх гнучкість під будь-яким кутом і в будь-якій площині. *Гнучкі та напівгнучкі повітропроводи* набули широкого викорис-

тання в тих випадках, коли неможливо прокласти жорсткі повітропроводи із тих чи інших причин.

У житлових, громадських, адміністративно-побутових і комунальних будівлях як повітропроводи застосовують канали у вигляді вертикальних отворів у капітальних внутрішніх цегляних стінах. Розміри каналів-повітропроводів кратні розміру цегли, тобто 140×140 мм, 140×270 мм, 270×270 мм, і також залежать від товщини стіни. Відстань між стінками каналів повинна бути не меншою 140 мм.

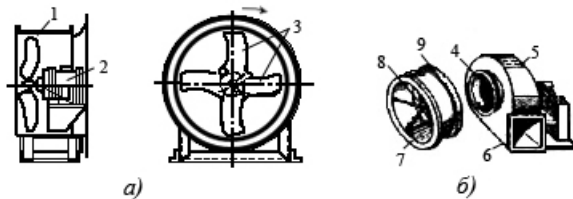
Витяжні шахти систем вентиляції з природним спонуканням житлових будівель проектується з об'єднаними або окремими каналами. На рисунку 2.12, а зображено витяжну вентиляційну шахту з окремими каналами, які виконуються з бетонних блоків з утеплювачем фібролітом.

## 2.7. ОСНОВНЕ ВЕНТИЛЯЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ

### 2.7.1. Вентилятори, їх класифікація, конструкції і розрахунок

Для транспортування повітря в системах вентиляції з механічним спонуканням у житлових і громадських будівлях використовуються основним чином радіальні і осьові вентилятори (рис. 2.13).

При значенні розрахункового тиску  $p > 300$  Па необхідно встановлювати радіальний вентилятор. Радіальні вентилятори бувають: низького (до 1000 Па), середнього (від 1000 до 3000 Па) і високого тиску (більше 3000 Па). У радіальних вентиляторах (відцентрових) (рис. 2.13, б) повітря засмоктується через боковий приймальний патрубок у кожух вентилятора, набігає на лопатки і відкидається до внутрішньої поверхні кожуха, а потім виштовхується через вихідний отвір. При цьому траєкторія руху повітря змінюється на  $90^\circ$ .



**Рис. 2.13. Конструкції вентиляторів:**

а – осьовий; б – радіальний; 1 – обичайка; 2 – електродвигун; 3 – лопатки робочого колеса; 4 – всмоктувальний отвір; 5 – равликподібний кожух; 6 – вал; 7 – нагнітальний патрубок; 8 – переднє кільце; 9 – маточина

---

---

В осьових вентиляторах (рис. 2.13, *a*) напрям руху повітря паралельний валу обертання крильчатки.

Конструктивно вентилятори поділяють за видом виконання (від першого – до шостого), з однобічним та двобічним всмоктуванням, лівого і правого обертання робочого колеса. Під час визначення обертання розглядають спіраль кожуха з боку входу повітря у вентилятор.

Звичайні вентилятори виконують з вуглецевої сталі і можуть працювати на повітрі з температурою до 80°. Для транспортування агресивних повітряних сумішей виконують вентилятори зі стійких матеріалів (титан, пластмаса тощо). Вентилятори у вибухо- та пожежо-безпечному виконанні виготовляють з алюмінієвого листа.

Потужність на валу електродвигуна  $N$ , Вт, яку використовує вентилятор, визначається за формулою

$$N = \frac{L \cdot p}{3600 \cdot \eta_e \cdot \eta_n}, \quad (2.13)$$

де  $\eta_e$  – коефіцієнт корисної дії (ККД) вентилятора;

$\eta_n$  – ККД передачі.

Установлювальна потужність вентилятора  $N_y$ , Вт, з урахуванням коефіцієнта запасу  $k_3$ , який приймається в межах 1,1–1,5, визначається за формулою

$$N_y = k_3 \cdot N. \quad (2.14)$$

Потужність  $N_y$  вибирають з каталогу електродвигунів (розрахункову або найближчу більшу щодо неї за табл. 2.1 [29]).

Канальні вентилятори призначені для встановлення безпосередньо у вентиляційну мережу (проточну частину) повітропроводів круглого або прямокутного перерізу. Вентилятори такого типу мають спільний вал з електродвигуном, розташовані в одному корпусі з використанням віброізолювальних прокладок. Вентилятор цього типу може бути осьовим, багатолопатеvim чи радіальним з лопатками, що загнуті як вперед, так і назад, однобічного чи двобічного всмоктування.

Перевагою каналних вентиляторів є можливість встановлення їх безпосередньо в мережу повітропроводів; монтування в каналні системи вентиляції; ховання за підшивною стелею чи у спеціальних вертикальних технічних шафах; розташування корпусу вертикально, горизонтально чи похило під будь-яким кутом до горизонту.

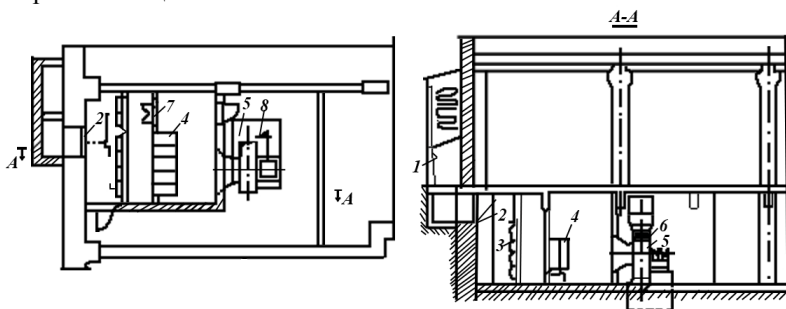
## 2.7.2. Вентиляційні установки

Вентиляційні установки – це окремі ізольовані приміщення, в яких зосереджується вентиляційне обладнання припливних і витяжних систем (вентиляційні установки). За призначенням, складом і конструктивним використанням вентиляційні установки поділяють на:

- припливні вентиляційні установки;
- витяжні вентиляційні установки;
- припливно-витяжні вентиляційні установки.

Припливні вентиляційні установки можуть виконуватися із окремих елементів у будівельних конструкціях чи компактними серійного виробництва із окремих секцій під необхідну продуктивність по повітрю, потужність по теплоносію на підігрівання повітря та напір для подолання опору вентиляційної мережі повітропроводів і елементів.

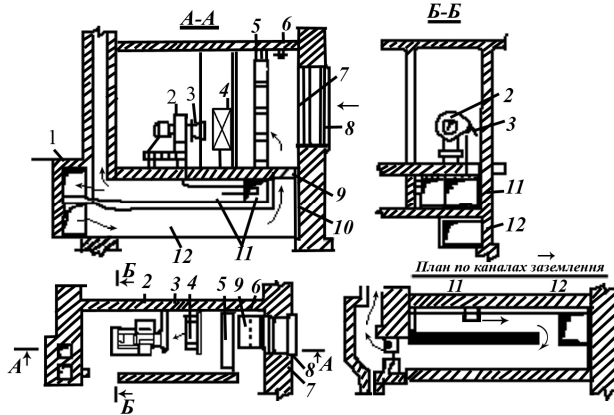
Припливні вентиляційні установки житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель, як правило, розташовуються в підвальних приміщеннях над якими розташовані приміщення, споруди без постійного перебування людей. За відсутності підвальних приміщень припливні вентиляційні установки обладнуються в окремих звукоізованих приміщеннях першого поверху. Конструктивно припливні установки зображені на рис. 2.14, 2.15. Вентиляційні припливні установки будівель непромислового призначення виконуються з будівельних конструкцій. Установки необхідно розташовувати в центрі вентиляційних систем.



**Рис. 2.14. Припливна установка в підвальному приміщенні:**

- 1 – приставна повітрозбірна шахта; 2 – утеплений клапан; 3 – ячеєвий масляний фільтр; 4 – калорифери; 5 – вентилятор; 6 – м’яка вставка;  
7 – обвідний клапан; 8 – електродвигун вентилятора





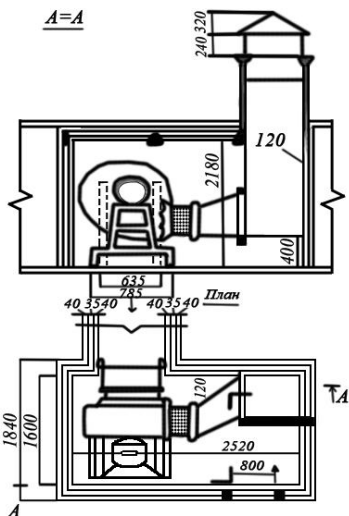
**Рис. 2.15. Припливна вентиляційна установка в приміщенні першого поверху будівлі:**

1 – короб припливної вентиляційної системи; 2 – відцентровий вентилятор; 1 – м'які вставки; 4 – калорифер; 5 – фільтр; 6 – блочний привід для управління клапаном; 7 – утеплений приймальний клапан; 8 – решітка-жалози; 9 – рециркуляційний клапан; 10 – звукопоглинальна обшивка; 11 – шумоглушник; 12 – рециркуляційний короб

*Припливні вентиляційні компактні установки складаються з корпусу, в якому змонтовані: фільтр; водяний та електричний калорифери; вентилятор; система автоматики; звукоізоляційний матеріал.*

*Витяжні установки використовують для видалення повітря з окремих чи групи приміщень з метою забезпечення балансу витрати повітря, що надходить у приміщення. Цими установками можуть бути:*

- окремі автономні вентилятори, які встановлюються в стіні чи світловому прорізі (вікні);
- дахові вентилятори на покрівлі, сумішені з перекриттям (для безгоризонтних будівель);
- каналні вентилятори в корпусі в мережі повітропроводів;
- витяжні вентиляційні установки, що укомплектовані вентиляторами, гнучкими вставками і зібрані в єдиному корпусі;
- витяжні вентиляційні установки, що розташовані на технічних поверххах або в окремому приміщенні – вентиляційному центрі.



**Рис. 2.16.** Витяжна установка на технічному поверсі

Витяжні вентиляційні установки розташовують у верхній частині будівлі на технічних поверхах (рис. 2.16). Припливні та витяжні установки розташовувати в одному приміщенні не дозволяється. Для запобігання надходженню забрудненого повітря із суміжних приміщень будівлі у припливну вентиляційну установку приміщення розташована установка працює під нагнітанням при подачі в неї повітря із припливної системи в об'ємі двократного повітрообміну.

### 2.7.3. Повітряні фільтри, їх класифікація, конструкції і розрахунок

Очищення припливного повітря необхідне для окремих приміщень з підвищеними вимогами до чистоти повітря як промислових, так і житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель, а саме: підприємств приладобудування, радіоелектроніки, оптичних і годинникових заводів, а також картинних галерей, музеїв, кінотеатрів, театрів, лікувальних і лікувально-профілактичних закладів тощо.

Відповідно до п. 4.12 [37], очищення повітря від пилу в системах з механічним спонуканням треба проектувати так, щоб вміст пилу в припливному повітрі не перевищував:

- ГДК в атмосферному повітрі населених пунктів – при подачі його в приміщення житлових і громадських будівель;
- 30% ГДК в повітрі робочої зони – при подачі його в адміністративно-побутові та виробничі будівлі;
- допустимих концентрацій з технічних умов на вентиляційне обладнання.

Крім цього, очищення зовнішнього повітря від пилу дозволяється не передбачати в системах вентиляції з механічним спонуканням для приміщень, в яких більше 50% необхідної витрати повітря в теплий

період року подається через відкриті прорізи (вікна, фрамуги, двері тощо).

Вибір способу очищення повітря залежить від характеру, концентрації і дисперсності пилу, а також від технічних характеристик пиловловлювальних пристроїв.

Припливне повітря, яке надходить у приміщення, очищується в повітряних фільтрах, які характеризуються невеликим аеродинамічним опором і габаритними розмірами, але, разом з тим, мають обмежену пилоємність. За ефективністю дії фільтри поділяють на три класи (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

### Характеристика класів повітряних фільтрів

Клас фільтра	Розміри пилових частинок, які ефективно вловлюються, мкм	Ефективність очищення повітря, %
I	Практично всі	99
II	Більше 1	85
III	10–50	60

Повітряні фільтри, залежно від технології очищення, поділяють на *пористі змочені, пористі сухі й електричні*. Номенклатура повітряних фільтрів подана в табл. 2.4.

*Пиловловлювачі і фільтри контактної дії* затримують пилові частинки під час проходження запиленого повітря через *сухі* або *змочені пористі матеріали*: тканину, папір, сітку з дроту, полімерну сітку, шар синтетичних волокон, керамічних або металевих кілець тощо.

*Електричні фільтри* очищують повітря від завислих у ньому частинок шляхом їх іонізації під час проходження через електричне поле, яке створюється коронувальним електродом.

Робота фільтрів характеризується такими показниками, а саме:

- ступенем очищення;
- питомим повітряним навантаженням;
- пилоємністю;
- аеродинамічним опором;
- витратою електроенергії на очищення 1000 м<sup>3</sup>/год повітря;
- вартістю очищення 1000 м<sup>3</sup>/год повітря;
- періодом роботи фільтра між регенераціями;
- площею робочої поверхні фільтра.

Таблиця 2.4

## Номенклатура повітряних фільтрів

Види фільтрів	Тип фільтрів	Назва фільтрів	Клас фільтрів	Повітряне навантаження на вхідний переріз, $L_{\text{ном}}$ м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·год)		Опір, Па	Пиломісткість, П, г/м <sup>2</sup>	Середня початкова запиленість повітря, яке очищається, $q_n$ мг/м <sup>3</sup> , не більше		Спосіб регенерації фільтрів	
				рекомендоване	допустиме			допустима	гранична		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Змочені пористі	Масляні (з різним заповнювачем – металевими пластинками, сітками з дроту, полімерними сітками)	Самоочисні К, К <sub>д</sub> , М, КТ	III	6000	7000	80	7–15% (від маси масла у ванні)	0,5	1,0	безперервне промивання в маслі	
		Самоочисні ФШ	III	7000	8000	80	теж саме	1,0	3,0	те саме	
		Коміркові Ф <sub>я</sub> Р	III	6000	7000	60	2300	1,0	3,0	промивання в содовому розчинні з наступним промасленням	
		Коміркові Ф <sub>я</sub> В	III	6000	7000	60	2660	1,0	3,0	те саме	
Сухі пористі	Волокнисті	Рулонні ФРУ	III	8000	10000	60	450	0,5	1,0	зміна фільтрувального матеріалу	
		Коміркові Ф <sub>я</sub> У	III	6000	7000	40	570	0,3	0,5	те саме	
	Волокнисті	Рулонні ФРП	III	5000	9000	100	1000	4,0	6,0	пневматичне очищення запиленого матеріалу	
		Коміркові ЛАІК	I	За каталогами заводів-виробників						зміна фільтра	
		Коміркові Ф <sub>я</sub> Л	I	6000	7000	100	430	0,05	0,15	зміна фільтрувального матеріалу	
	Губчасті	Коміркові Ф <sub>я</sub> П		6000	7000	70	350	0,3	0,5	те саме	
Електричні	Двizonaльні промивні	Агрегатні ФЕ і гумбові ЕФ-2		7000	8000	10 і 50	1500	2,0	10,0	промивання водою, зміна фільтра	

Ступінь очищення або ефективність очищення (коефіцієнт очистки) є відношення різниці масової витрати пилу, який знаходиться в повітрі до і після фільтра, до масової витрати пилу до фільтра, тобто

$$\eta = \frac{G_n - G_k}{G_n} \cdot 100\%, \quad (2.15)$$

де  $G_n$ ,  $G_k$  – масова витрата пилу в повітрі, відповідно, до і після фільтра, мг/год.

Питоме повітряне навантаження,  $L_{num}$  – це відношення об'ємної витрати повітря, яке очищується в фільтрі, до площі фільтрувальної поверхні за максимального ступеня очищення і виражається в м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>2</sup>.

Пилоємність,  $\Pi$ , г/м<sup>2</sup>, – це кількість пилу в грамах, яку може утримувати квадратний метр фільтрувальної поверхні за період безперервної роботи між двома регенераціями фільтрувального шару.

Аеродинамічний опір фільтра,  $P$ , Па, – це різниця тисків на вході й виході фільтра.

Витрата електроенергії характеризується витратою електроенергії в кВт-год на очищення 1000 м<sup>3</sup> повітря.

Вартість очищення повітря складається з капітальних затрат і експлуатаційних витрат.

Регенерація фільтра – це відновлення його початкових властивостей (до очищення). Регенерацію фільтра виконують після збільшення його початкового аеродинамічного опору в два рази.

Період роботи фільтра між регенераціями  $Z$ , діб, визначається залежністю

$$Z = \frac{\Pi}{q_n \cdot \eta \cdot L_{num}}, \quad (2.16)$$

де  $\Pi$  – пилоємність фільтра, г/м<sup>2</sup>;

$q_n$  – початкова концентрація пилу до фільтра, г/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – ступінь очищення, частка одиниці;

$L_{num}$  – питоме повітряне навантаження, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>-г).

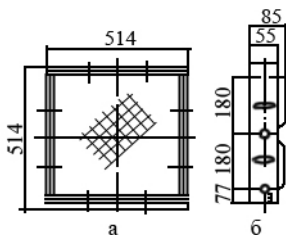
Площа робочої поверхні фільтра визначається залежністю

$$F_\phi = \frac{L}{L_{num}}, \quad (2.17)$$

де  $L$  – кількість повітря, яке очищується, м<sup>3</sup>/год.

Коміркові (чарункові, “ячейкові”) зубчасті фільтри ФяП використовуються для очищення припливного повітря від пилу. Конструктивно – це площинна комірка висотою 85 мм, яка заповнена шаром

модифікованого пінополіуретану товщиною 20–25 мм. Для підвищення повітропроникності пінополіуретан оброблено розчином лугу. Технічні характеристики фільтра ФяП наведені в табл. 2.4. Регенерація фільтра виконується шляхом промивання комірки холодною водою з наступним просушуванням. Ступінь очищення становить близько 80%. Фільтри ФяП застосовуються для сухого очищення припливного повітря від пилу за початкової запиленості не більше 10 мг/м<sup>3</sup>. Конструктивно фільтр ФяП зображено на рис. 2.17, б.



**Рис. 2.17. Конструкція фільтрів (а) ФяР і (б) Ляп**

Відповідно до класифікації використовують фільтри різних конструкцій з різноманітними фільтрувальними матеріалами.

У фільтрах грубого очищення застосовують металеві сітки чи тканину із синтетичних волокон. Конструктивно вони бувають у вигляді комірок, фільтрувальних прошарків, гофрованих листів тощо.

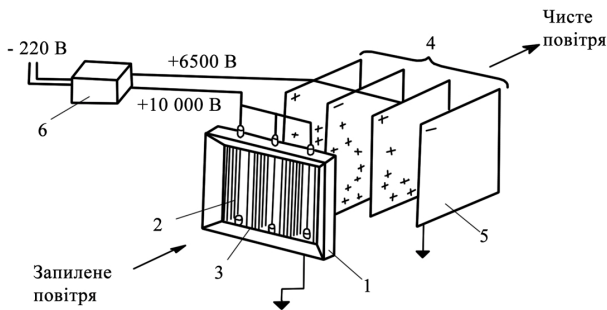
У фільтрах тонкого очищення застосовують склотканину, причому вона може просочуватися спеціальним розчином, і активоване вугілля. Конструктивно вони бувають кишенькового, складчастого, патронного і електростатичного типів.

У фільтрах патронного типу як фільтрувальний матеріал застосовують активоване вугілля, яке поглинає, крім пилу, газоподібні речовини з неприємним запахом. Використання цього фільтра обмежується температурою повітря не більше 40°C та відносною вологістю повітря не більше 70%.

У фільтрах надтонкого очищення застосовують клеєні скловолоконно і папір із субмікронних волокон. Конструктивно вони виконуються у вигляді сухих панелей чи складчастих фільтрів. Всі фільтри встановлюються в стільники, які виконані у вигляді рами, з можливістю їх заміни для регенерації.

Для електрофільтра (пилловловлювача) полягає в осаджуванні із запиленого повітряного потоку частинок пилу під дією електричного поля. Отримавши від коронувального електрода заряд, частинки пилу осідають на електродах, які мають протилежний електричний заряд.

Принципова схема електрофільтра зображена на рис. 2.18.

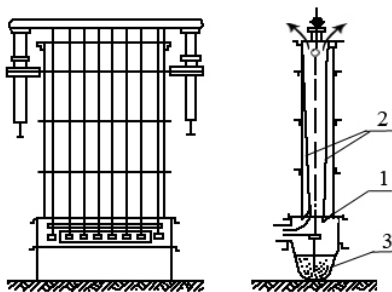


**Рис. 2.18. Принципова схема електрофільтра:**

- 1 – зона іонізації; 2 – система електродів з дроту; 3 – електроди циліндричної форми;  
4 – зона осаджування пилу; 5 – пластини з алюмінію; 6 – пристрій живлення електричним струмом

Секція електропилословловача має електричне поле висотою 8,5 м з поперечним перерізом 2,8х4,3 м. Швидкість руху повітря з пилом через електричне поле знаходиться в межах 1,75–2 м/с. Продуктивність секції по повітрю 75–100 тис. м<sup>3</sup>. Ступінь очищення в електрофільтрі – 98%.

Витрата електроенергії становить 0,2 кВт на 1000 м<sup>3</sup> повітря, яке очищується. Схематично секцію електрофільтра зображено на рис. 2.19. Розрахунок і вибір повітряних фільтрів розпочинають після обґрунтування типу прийнятого фільтра та вибору параметрів, які характеризують цей фільтр (табл. 2.4).



**Рис. 2.19. Схема секції електрофільтра:**

- 1 – коронувальний електрод;  
2 – уловлювальний електрод;  
3 – бункер для збирання вловленого пилу

Визначають необхідну площу фільтрувальної поверхні фільтра за формулою, тобто

$$F_{\phi} = \frac{L}{L_{num}}, \quad (2.18)$$

---

---

де  $L$  – кількість повітря, м<sup>3</sup>/год, яке очищується в фільтрі;  
 $L_{num}$  – питоме повітряне навантаження, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год).

Визначають розрахункову кількість комірок (чарунок) фільтра, наприклад типу ФяР, прийнявши площу фільтрувальної поверхні однієї комірки  $f$ , за формулою

$$n_p = \frac{F_\phi}{f}, \quad (2.19)$$

де  $f = 0,22$  м<sup>2</sup> для комірки фільтра типу ФяР.

Визначають кількість пилу, який буде вловлюватися в фільтрі, за формулою

$$m_{po} = \frac{L \cdot q_n \cdot \eta}{n_y \cdot 100}, \quad (2.20)$$

де  $q_n$  – початкова концентрація пилу, г/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – ступінь очищення, %;

100 – перевідний коефіцієнт.

Визначають пилоємність однієї комірки фільтра за формулою

$$P_1 = P \cdot f, \quad (2.21)$$

де  $P$  – пилоємність фільтра, г/м<sup>2</sup>, береться з табл. 2.4.

Визначають час роботи фільтра  $m$ , год, до регенерації за формулою

$$\tau = \frac{P_1}{m_{po}} \quad (2.22)$$

Формують встановлювальні щільники для монтування в них чарунок фільтра в припливній установці.

#### 2.7.4. Калорифери, їх класифікація, конструкції і розрахунок

Необхідність нагрівання зовнішнього повітря, яке подається у приміщення системами загальнообмінної припливної з механічним спонуканням вентиляції, виникає в холодний період року. Під час роботи системи опалення в приміщенні нагрівання припливного вентиляційного повітря необхідне для забезпечення в робочій зоні нормованих метеорологічних параметрів повітряного середовища.

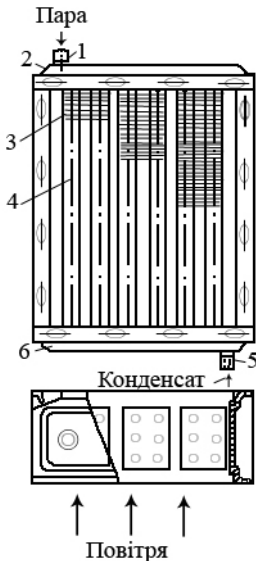
Нагрівання припливного повітря в системах механічної вентиляції відбувається в калориферах. Крім цього, калорифери використовуються в системах кондиціонування повітря, повітряного опалення, у



повітряних завісах промислових будівель, сушильних камерах тощо. Залежно від певних ознак калорифери поділяють:

- за типом теплоносія:  
вогневі; водяні; парові; електричні;
- за наявністю ребер (типом поверхні):  
ребристі; гладкотрубні;
- за типом ребер:  
пластинчасті; спірально-навивні;
- за кількістю ходів теплоносія (характером руху):  
одноходові; багатоходові;
- за кількістю трубок походу повітря (в глибину):  
середньої моделі; великої моделі.

Водяні й парові калорифери отримали перевагу у використанні. Нагрівання повітря в них відбувається за рахунок конвективної передачі теплоти під час обтікання повітрям поверхні, яка передає теплоту. На рис. 2.20 зображено конструкцію одноходового калорифера з його основними елементами. Необхідно зазначити, що в одноходових калориферах підвідний та відвідний патрубки теплоносія розташовані з протилежних торцевих боків.

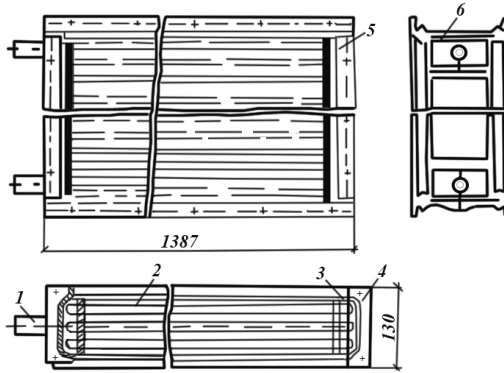


**Рис. 2.20. Конструкція сталевих пластинчастого одноходового калорифера (марка КФС):**

- 1 – підвідний штуцер; 2 –металева розподільна коробка; 3 – пластини-ребра;  
4 – трубки для теплоносія; 5 – відвідний штуцер; 6 – металева збірна коробка

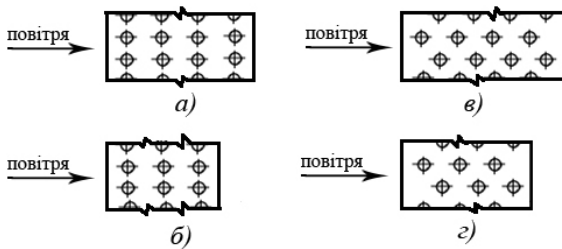
Багатоходові калорифери відрізняються від одноходових наявністю у розподільних коробках поперечних перетинок, які створюють послідовність руху теплоносія по трубках. Швидкість руху теплоносія за однакової витрати з одноходовими збільшується; у зв'язку з чим інтенсивність теплопередачі зростає. Зовнішньо багатоходові калорифери відрізняються від одноходових (рис. 2.21) тим, що підвідний і відвідний патрубків-штуцери для теплоносія розташовані з одного торцевого боку. На рис. 2.22 схематично зображено моделі калориферів

залежно від кількості трубок для теплоносія за рухом повітря, а також від їх розташування – коридорного (рис. 2.22, *а, б*) та шахового (рис. 2.22, *в, з*). За кількістю рядів трубок калорифери поділяються на дві моделі: середня (С) з трьома рядками труб (рис. 2.22, *б, з*) і велику (В) – з чотирма рядками (рис. 2.22, *а, в*).



**Рис. 2.21. Конструкція сталевого пластинчастого одноходового калорифера (марка КВСБ-II):**

1 –приєднувальний штуцер; 2–трубки для проходження теплоносія;  
3–металева розподільна коробка з трубною решіткою; 4 – кришка розподільної коробки; 5 – гофровані сталеві пластини, які насаджені на трубки; 6 – боковий щиток



**Рис. 2.22. Моделі калориферів (схематично):**

*а* – велика з коридорним розташуванням трубок; *б* – середня з коридорним розташуванням трубок; *в* – велика з шаховим розташуванням трубок;  
*з* – середня з шаховим розташуванням трубок

Ребристі калорифери мають ребра на трубках, що збільшує площу теплопередачі, тому в основному використовують ребристі калорифери. Приєднання ребер до поверхні трубок виконується різними способами:

шляхом насаджування на всі трубки суцільних пластин з кроком 5 мм, або навиванням окремо на кожну трубку металеві стрічки з таким же кроком (рис. 2.23). Трубки калориферів у поперечному перерізі бувають круглими та овальними, а пластини – круглими та прямокутними.

Крім сталевих калориферів, у яких трубки і пластини виконані зі сталі, застосовуються біметалеві калорифери. Теплообмінний елемент біметалевих калориферів виконано з двох трубок, насаджених одна на одну. Внутрішня трубка – зі сталі діаметром  $16 \times 1,2$  мм, а зовнішня – алюмінієва з накатаними на неї ребрами з кроком ребер 2,8 мм. Ребро при основі має товщину 0,8 мм, на вершині – 0,3 мм, а профіль – трапецієподібний.

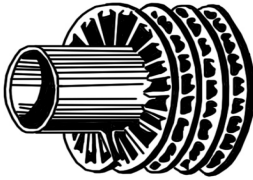


Рис. 2.23. Спірално-навивне розташування ребер на трубці калорифера

Калорифери всіх моделей можуть бути встановлені паралельно та послідовно щодо повітря, яке проходить через них. Схематично встановлення калориферів подано на рис. 2.24.

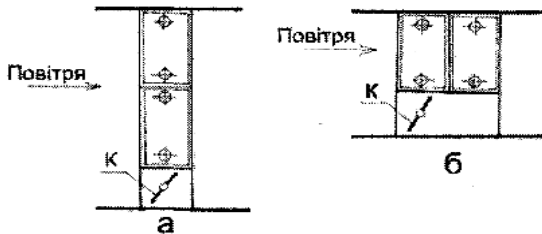


Рис. 2.24. Встановлення калориферів за напрямом повітря (схематично):  
а – паралельно; б – послідовно; К – обвідний клапан

*Паралельне* устанавлення калориферів використовується у тому випадку, коли необхідно нагріти значну кількість повітря на незначну різницю температур.

*Послідовне* устанавлення калориферів використовується за необхідності нагрівання невеликої кількості повітря на значну різницю температур.

Під час компонування калориферів в устанавку необхідно застосовувати однотипні калорифери однієї моделі і номера.

---

---

### 3. ГАЗОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ

#### 3.1. СКЛАД ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ

Газ як високоефективний енергоносіє широко використовується нині як у побуті, так і на виробництві. У порівнянні з твердим та рідким паливом використання газу має низку переваг, а саме: високий коефіцієнт корисної дії газового обладнання, повнота та бездимність згоряння, зручність зберігання та транспортування, простота газових пальників і камер згоряння та ін. У побуті та в промисловості використовують в основному природний газ, який добувають із газових або газонафтових родовищ. Значно рідше використовують штучні гази, які отримують у процесі термічної переробки рідкого чи твердого палива. Властивості газу як палива визначаються його складовими частинами, а саме: кількістю горючих газів і баластових домішок. Горюча частина газу складається переважно із вуглеводів (метан, етан, пропан, бутан, пентан), водню та оксиду вуглецю. Вміст метану в природних газах складає 93–98% і тому його властивості практично повністю визначають властивості природного газу. До баластової частини газу відносять сірководень, аміак, водяні пари, нафталін, пил, азот, кисень та ін. Значна кількість баластних домішок у горючих газах знижує теплотворну здатність газу та збільшує його питому вагу, що вимагає додаткових капітальних та експлуатаційних витрат (необхідність очищення газу, завищення діаметрів трубопроводів, збільшення втрат напору). Крім того, до складу газу входять токсичні речовини (сірководень, оксид вуглецю та ін.), що вимагає певних заходів безпеки, а саме: не допускати витоків газу, забезпечити повноту його згоряння та відвід продуктів згоряння, запобігати утворенню вибухонебезпечних концентрацій.

Основні компоненти горючої частини природного газу:

*Метан*  $CH_4$  – нетоксичний газ без кольору, запаху та смаку. Маса 1  $nm^3$  метану рівна 0,717 кг. При зниженні температури переходить у рідкий стан (зріджений газ) і його об'єм зменшується майже в 600 разів, що дуже зручно під час вирішення питань зберігання та транспортування. Питома теплота згоряння метану складає 35880–39820  $kJ/m^3$ , при згорянні 1  $nm^3$  метану утворюється 10,52  $m^3$  продуктів згоряння. Поряд з метаном, як правило, присутні вуглеводи метанового ряду ( $C_2H_6$  – етан,  $C_3H_8$  – пропан,  $C_4H_{10}$  – бутан та інші).

---

---

*Оксид вуглецю CO*, також немає кольору, запаху та смаку, але на відміну від метану токсично впливає на людей, бо легко вступає в реакцію з гемоглобіном крові. При вмісті в повітрі 0,04% CO приблизно 30% гемоглобіну крові вступає в хімічне з'єднання з оксидом вуглецю, при 0,1%–50%, при 0,4% більше 80%. Оксид вуглецю відноситься до високотоксичних газів і тому знаходиться у приміщенні, де в повітрі є 0,2% CO, протягом однієї години шкідливо для організму, а при концентраціях CO в повітрі 0,5% знаходиться у приміщенні навіть протягом 5-ти хвилин небезпечно для життя. Гранично допустима концентрація CO в повітрі приміщення під час використання газу для комунально-побутових потреб складає 0,2 г на 100 м<sup>3</sup>.

*Водень H<sub>2</sub>* – нетоксичний газ без кольору, запаху та смаку. Маса 1 м<sup>3</sup> водню рівна 0,09 кг. Питома теплота згоряння водню складає 12750 кДж/м<sup>3</sup>, при згорянні утворюється 2,88 м<sup>3</sup> продуктів згоряння. До баластової частини природного газу відносять певні елементи.

*Азот N<sub>2</sub>* – газ густиною 1,25 г/м<sup>3</sup>, без кольору, запаху та смаку, який практично не реагує з киснем і не враховується при розрахунках процесу горіння. Вміст азоту в природних газах може коливатися в широких межах.

*Вуглекислий газ CO<sub>2</sub>* – токсичний газ густиною 1,98 г/м<sup>3</sup>, без кольору, з кислуватим смаком та запахом. При концентраціях CO<sub>2</sub> в повітрі 4–5% виникає сильне подразнення органів дихання, а при 10%–ній концентрації має місце важке отруєння. Вуглекислий газ важче повітря в 1,53 раза.

*Кисень O<sub>2</sub>* – газ густиною 1,43 г/м<sup>3</sup>, без кольору, запаху та смаку. Присутність кисню в газі знижує питому теплоту згоряння і робить його вибухонебезпечним. Тому вміст кисню в газі не повинен бути більшим 1% від об'єму.

До шкідливих домішок відносять такі гази:

*Сірководень H<sub>2</sub>S* – токсичний газ без кольору з сильним запахом тухлих яєць. Сірководень діє на метали з утворенням сульфідів, що призводить до інтенсивної корозії газопроводів та обладнання, особливо при присутності в газі H<sub>2</sub>O та O<sub>2</sub>. Під час згоряння сірководень утворює сірчаний газ, який дуже шкідливий для здоров'я і агресивний до металу. Маса сірководню рівна 1,54 кг/м<sup>3</sup>, допустима концентрація в газі – 2г H<sub>2</sub>S на 100 м<sup>3</sup> газу;

*Ціанистоводнева (синильна) кислота HCN* – рідина без кольору з температурою кипіння 26°C. Внаслідок такої низької температури кипіння знаходиться в горючих газах в газоподібному стані. Синильна

---

---

кислота сильно отруйна, викликає швидку корозію заліза, міді, олова, цинку та їх сплавів. Максимальна гранична концентрація (в перерахунку на HCN) – 5 г на кожні 100 м<sup>3</sup> газу.

Оскільки природні гази практично не мають кольору, запаху та смаку, то для того, щоб своєчасно виявити витіки, всі горючі гази, які направляються в міські газопроводи, підлягають одоризації, тобто їм надають різкого, відмінного від всіх побутових, специфічного запаху. За цим запахом горючі гази легко виявити навіть за незначних концентрацій у повітрі приміщень. Одоризація газів здійснюється спеціальними одорантами, які мають сильний запах. Найчастіше для цього застосовують етил меркаптан, за якого запах газу відчувається навіть тоді, коли його концентрація у приміщенні набагато менша за нижню межу вибуховості. Продукти згоряння одорантів запаху не мають. Для одоризації 1000 м<sup>3</sup> природного газу потрібно близько 16 г (19 мл) одоранту.

До основних фізико-хімічних властивостей горючих газів, що мають практичне застосування під час розрахунку, проектування та конструювання обладнання та систем газопостачання, відносять: тиск, питому вагу, в'язкість, теплотворну здатність, температуру горіння та запалювання, швидкість поширювання полум'я.

Залежно від максимального робочого тиску газорозподільні мережі за ДБНВ. 2.5-20-2001 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання” поділяють на газопроводи:

- високого тиску 1 категорії.....; від 0,6 до 1,2 МПа;
- теж саме, для зріджених вуглеводневих газів.....від 0,6 до 1,6 МПа;
- високого тиску 2 категорії..... від 0,3 до 0,6 МПа;
- середнього тиску..... від 0,005 до 0,3МПа;
- низького тиску..... до 0,005 МПа включно.

Питома вага (для газів ототожнюють з об'ємною вагою) суміші горючих газів залежить від їх складу і може коливатись в межах 0,65–1,2 кг/м<sup>3</sup>. Переважно питома вага природного газу складає 0,73–0,87кг/м<sup>3</sup>.

*В'язкість* – властивість газу чинити опір взаємному переміщенню його частинок під дією прикладених сил. У технічних розрахунках користуються кінематичним коефіцієнтом в'язкості.

*Теплотворна здатність або питома теплота згоряння газового палива* – кількість тепла, яке виділяється при повному згорянні 1 м<sup>3</sup> газу. Теплотворна здатність природних газів складає 38–42 тис. кДж/м<sup>3</sup>.

---

---

*Температура горіння* – це температура, яку отримують виробни під час спалювання газоподібного палива. Температура горіння залежить від складу суміші газів, способу спалювання, надлишку повітря і знаходиться в межах 1100–2600°С.

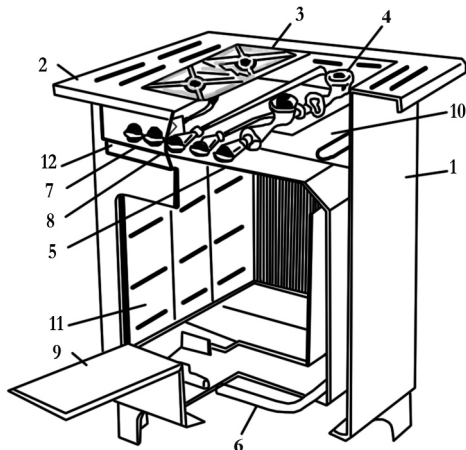
Температура запалювання для суміші горючих газів величина непостійна і залежить від процентного вмісту газоповітряної суміші, повноти перемішування газу з повітрям, конструкції пальників, розмірів топкового об'єму та ін.

Швидкість поширення полум'я має важливе значення під час конструювання газових пальників, бо суттєво впливає на повноту згоряння газу, проскакування полум'я, зниження ККД, шумне згасання та ін.

### **3.2. ГАЗОВІ ПРИЛАДИ ТА ПАЛЬНИКИ**

Можливість встановлення газового обладнання та прокладання газопроводів у будинках різного призначення слід визначати відповідно до будівельних норм і правил на проектування цих будинків та вимог ДБН В.2.5-20-2001 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання”. Класифікація побутового газового обладнання визначається чинними стандартами. Окремі з них включають групи газових приладів, які об'єднуються за призначенням та конструктивними особливостями. Основним елементом газових приладів є газові пальники.

У житлових будинках передбачають встановлення газових побутових плит, газового обладнання для гарячого водопостачання та поквартирного опалення. Поверховість житлових будинків під час встановлення газового обладнання для опалення та гарячого водопостачання з відводом продуктів згоряння в димовий канал і газових плит приймається згідно з вимогами СНиП 2.08.01-89.



**Рис. 3.1. Газова плита ПГ-4/1:**

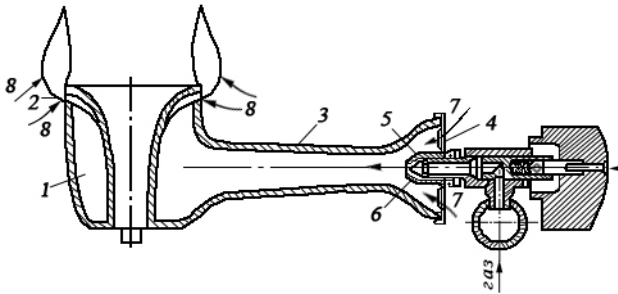
- 1 – корпус;
- 2 – робочий стіл
- 3 – підставка для посуду;
- 4 – конфоркові пальники;
- 5 – рампа управління;
- 6 – пальники духової шафи;
- 7,8 – крани пальників;
- 9 – дверцята духової шафи;
- 10 – піддон;
- 11 – корпус духової шафи

Найбільше поширення в житлових будинках для приготування їжі отримали чотириконфоркові газові плити (рис. 3.1). В основному всі газові плити за обладнанням та принципом роботи мало відрізняються і їх класифікують за якісними показниками: вищий клас “а”, вищий клас “б”, перший клас “а” і перший клас “б”. Плити вищого класу обладнують, програмним забезпеченням, автоматичними пристроями для запалювання і відключення пальників та для регулювання температури духової шафи.

На газових плитах використовують переважно багатофакельні інжекційні конфоркові пальники низького тиску (рис.3.2) для приготування їжі і дифузійні пальники для нагрівання духової шафи. Найпростіші за конструкцією дифузійні пальники, які виготовляють з трубки з висвердленими отворами. У дифузійних пальниках повітря, яке необхідне для згорання газу, поступає з оточуючого простору до фронту факела за рахунок дифузії, тобто газ надається в пальник без домішки первинного повітря і змішується з повітрям за межами пальника. Такі пальники називають пальниками зовнішнього змішування. На відміну від дифузійних, в інжекційних пальниках має місце підсмоктування первинного повітря за рахунок енергії струменя газу (рис. 3.2). Залежно від кількості повітря, що підсмоктується в інжекційну камеру, пальники можуть бути з неповною інжекцією повітря або повною попереднього змішування газу з повітрям.



Загальні вимоги до пальників всіх типів: забезпечення повноти згоряння газу; стійкість в роботі при зміні теплової потужності; надійність в експлуатації; компактність і зручність в обслуговуванні.



**Рис. 3.2. Газовий пальник низького тиску для плит:**

- 1 – камера змішування; 2 – розсіювач полум'я; 3 – інжектор;  
4 – регулятор підсмоктування повітря; 5 – форсунка; 6 – сопло; 7 – первинне повітря для змішування з газом; 8 – вторинне повітря для забезпечення повноти згоряння газу

Важливою характеристикою пальників і газових приладів у цілому є теплова потужність, яка визначається як добуток теплоти згоряння газу на його годинні витрати, тобто

$$Q_z = Q_n \cdot V_z, \quad (3.1)$$

де  $Q_z$  – теплова потужність пальника, МВт (ккал/г);

$Q_n$  – нижча теплотворна продуктивність газу, кДж/м<sup>3</sup>;

$V_z$  – годинні витрати газу пальником, м<sup>3</sup>/г.

Розрізняють максимальну, мінімальну і номінальну теплову потужність газових пальників і приладів у цілому. Максимальна теплова потужність досягається за тривалої роботи пальника з великими витратами газу і без відриву полум'я. Мінімальна теплова потужність визначається за стійкої роботи пальника при найменших витратах газу без проскоку полум'я. Номінальна (нормальна) теплова потужність пальника відповідає режиму роботи з номінальними витратами газу, тобто з витратами, які забезпечують найбільший ККД за найбільшої повноти спалювання газу. У паспорті приладів вказують номінальну теплову потужність.

До основних характеристик газових приладів відносять також теплопродуктивність приладу та коефіцієнт корисної дії.

*Теплопродуктивність приладу* – це кількість теплоти, яка передається за одиницю часу тілу, що нагрівається

$$Q_n = G \cdot c(t_2 - t_1), \quad (3.2)$$

де  $Q_n$  – теплопродуктивність приладу, кДж/кг;  
 $G$  – кількість речовини, яка нагрівається, кг;  
 $t_1$  – температура тіла до початку нагрівання, °С;  
 $t_2$  – температура тіла після нагрівання, °С;  
 $c$  – питома теплоємність тіла, що нагрівається, кДж/(кг°С).

Коефіцієнтом корисної дії приладу (ККД) називається відношення теплопродуктивності приладу до його теплового навантаження:

$$h = Q_n / Q_c. \quad (3.3)$$

Для побутових газових плит ККД повинен бути не нижче 55%, а для водонагрівачів не менше 80%.

Для гарячого водопостачання слід передбачати проточні або емнісні газові водонагрівачі, а для опалення та гарячого водопостачання – емнісні газові водонагрівачі, малометражні опалювальні котли та інше опалювальне обладнання (конвектори, калорифери, каміни, термоблоки), призначені для роботи на газовому паливі. В одному приміщенні житлових будинків не допускається установка більше двох емнісних водонагрівачів або двох малометражних опалювальних котлів, або двох інших типів газового обладнання.

Для опалення приміщень житлових будинків висотою до 10 поверхів включно допускається передбачати газові каміни, конвектори, калорифери та інші типи опалювального газового обладнання заводського виготовлення з відводом продуктів згоряння через зовнішню стіну будинку (за схемою, передбаченою заводом-виробником).

Теплопродуктивність, номінальні витрати газу та ККД окремих газових приладів наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

### Характеристики окремих газових приладів

Найменування приладів	ККД %	Теплопродуктивність, кВт	Номінальні витрати газу, м <sup>3</sup> /г
1	2	3	4
Плити газові:			
- двоконфоркова ПГ-2	56	7	0,75
- чотирьоконфоркова ПГ-4/1	56	11,8	1,25
Водонагрівачі:			
а) проточні: ВПГ-18	82	18	2,3
ВПГ-23	83	27,8	2,94
Баярд 10	86	17,4	2,2
Баярд 13	86	227	2,8

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Баярд 16	86	27,8	3,4
б) ємнісні: АГВ - 80	82	19,2	0,75
АГВ-120	82	7	1,5
в) двоконтурні: АОГВ-6-3-У	80	6,9	
АОГВ-10-3-У	82	11,6	
АОГВ-20-3-У	92	23,2	
NESTRA2.23	92	23,2	2,8
MESTRA2.28	92	28	3,3
ПУМА	91	10–24	ОП2,5-3; ГВ 9,8–11,9
ЭКО240	91	10,6–24	2,8
ЛУНА2000	91	24	2,8
Газові опалювальні котли:			
СУПРИМА 30–100	93	5,5–28,7	1,05–3,42
СЛИМА50	93	22,1–29,7	2,6–3,5
КГБ 12,5–100	91	12,5–100	1,3–10,6
ЖИТОМИР 10–20x4	90	20– 92	2,2–10
КС-ТГВ-10–30	83	10–30	
Рівне-30–80ГС	86	30–80	
Unico	91	4–29	1,4–3,2
Газовий камін ВЕНТВОРС		4	0,15
Газовий радіатор PR-4	86	3,6	

Нині на ринку побутової газової техніки представлено багато приладів іноземних фірм (BOSCH, ARDO, ZANUSSI, DE'LONGHI, ELECTRO LUX та ін.), які за своїми характеристиками придатні для використання в системах газопостачання України. Здебільшого ці прилади мають вищі, ніж вітчизняні, технологічні показники та кращий дизайн, що сприяє їх широкому застосуванню.

### **3.3. СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ ТА ОКРЕМИХ ОБ'ЄКТІВ**

Система газопостачання населених пунктів – це комплекс трубопроводів та інженерних споруд, які призначені для безперервної подачі газу споживачам. Магістральними трубопроводами природний газ транспортується від родовищ до населених пунктів або промислових об'єктів. На магістралях на віддалі приблизно в 150 км влашто-

---

---

вують компресорні станції, які підтримують тиск до 5–7,5 МПа. Перед містом магістралі підходять до газорозподільної станції (ГРС). На ділянці газопроводу перед ГРС можуть влаштовуватись підземні сховища газу для вирівнювання годинної нерівномірності споживання газу або проектують завищені діаметри цієї ділянки, щоб мати акумулювальну ємність. На ГРС газ проходить через фільтри, регулятори тиску та одоризується.

Подання газу до споживачів забезпечується системами газопостачання, які поділяються на централізовані й місцеві. Місцеві системи газопостачання (індивідуальні) складаються з одного–двох балонів (місткістю 50 л), що обладнані регуляторами тиску. Для централізованих систем газопостачання тиск газу в газопроводах, що прокладаються всередині будинків, не повинен перевищувати таких величин, МПа:

0,6 – для виробничих будинків промислових підприємств і будинків сільськогосподарських підприємств, а також окремо розташованих підприємств побутового обслуговування населення (лазні, пральні, фабрики хімчистки тощо);

для котельень, які розташовані окремо або прибудовані до виробничих будинків чи вбудовані в ці будинки;

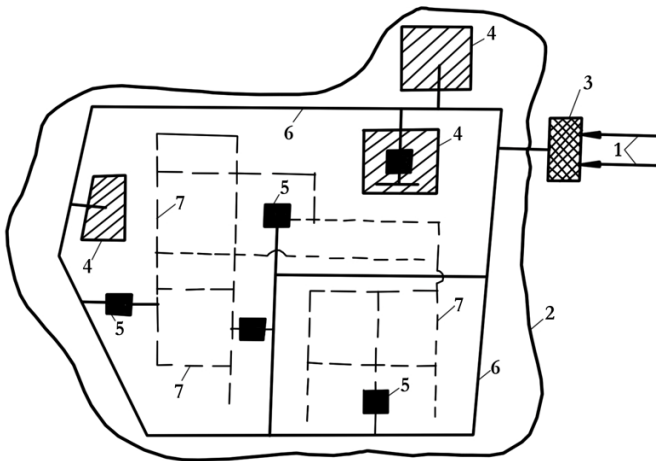
0,005 – для котельень, які прибудовані до житлових будинків або прибудованих чи вбудованих у будинки громадського призначення;

для дахових котельень будинків всіх призначень;

0,003 – для житлових будинків;

для приміщень підприємств торгівлі, побутового обслуговування населення, громадського харчування, аптек, установ (крім котельень) тощо, які прибудовані до житлових будинків чи вбудовані в них.

Основним елементом міських систем газопостачання є газові мережі. За мережами з різним тиском газу системи газопостачання населених пунктів розділяють на одноступеневі, коли подача газу різним споживачам здійснюється тільки газопроводами одного тиску; двоступеневі, які складаються з мереж низького та середнього (рис. 3.3) або високого та низького тиску; треступеневі, з подачею газу споживачам газопроводами трьох тисків – високого 1 або 2 категорії, середнього та низького; багатоступеневі, при яких розподіл газу здійснюється газопроводами чотирьох тисків: високого 1 та 2-ої категорії, середнього та низького.



**Рис. 3.3. Двоступенева схема газопостачання населеного пункту:**  
 1 – магістральні газопроводи; 2 – границі населеного пункту; 3 – ГРС;  
 4 – промисловий об’єкт; 5 – ГРП; 6 – газові мережі середнього тиску;  
 7 – газові мережі низького тиску

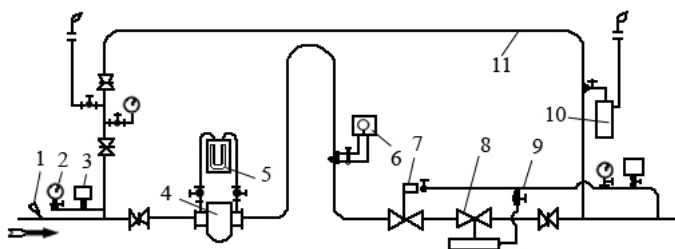
Використання мереж з різним тиском зумовлюється декількома причинами, а саме:

- у місті є споживачі, які потребують різних тисків газу;
- внаслідок значної довжини міських газопроводів;
- черговою забудови, розширенням і реконструкцією мереж;
- необхідністю локального акумулювання газу (потрібно мати перепад тиску для підвищення ККД використання ємностей).

З’єднання мереж з різним тиском газу здійснюється тільки через ГРП, ГРПБ, ШРП, ГРУ (ГРП – газорозподільні пункти; ГРПБ – теж саме, блокові; ШРП – шафові газорозподільні пункти; ГРУ – газорозподільні установки), які є автоматичними пристроями, що виконують такі функції:

- ♦ знижують тиск газу, який надходить з газопроводу, до заданої величини;
- ♦ підтримують заданий тиск на виході незалежно від зміни споживання газу та його тиску перед газорозподільними пунктами чи газорозподільними установками;
- ♦ припиняють подачу газу під час підвищення чи пониження тиску після газорозподільних пунктів та установок понад заданих меж;

- ◆ очищують газ від механічних домішок;
- ◆ проводять облік кількості газу.



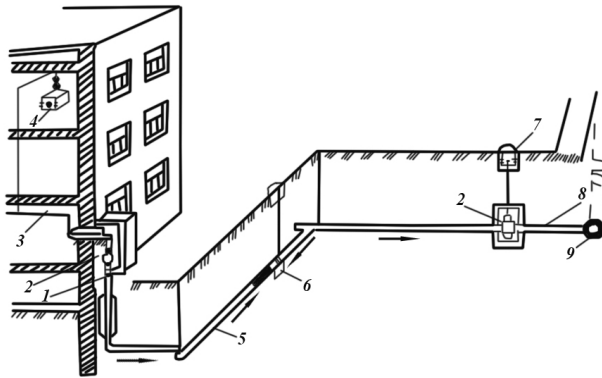
**Рис. 3.4. Принципова схема ГРП**

ГРП та ГРПБ, як правило, розміщують в окремих будівлях, а ШРП та ГРУ – у спеціальних шафах. На рис. 3.4 показана принципова схема ГРП з таким обладнанням: регулятором тиску 8, який призначений для пониження тиску газу і підтримання його на заданому рівні; запобіжно-запірним клапаном 7, який встановлюється перед регулятором тиску і призначений для автоматичного відключення подачі газу споживачам при виході з ладу регулятора; скидним пристроєм 10, який служить для аварійного скидання в атмосферу частини газу при підвищенні вхідного тиску на 5% вище встановленого; фільтром 4 для очищення газу від механічних домішок; арматурою для відключення; контрольно-вимірювальними приладами 5, що забезпечують заміри тисків газу до та після фільтра і регулятора. До комплекту контрольно-вимірювальних приладів можуть входити газові лічильники 6 та прилади телемеханіки.

### **3.4. ДВОРОВІ МЕРЕЖІ ТА ГАЗОПРОВОДИ-ВВОДИ**

Під час будівництва зовнішніх газопроводів використовують сталеві та пластмасові труби. Останні передбачають для підземних газопроводів територією міста – тиском до 0,3 МПа, а територією селищ і сіл та на міжселищних газопроводах – тиском до 0,6 МПа. Металеві труби для газопроводів – це, як правило, труби, що виготовлені з вуглецевої сталі: електрозварені прямошовні (ГОСТ 10705-80, група “В”) та безшовні гарячекатані (ГОСТ 8731-74\*, ГОСТ 1050-74). Матеріали (труби, фасонні деталі, арматура, зварювальний дріт тощо), які використовуються для монтажу систем

газопостачання, повинні мати сертифікати, що підтверджують їх відповідність вимогам Ддржстандарту, а обладнання – паспорти та інструкції з монтажу та експлуатації.



**Рис. 3.5. Схема газопостачання житлового будинку:**

- 1 – ввід; 2 – запірна арматура; 3 – внутрішній газопровід; 4 – газовий прилад;  
5 – дворовий газопровід; 6 – конденсатозбірник; 7 – ковер; 8 – відгалуження;  
9 – мережа низького тиску

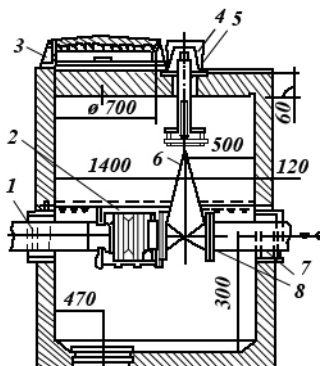
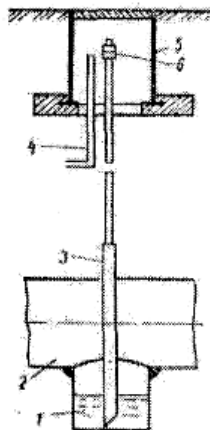
Житлові будинки найчастіше приєднуються до газопроводів низького тиску (рис. 3.5). Дворовими газопроводами подають газ від відгалужень до окремих будинків і ввідів. Відгалуження 8 служить для подання газу в дворову мережу 5 і приєднується до вуличної мережі в точці, найближчій до будинку, що газифікується, або групи будинків. У кінці відгалуження встановлюється запірна арматура 2 (засувка, край або гідрозатвір), яку розташовують у колодязі. Ці колодязі влаштовують з негорючих, вологостійких і біостійких матеріалів за умови непроникнення в них ґрунтової води. Зовнішню поверхню стінок колодязів виконують гладкою, обштукатуреною та покритою бітумними гідроізоляційними матеріалами.

При зміні температурних умов на газопроводі виникають розтягувальні зусилля, які можуть розірвати зварні стики або інші з'єднання. Щоб уникнути цього, на газопроводі, і особливо біля засувок у колодязі, встановлюють лінзові компенсатори (рис. 3.6), які гасять ці зусилля. Крім гасіння температурних деформацій, компенсатори дозволяють легко демонтувати і замінювати засувки та прокладки. Лінзові компенсатори розташовують після засувок за рухом газу.

Для збирання конденсату передбачаються конденсатозбірники у вигляді циліндричних горшків, що приварюються до трубопроводу знизу. Через відвідну трубу зібраний конденсат відкачується насосом. Конденсатозбірники (рис.3.7) встановлюються в понижених точках трубопроводу, нижче від глибини промерзання ґрунту. Трубопровід прокладають з нахилом до конденсатозбірника.

**Рис. 3.6. Газовий колодязь:**

- 1 – газопровід; 2 – лінзовий компенсатор;  
 3 – люк; 4 – ковер; 5 – шток; 6 – засувка;  
 7 – сальник; 8 – фланці; 9 – прямок



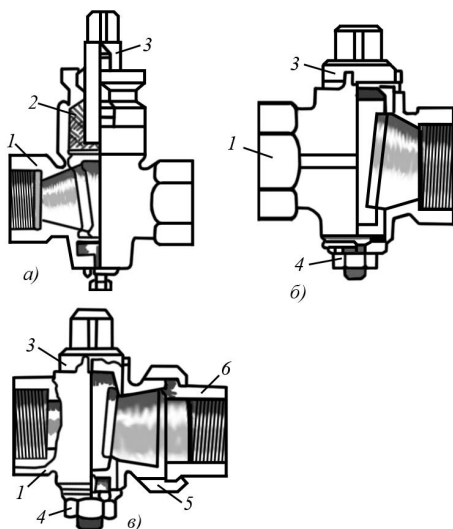
**Рис. 3.7. Конденсатозбірник:**

- 1 – горшок; 2 – газопровід; 3 – трубка для відводу конденсату; 4 – резервний скид; 5 – ковер; 6 – штуцер із заглушкою

При підходах підземних газопроводів до стін будинків (при улаштуванні вводів) над газопроводами-вводами для можливості своєчасного виявлення витоків газу з підземних газопроводів повинна передбачатися установка контрольних трубок (КТ). Підземні сталеві газопроводи слід захищати від ґрунтової корозії захисним ізоляційним покриттям дуже посиленого типу та від корозії блукальними струмами



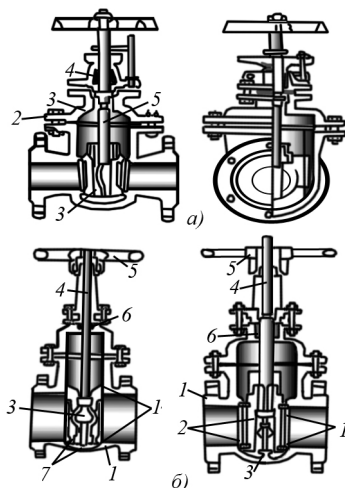
катодним або протекторним способом. На вводах зовні будинків (на стояках надземного вводу) повинні бути встановлені сталеві пробки діаметром умовного проходу 20–25 мм. Запірну арматуру на вводі (крани або засувки – рис. 3.8, 3.9) встановлюють на висоті не більш за 1500 мм від рівня землі. Діаметри ввідів визначають за розрахунком, але приймають не менше 50 мм. Запірну арматуру вводу монтують не вище ніж 1,5 м від рівня землі.



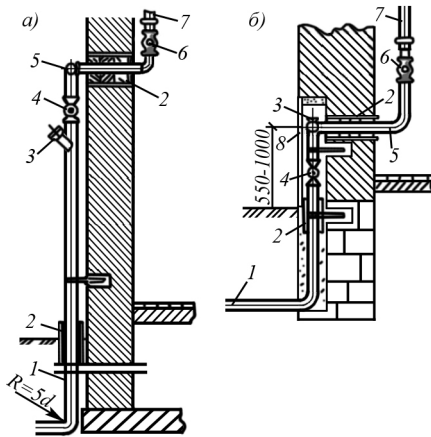
**Рис. 3.8. Крани газові коркові:**

*a* – сальникові; *б* – натяжний;  
*в* – цапковий: 1 – корпус;  
 2 – сальник; 3 – корок;  
 4 – натяжна гайка; 5 – накидна гайка; 6 – муфта

**Рис. 3.9. Засувки газові:**  
*a* – клинова дводискова з невисувним шпинделем: 1 – диск; 2 – корпус;  
 3 – кришка; 4 – шпindel; 5 – сальник;  
*б* – з висувним шпинделем:  
 1 – корпус; 2 – диск; 3 – клин; 4 – шпindel; 5 – маховик; 6 – сальник;  
 7 – ущільнювальна поверхня



Можливі конструкції влаштування вводів наведені на рис. 3.10. Місця введення газопроводів у житлові будинки повинні передбачатися в нежилі приміщення, де є доступ для обслуговування газопроводів. В існуючих житлових будинках, що належать громадянам на правах приватної власності, допускаються вводи газопроводів здійснювати в житлові приміщення, де встановлені опалювальні прилади, за умови встановлення додаткових вимикальних пристроїв зовні будинків.



**Рис. 3.10. Влаштування вводу газопровода:**

- 1 – труба вводу газу; 2 – футляр; 3 – пробка; 4 – запірні арматура;
- 5 – розподільчий трубопровід; 6 – кран на стояку; 7 – стояк; 8 – двері шафи

Розміщення вимикальних пристроїв на газопроводах влаштовують у доступних для обслуговування місцях зовні будинків, на відстанях (по горизонталі): від дверних і віконних отворів не менше 0,5 м; до приймальних пристроїв припливної вентиляції – не менше 5 м.

Вводи газопроводів у громадські будинки передбачають безпосередньо в приміщення, де встановлені газові прилади, або в коридори. Вводи газопроводів у будинки промислових підприємств та інші будинки виробничого характеру здійснюють у приміщення, де знаходяться агрегати, що споживають газ, або в суміжні з ним приміщення за умови їх з'єднання відкритим отвором.

Відні газопроводи не повинні проходити через фундаменти та під фундаментами будинків. Не допускається ввід газопроводів у підвали, ліфтові приміщення, вентиляційні камери та шахти, приміщення сміттєзбірників, трансформаторних підстанцій та розподільчих пристроїв. У місцях проходів через зовнішні стіни будинків газопроводи прокладають у футлярах. Простір між стіною та футляром старанно

---

---

замуровується на всю товщину стіни. Кінці футляра повинні виступати за стінку не менш ніж на 3 см, а діаметр його приймається з умови, щоб кільцевий простір між газопроводом і футляром був не менше 5 мм для газопроводів номінальним діаметром не більше 32 мм і не менше 10 мм для газопроводів більшого діаметру. Простір між газопроводом і футляром необхідно закладати герметичними еластичними матеріалами. У межах футляра газопровід повинен бути зафарбований і не мати стикових з'єднань.

### **3.5. ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

У житлових будинках дозволяється передбачати встановлення газових побутових плит, газового обладнання для гарячого водопостачання та поквартирного опалення.

Газові плити в житлових будинках розташовують у приміщеннях кухонь висотою не менше 2,2 м, що мають вікно з кватиркою (фрамугою) або конструкцією жалюзійного типу, витяжний вентиляційний канал та природне освітлення. При цьому внутрішній об'єм приміщень кухонь повинен бути, м<sup>3</sup>, не менше: для газової плити з 2-а пальниками – 8; те ж з 3-а пальниками – 12; те ж з 4-а пальниками – 15.

За неможливості виконання зазначених вимог установка газових плит у кухнях або коридорах може бути допущена в кожному конкретному випадку за погодженням із місцевими органами санітарного та газового нагляду. Крім того, в існуючих житлових будинках допускається установка газових плит з деякими відхиленнями від перерахованих вимог.

Для гарячого водопостачання приймають проточні або ємнісні газові водонагрівачі, а для опалення та гарячого водопостачання – ємнісні газові водонагрівачі, малометражні опалювальні котли та інше опалювальне обладнання (конвектори, калорифери, каміни, термоблоки), призначені для роботи на газовому паливі. В одному приміщенні житлових будинків не допускається передбачати установку більше двох ємнісних водонагрівачів або двох малометражних опалювальних котлів, або двох інших типів газового обладнання. Під час установки в кухні газової плити та проточного водонагрівача з відводом продуктів згоряння в димохід об'єм кухні слід приймати таким же, як і під час встановлення лише газової плити.

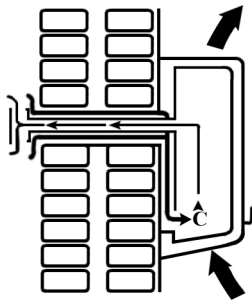
Для опалення приміщень житлових будинків висотою до 10 поверхів включно допускається передбачати газові каміни, конвектори,

---

---

калорифери та інші типи опалювального газового обладнання заводського виготовлення з відводом продуктів згоряння через зовнішню стіну будинку (за схемою, передбаченою заводом-виробником). При цьому подачу газу до газового обладнання, встановлюваного в приміщеннях житлового будинку (зокрема і розташованих у них громадських установ), слід передбачати самостійними відгалуженнями, на яких у місці приєднання до газопроводу повинні встановлюватися поза приміщеннями, де встановлено газове обладнання, вимикальні пристрої. Газові пальники опалювального газового обладнання повинні бути оснащені автоматикою безпеки та регулювання.

Установку водонагрівачів, опалювальних котлів та опалювальних апаратів з відводом продуктів згоряння в димохід або крізь зовнішню стіну будинку слід передбачати в кухнях або у відособлених нежитлих приміщеннях, які призначені для їхнього розміщення. Опалювальні апарати конвекторного типу з герметичною камерою згоряння і відводом продуктів згоряння через зовнішню стіну будинку (за схемою, передбаченою заводом-виробником) можуть встановлюватися у житлових і службових приміщеннях (рис.3.11).



**Рис. 3.11. Газові опалювальні прилади з герметичною камерою згоряння**

Теплова потужність конвекторів, що встановлюються у житлових приміщеннях, не повинна перевищувати 7,5 кВт. Установку газового опалювального обладнання сумарною тепловою потужністю до 30 кВт дозволяється передбачати в приміщенні кухні (незалежно від наявності плити та проточного водонагрівача) або у відособленому приміщенні, внутрішній об'єм кухні під час встановлення опалювального обладнання з відводом продуктів згоряння в димохід, повинен бути на 6 м<sup>3</sup> більше зазначеного вище (для газових плит). Відвід продуктів згоряння від опалювальних апаратів тепловою потужністю до 30 кВт дозволяється робити через димохід або зовнішню стіну будинку. Установку газового опалювального облад-

---

---

нання тепловою потужністю понад 30 кВт до 200 кВт слід передбачати у відособлених нежилых, вбудованих або прибудованих до житлових будинків приміщеннях.

Установку плити слід передбачати з негорючих матеріалів на відстані не менше 6 см від стіни. Допускається установка плити біля стін з важкогорючих і горючих матеріалів, ізольованих негорючими матеріалами (покрівельною сталлю по листу азбесту товщиною не менше 3 мм, штукатуркою тощо) на відстані не менше 7 см від стін. Ізоляція передбачається від підлоги і повинна виступати за габарити плити на 10 см з кожного боку і не менше 80 см зверху.

Установку настінного газового обладнання для опалення та гарячого водопостачання слід передбачати:

- на стінах із негорючих матеріалів на відстані не менше 2 см від стіни (зокрема від бокової);
- на стінах із важкогорючих і горючих матеріалів, ізольованих негорючими матеріалами (покрівельною сталлю по листу азбесту товщиною не менше 3 мм, штукатуркою тощо) на відстані не менше 3 см від стіни (зокрема від бокової). Ізоляція повинна виступати за габарити корпусу обладнання на 10 см і 70 см зверху.

Допускається установка цього обладнання біля стін із важкогорючих і горючих матеріалів без захисту на відстані не менше 25 см. При установці вищевказаного обладнання на підлозі з дерев'яним покриттям, остання повинна бути ізольована негорючими матеріалами, які забезпечують межу вогнестійкості конструкції не менше 0,75 год. Ізоляція підлоги повинна виступати за габарити корпусу обладнання на 10 см. Відстань у проєкті від виступаючих частин газового обладнання по фронту і в місцях проходу повинна бути не менше 1 м.

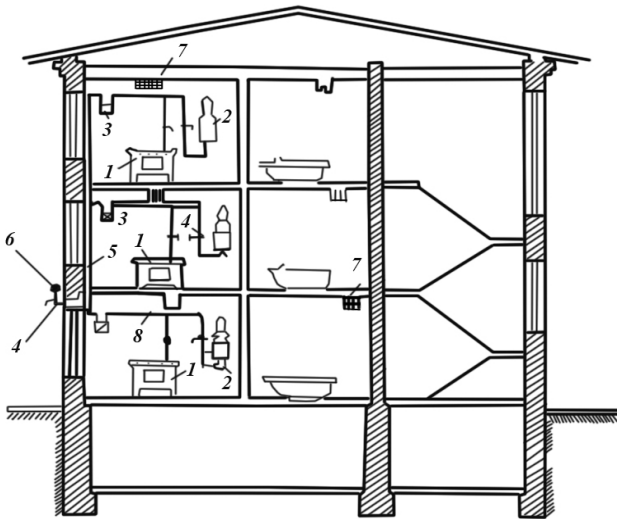
Для припливу повітря в приміщення, де розміщуються газові прилади і опалювальні апарати з відводом продуктів згорання в димохід, слід передбачати в нижній частині дверей або стіни, що виходять у суміжне нежиле приміщення, решітку або зазор між дверима та підлогою, або решітку, встановлену в зовнішній стіні приміщення. Ці вимоги не поширюються на приміщення, в яких установлюється опалювальне обладнання з герметичною камерою згорання, в яких забір повітря для горіння та відвід продуктів згорання газу здійснюється через зовнішню стіну будинку. Розмір живого перерізу припливного пристрою визначається розрахунком, при цьому він повинен бути не менше 0,02 м<sup>2</sup> для кухонь, в яких встановлена

газова плита, проточний водонагрівач та опалювальні газові апарати сумарною потужністю до 30 кВт.

Внутрішні газопроводи низького і середнього тиску монтують з водогазопровідних труб. Газопроводи прокладають відкрито. Приховане прокладання у вентиляованих ривчаках допускається як виняток. З'єднання труб, що прокладаються в житлових (службових) приміщеннях слід виконувати зварними, різьбові з'єднання допускаються тільки в місцях підключення газопроводу до опалювального газового обладнання, для приєднання арматури, газових і контрольно-вимірювальних приладів.

Прокладаючи трубопроводи по зовнішній стіні дворових фасадів, відстань між трубою і стіною приймають не меншою за радіус труби, але не більшою за 100 мм. У місцях перетину внутрішнього газопроводу з іншими трубопроводами відстань між трубами передбачають не меншою ніж 20 мм.

Газопровід прокладають на висоті не нижче ніж 2,2 м у місцях проходу людей і вище від дверних прорізів і воріт. Газопроводи не повинні перетинати віконних прорізів.



**Рис. 3.12. Схема внутрішнього газопостачання житлового будинку:**  
1 – газова плита; 2 – газовий проточний водонагрівач; 3 – газовий лічильник;  
4 – вимикальний корковий кран; 5 – газовий стояк; 6 – розподільчий  
трубопровід над вікнами 1-го поверху; 7 – вентиляційна решітка;  
8 – внутрішньоквартирні газопроводи

---

---

Газові стояки в житлових будинках прокладають у кухнях, сходових приміщеннях або коридорах. Встановлення стояків у житлових приміщеннях, ванних кімнатах і санвузлах, а також перетин газопроводами вентиляційних і димових каналів та шахт не допускається. Газові стояки встановлюють вертикально з допустимим відхиленням 2 мм на 1 м довжини.

На рис. 3.12 наведена схема внутрішнього газопостачання житлового будинку.

Вимикальні пристрої на газопроводах, що прокладаються в житлових та громадських будинках (за винятком підприємств громадського харчування та побутового обслуговування виробничого характеру) слід встановлювати зовні будинків і передбачати:

- для вимикання стояків, які обслуговують більше п'яти поверхів;
- перед лічильниками (якщо для вимикання лічильника неможливо використати вимикальний пристрій на вводі);
- перед побутовими плитами, опалювальними газовими приладами, печами та газовим обладнанням.

У середині будинків використовують латунні крани, які монтуються на спускові до газового приладу на висоті, не меншій за 1,5 м від підлоги. Вісь крана повинна бути паралельна до поверхні стіни. Перед краном встановлюють згін для можливості демонтажу газового приладу. Біля газових приладів, в яких спалюється газ із вмістом сірководню до  $2 \text{ мг/м}^3$ , необхідно встановлювати арматуру з мідних сплавів.

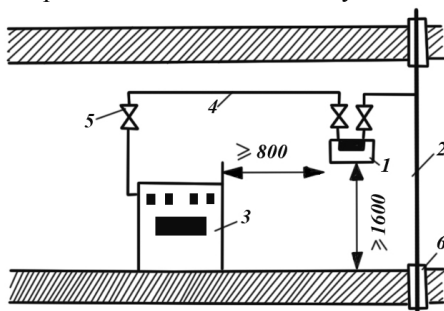
Приєднання до газопроводу побутових газових приладів, КВП та приладів автоматики, допускається передбачати гнучкими рукавами (гумові рукави, рукави в металевій оплітці та металорукави, які стійкі до газу при заданих тиску та температурі) після вимикального пристрою на відгалуженні газопроводу до цих приладів. Довжина приєднання газових плит та водонагрівачів металорукавами повинна бути не більше 2 м, а побутових газових лічильників – не більше 0,5 м. Забороняється приховане прокладання гнучких рукавів та пересічення гнучкими рукавами будівельних конструкцій, зокрема віконних і дверних отворів.

Під час установки в кухнях і приміщеннях житлових будинків проточних та ємнісних газових водонагрівачів, малометражних опалювальних котлів та інших апаратів, призначених для роботи на газовому паливі, з відводом продуктів згоряння у димоходи слід передбачати контроль мікроконцентрацій чадного газу (0,005 об'ємних

процентів CO) та довибухових концентрацій газу 20% нижньої концентраційної межі займистості шляхом установки квартирних сигналізаторів з виводом на індивідуальну попереджувальну сигналізацію. Ці вимоги не поширюються на приміщення, в яких установлюються газові конвектори, проточні та ємкісні водонагрівачі з герметичною камерою згоряння, у яких забір повітря для горіння та відвід продуктів згоряння газу здійснюється через зовнішню стіну будинку. Допускається застосування сигналізаторів з вимикальними газовими пристроями. Установку сигналізаторів слід здійснювати згідно з “Технічними вимогами та правилами щодо застосування сигналізаторів до вибухонебезпечних концентрацій паливних газів і мікроконцентрацій чадного газу у повітрі приміщень житлових будинків та громадських будинків і споруд”.

Для виміру кількості спожитого в житлових будинках природного газу застосовують побутові газові лічильники (табл.3.2). Газовий лічильник встановлюють на ввіді в будинок (на відгалуженні в квартиру) в місцях, які виключають можливість пошкодження його під час відкривання дверей, вікон. При цьому мінімальні відстані від лічильника (рис. 3.13):

- 0,8 м по горизонталі у проясненні до пальників відкритого вогню та до тепло ізольованих димоходів;
- 0,6 м по горизонталі у проясненні до закритих опалювачів (газових водонагрівачів, котлів, печей тощо);
- 0,5 м по горизонталі у проясненні до радіаторів і труб опалення;
- 0,35 м по горизонталі у проясненні до комунікацій електропостачання, зв'язку та радіомовлення;
- 1,6 м по вертикалі від підлоги до низу лічильника.



**Рис. 3.13. Схема установки газового лічильника:**

- 1 – газовий лічильник; 2 – газовий стояк; 3 – плита газова;  
4 – внутрішньоквартирне розводження газових труб; 5 – гільза



Таблиця 3.2

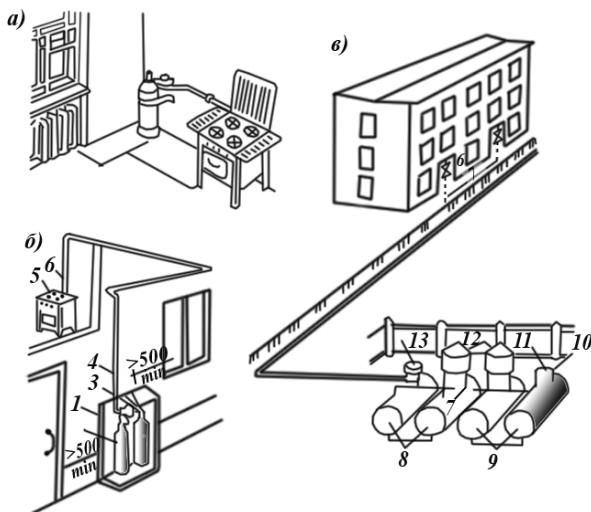
**Технічні характеристики побутових газових лічильників**

Показники	Одиниця виміру	Тип газового лічильника			
		G1,6	G2,5	G4	G6
Витрата газу:					
мінімальна	м <sup>3</sup> /г	0,016	0,025	0,04	0,06
номінальна		1,6	2,5	4,0	6,0
максимальна		25	40	60	100
Максимальні розрахункові втрати тиску	Па	55	80	150	130

**3.6. ВИКОРИСТАННЯ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ**

В окремих районах міст та населених пунктах, де немає газових мереж, набуло поширення газопостачання зрідженими вуглеводневими газами (ЗВГ). Побутові газові прилади в цьому випадку отримують газ від індивідуальних або групових установок зрідженого газу (рис. 3.14). Індивідуальною балонною установкою є установка газопостачання ЗВГ, до складу якої входить не більше 2-ох балонів. Індивідуальні балонні установки допускається встановлювати як зовні, так і всередині приміщень (рис.3.14, а, б). Для зниження тиску газу і підтримуванні його на заданому рівні безпосередньо на балоні або біля нього встановлюють редуктор. Газовий прилад і балон з'єднують сталевим газопроводом або гнучким рукавом. У приміщеннях встановлюють лише один балон.

Використання балонів всередині будинків, які мають більше 2-ох поверхів, заборонено. Крім того, забороняється встановлювати балони з газом у жилих кімнатах, цокольних і підвальних приміщеннях і приміщеннях, що розташовані під торговими залами та залами для глядачів, класами чи іншими аналогічними приміщеннями, де можливе скупчення людей.



**Рис. 3.14. Газопостачання зрідженими газами:**

*a* – індивідуальними балонними установками всередині приміщення;  
*б* – теж саме з балонами зовні будинку; *в* – з резервуарними установками

Для газопостачання ЗВГ багатоповерхових житлових будинків і промислових підприємств застосовують групові балонні установки (при максимальній загальній ємності всіх балонів: 600 л – для житлових і громадського призначення будинків; 1500 л – для промислових підприємств) або резервуарні установки ємністю резервуарів 2,5 і 5 м<sup>3</sup>. Найчастіше влаштовують підземні резервуарні установки (рис. 3.13, *в*), рідше – надземні. Кількість резервуарів у такій установці – не більше 8.

У побуті для зрідженого газу переважно використовують балони ємністю 60 л. Сумарна маса балона з ЗВГ становить 57 кг, теплота згоряння зрідженого газу (пропан-бутанова суміш) – 50 МДж/кг. Відносна густина до повітря: пропану – 1,56; бутану – 2,09. Розрахункову продуктивність газового балону приймають 0,25 м<sup>3</sup>/г, що вистачить для постачання газом одного пальника інжекційного типу приблизно на 350 годин безперервного горіння. ЗВГ розливають у балони на спеціальних газонаповнювальних станціях.

Проектування та експлуатацію систем газопостачання ЖВІ слід виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.5-20-2001 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання”.

---

---

### **3.7. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ**

Будівельно-монтажні організації випробовують газопроводи на міцність і щільність, причому на щільність – обов'язково в присутності представників замовника і експлуатаційної газової служби з відповідним записом про це в будівельному паспорті об'єкта.

Перед випробуванням газопровід оглядають і продувають для очищення від окалини, сміття та вологи.

Внутрішні газопроводи низького тиску випробовують на міцність тиском 0,1 МПа на ділянці від пристрою для відключення на ввіді в будинок до кранів на підводах до газових приладів; при цьому газові прилади відключають, а лічильники знімають (якщо вони не розраховані на тиск 0,1 МПа) і замінюють тимчасовими перемичками.

Послідовність випробувань на міцність така: від'єднують систему внутрішнього газопостачання від вводу; закривають крани всіх приладів; приєднують до системи компресор і манометр та нагнітають газопроводи повітря до заданого тиску; готують мильний розчин; контролюють покази манометра; якщо тиск падає, виявляють місця витікання повітря, обходячи газопроводи і обмилюючи можливі місця витікання; після випускання повітря зварюванням або перебиранням різьбових з'єднань; ліквідують дефекти і газопровід випробовують повторно.

Випробовують газопроводи на щільність після випробування на міцність, підключивши газові прилади і лічильники. У газопроводі низького тиску житлових, громадських будинків і комунально-побутові об'єктів випробний тиск становить 4 кПа в системах з лічильниками, 5 кПа – без лічильників. Газопроводи низького тиску в промислових комунальних підприємствах, опалювальних і виробничих котельнях; випробовують тиском 10 кПа. Газопровід витримав випробування, якщо протягом 5 хв тиск знизиться не більш ніж на 0,2 кПа.

Газопроводи середнього тиску випробовують на міцність тиском 0,4 МПа упродовж 4–5 годин (падіння тиску не допускається) і на щільність – тиском 0,3 МПа протягом 12 годин (допустиме падіння тиску не повинне перевищувати 1 % від початкового). Газопроводи середнього тиску в комунальних, промислових підприємствах, в опалювальних і виробничих котельнях випробовують на міцність і щільність повітрям, а високого тиску від 0,3 до 1,2 МПа на міцність – водою і на щільність – повітрям.

Вводи газопроводів випробовують окремо від внутрішньої газової мережі. Дворовий газопровід низького тиску випробовують на

---

---

міцність повітрям з тиском 0,3 МПа (до засипання ґрунтом). Стики перевіряють обмилуванням. Після засипання траншей газопровід повторно протягом 1 год випробовують на щільність тиском 0,1 МПа. Падіння тиску не повинно перевищувати допустимого.

Після випробувань на міцність і щільність змонтовану систему здають в експлуатацію приймальній комісії, яка на основі перевірки відповідності проекту і актам випробувань оформляє акт приймання газового обладнання будинку. Цей акт є дозволом на введення об'єкта в експлуатацію.

Газ у внутрішні газопроводи впускають після його подання в дворові мережі та вводи. Перед цим перевіряють справність газопроводу і відповідність системи проекту, комплектність газових приладів, наявність тяги в димових каналах, надходження води в газові водонагрівачі, справність кранів (вільне прокручування, наявність обмежувачів, накидних ключів тощо). Крани повинні бути закриті. Після контрольних пневматичних випробувань тиском 4 кПа ввід з'єднують з внутрішніми газопроводами і продувають ці газопроводи газом (для витіснення повітря і газоповітряної суміші). Для цього після крану на спусках до газових приладів найвищого поверху до роз'єданого згону під'єднують гнучкий рукав (шланг), другий кінець якого виводять на 50 см через квартиру.

Заповнення мережі газом і відсутність у трубопроводах повітря перевіряють газоаналізатором, або за його відсутності в мильний розчин опускають кінець гнучкого рукава. Якщо мильні бульбашки не запалюються від полум'я сірника, то витікає чисте повітря. Займання мильних бульбашок, що супроводжується потріскуванням, означає наявність вибухонебезпечної газоповітряної суміші. Якщо надходить чистий газ, мильні бульбашки загоряються спокійно, без потріскування.

Потім гнучкий рукав від'єднують, приєднують газовий прилад і запалюють його пальники.

Під час впускання газу забороняється курити і запалювати вогонь. Приміщення, в яке випускається газоповітряна суміш і газ під час продування системи, повинно провітрюватись. Сторонні особи в нього не допускаються.

Продувши прилади газом, запалюють пальники і регуляторами витрати первинного повітря встановлюють повне спалювання газу (полум'я повинно бути рівним, без кіптяви і не відриватись від пальника). Запалюючи пальники побутових газових приладів, спочатку до них підносять запалений сірник, а потім відкривають кран. Після

---

---

регулювання пальників та засобів автоматики абонентам видають правила користування газовими приладами з вказаними адресами та телефонами аварійної служби, служби газового господарства, пожежної команди та швидкої допомоги. Закінчення пусконаладжувальних робіт оформлюється актом.

Основне завдання технічного обслуговування внутрішнього газового обладнання житлових та іншого призначення будинків – гарантувати належний стан і безпечну експлуатацію газового обладнання. Для проведення технічного обслуговування організовують бригади кваліфікованих працівників газового господарства. Розрізняють такі види технічного обслуговування: планово-попереджувальний ремонт (ППР); поточне технічне обслуговування (ПТО); позаплановий ремонт за заявками (ПРЗ). Періодичність технічного обслуговування газового обладнання встановлюється газовим господарством.

*Планово-попереджувальний ремонт.* Не менш ніж за три доби всі абоненти попереджуються про необхідність допуску до внутрішнього обладнання у визначений час. Під час проведення ППР виконують такі роботи:

- ✓ перевіряють відповідність установки газових приладів, прокладання газопроводів та приміщень вимогам норм і правил;
- ✓ перевіряють тягу в димоходах та вентиляційних каналах;
- ✓ розбирають, очищають і змащують всі газові крани на приладах;
- ✓ перевіряють роботу газових приладів та автоматичних пристроїв;
- ✓ перевіряють герметичність газового обладнання;
- ✓ усувають всі виявлені під час проведення ППР недоліки. Замінюють або ремонтують несправні вузли, деталі, прилади, ділянки газопроводу;
- ✓ проводять інструктаж абонентів з правил безпечного користування газом.

*Поточне технічне обслуговування внутрішніх систем газопостачання.* Перелік робіт під час проведення поточного технічного обслуговування майже не відрізняється від переліку робіт під час ППР. ПТО для сезонно працюючих систем проводять два рази на рік – перед початком і після закінчення сезону. Якщо в будинках, крім сезонного, є обладнання, що працює цілий рік, то планують так, щоб ПТО і ППР співпадали і проводились перед початком сезону.

---

---

*Позаплановий ремонт за заявками.* Проводиться на підставі записів у журналі реєстрації заявок на несправність газової апаратури. Під час ПРЗ оперативно усуваються виявлені несправності та перевіряється робота відремонтованого обладнання. Проведення робіт оформляється записами в заявці та журналі встановленої форми.

Найпоширеніші порушення роботи побутових газових плит такі: витоки газу; погане надходження газу на пальник; кран повертається туго або не повертається зовсім; полум'я по колу пальника має різну висоту; неповне згорання газу в пальниках; нещільно закриваються двері духової шафи.

Витоки газу можуть бути на різьбових з'єднаннях, кранах плити, під час відриву полум'я від пальників. Виявлені недоліки усуваються заміною ущільнення в різьбових з'єднаннях, прокладок фланцевих з'єднань, змащуванням кранів та іншими способами. Причиною неповного згорання газу в пальнику плити, а також відриву полум'я від пальника може бути неправильне положення регулятора подачі первинного повітря. Якщо несправні всі пальники, то слід перевірити тиск газу перед приладом.

Під час технічного обслуговування проточних водонагрівачів необхідно виконати такі роботи: змастити крани, перевірити газопроводи на щільність, роботу автоматики, тягу та усунути недоліки. Недостатнє нагрівання води у водонагрівачах може бути за неправильного регулювання приладу, недостатньому тиску газу або води у водопроводі, під час прогорання стінок радіатора нагріву чи пластинок калорифера, заростання труб теплообмінника; поломки термодіафрагми тощо.

Під час експлуатації газових приладів слід пам'ятати, що під час витоків газу в приміщенні утворюється небезпечна газоповітряна суміш, яка за найменшої іскри може вибухнути і викликати значні руйнування та людські жертви. Крім того, витоки газу або його неповне згорання може викликати отруєння людей, особливо за поганої вентиляції приміщення.

---

---

## 4. ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ ТА ОКРЕМИХ СПОРУД

### ***4.1. СИСТЕМИ ТА СХЕМИ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВОДІВ***

Внутрішній водопровід – це трубопроводи та інженерне обладнання, які призначені для забезпечення подачі води від зовнішніх мереж водопроводу до всіх внутрішніх водорозбірних приладів, технологічного обладнання і пожежних кранів. Системи водопостачання будинків повинні забезпечувати споживачів водою заданої якості, в потрібній кількості і під необхідним напором. Як правило, внутрішній водопровід влаштовують лише в тих будинках і спорудах, які підключені до централізованої або місцевої каналізації.

До системи внутрішнього водопроводу житлового будинку входять ввід, водомірний вузол, розвідна мережа (магістральні лінії, стояки, підводки до санітарних приладів і технологічного обладнання), арматура. Залежно від місцевих умов і призначення будинку, до системи внутрішнього водопроводу можуть бути включені насосні установки, водонапірні резервуари та інше обладнання.

Системи внутрішнього водопроводу (рис. 4.1) поділяють за призначенням (господарсько-питні, протипожежні, виробничі); сферою обслуговування (роздільні та об'єднані); температурою води, що транспортується (холодні та гарячі); забезпеченням напором з урахуванням встановленого обладнання; способом використання води (прямоточні, зворотні та з повторним використанням води).

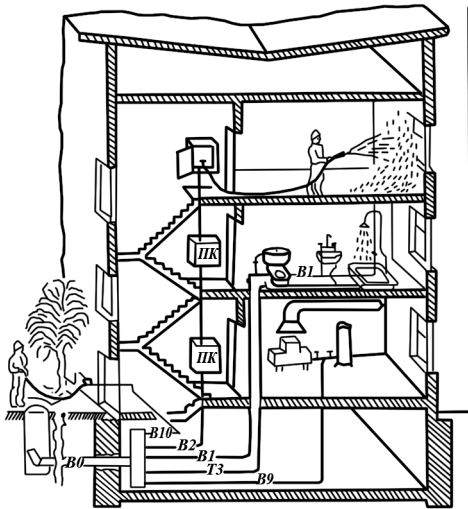
Господарсько-питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі та проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості, тобто відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая” та ДСанПіН “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” №136/1940 від 15.04.1997р. Нормування концентрацій тих чи інших речовин обумовлене необхідністю забезпечення сприятливих органолептичних властивостей питної води, нешкідливості хімічного складу і безпеки води в санітарному відношенні. Невідповідність хоча б одного з цих нормативів вимогам вказаного ДСанПіН дає підставу для визнання непридатності води для питних цілей. Температура води в системі холодного водопостачання для питних потреб повинна бути в межах 5–30°C.

Виробничі водопроводи подають воду на технологічні цілі. Вимоги до якості води визначаються за технологічним процесом і при

цьому не повинно бути корозії, відкладення солей, біологічного обростання трубопроводів та обладнання. Виробничий водопровід може складатись з декількох водопроводів, що подають воду різної якості. Для харчових підприємств подається вода лише питної якості.

Протипожежні системи водопостачання призначені для гасіння пожежі або локалізації вогню. Вода в протипожежних водопроводах може бути і не питної якості.

Взаємне розташування окремих елементів у кожній конкретній системі водопостачання називають схемою внутрішнього водопроводу.



**Рис. 4.1. Системи внутрішніх водопроводів:**

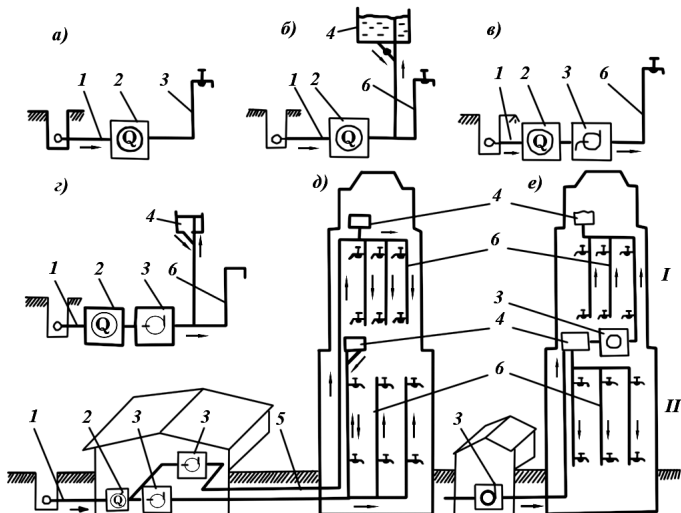
- В0 – загальна;
- В1 – господарсько-питна;
- В2 – протипожежна;
- В9 – виробнича;
- В10 – поливальна;
- Т3 – гаряче водопостачання

Схеми можуть бути простими (ввід-водомір-мережа-арматура, рис. 4.2 а), з регулювальними та напірними баками, з насосними та іншими установками. За розташуванням магістральних ліній розрізняють схеми: тупикові, кільцеві, комбіновані, з нижнім і верхнім розведенням труб, зонні (рис. 4.2).

Вибір системи та схеми внутрішнього водопостачання здійснюють залежно від призначення будинку, технологічних, протипожежних і санітарно-гігієнічних вимог, режиму водопостачання, техніко-економічних показників. Наприклад, у житлових будинках висотою до 12 поверхів влаштовують тільки господарсько-питний водопровід, від 12 до 16 поверхів – об'єднаний господарсько-питний і протипожеж-



ний; при висоті більше 16 поверхів, як правило, роздільні господарсько-питний і протипожежний водопроводи. У будинках гуртожитків, готелів і підприємств загального харчування висотою в чотири поверхи та більше повинні влаштовуватись об'єднані господарсько-протипожежні водопроводи.



**Рис. 4.2. Схеми систем внутрішніх водопроводів:**

*a* – проста; *б* – з водорегулювальними баками; *в* – з обладнанням для підвищення тиску; *г* – з водорегулювальними баками і обладнанням для підвищення тиску; *д*, *е* – зонні: 1 – ввід; 2 – водомірний вузол; 3 – обладнання для підвищення тиску; 4 – водорегулювальний бак; 5 – квартальна мережа; 6 – внутрішня мережа; 7 – водорозбірна арматура

Прості схеми водопостачання застосовуються у тих випадках, коли тиск у зовнішній мережі завжди більший потрібного для водопостачання будинку. Схему з регулювальними баками застосовують у тих випадках, коли тиск у зовнішній мережі менший потрібного лише протягом декількох годин. У період підвищеного тиску в зовнішній мережі вода накопичується в баці і в години зниження тиску нижче потрібного, живлення верхніх поверхів системи здійснюється з баку.

За постійної недостачі тиску використовують насосні установки. Регулювальні (водонапірні) баки доцільно також використовувати за нерівномірного водоспоживання як самостійно, так і в поєднанні з

---

---

насосними установками. У висотних будинках (17 поверхів і вище) досить часто застосовують зонні системи водопостачання для того, щоб максимальний тиск перед водорозбірними приладами не перевищив допустимих величин (0,6 МПа – для господарсько-питних водопроводів і 0,9 МПа – для протипожежних).

#### **4.2. МАТЕРІАЛИ ТА ОБЛАДНАННЯ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВІДІВ**

Основним елементом водопровідної мережі є труби. Вони повинні пропускати задані витрати води, витримувати максимальний робочий тиск, забезпечувати тривалу експлуатацію до капітального ремонту, мати невеликий гідравлічний опір, незначну масу і вартість, не впливати на якість води.

Для внутрішніх водопровідних систем застосовують сталеві, пластмасові, металопластикові, чавунні, мідні, азбестоцементні та скляні труби. Вибір типу та матеріалу труб для кожної мережі здійснюється залежно від вимог до якості води, її температури, тиску та інших показників.

**Сталеві труби** отримали найбільше поширення для влаштування мереж завдяки великій міцності, невеликій вартості, простоті монтажу, можливості згинання та зварювання. Для прокладання мереж всередині будинку, як правило, використовують водогазопровідні труби звичайні та легкі  $d_v=10-150$  мм на умовний тиск  $P_v=1$  МПа. Господарсько-питний водопровід необхідно проектувати з оцинкованих сталевих водогазопровідних труб, оскільки вони менше піддаються корозії і мають більш тривалий строк служби. Але навіть і в цьому випадку такі труби забруднюють воду цинком і залізом. Концентрацію заліза у сталевих оцинкованих водопровідних системах добре видно під час відкривання кранів у помешканнях після тривалої перерви у користуванні або водопостачанні.

Для виробничих водопроводів, де санітарні вимоги дещо нижчі, ніж у господарсько-питних, використовують чорні (неоцинковані) труби.

Пластмасові (пластикові, полімерні) труби ( $d_v = 10-250$  мм) у порівнянні зі сталевими мають низку переваг: меншу вагу, їх простіше транспортувати, легко і швидко монтувати.

Полімери відзначаються високою електро-, гідро-, звуко- і теплоізоляційністю.

---

---

Під час транспортування гарячої води пластиковими трубами тепловтрати є зовсім незначними, а холодної – труби не “пітніють”. Електроізоляційність виключає гальванічну і електрохімічну корозію, що надзвичайно важливо під час прокладання трубопроводів у ґрунті. Завдяки особливій структурі матеріалів трубами не передаються коливання, глушаться вібрації та шуми.

Внутрішня поверхня пластмасових труб та їх фасонних частин є надзвичайно гладкою, системи з них відзначаються мінімальним гідравлічним опором. Пластмасові водопровідні труби фізично й бактеріологічно інертні, тому якість, смак, запах і колір води не змінюються. Труби стійкі до корозії, в них не накопичуються й не затримуються ніякі відкладення: ані вапняні, ані кремнієві, ані будь-які інші сполуки.

У порівнянні з металевими пластмасові труби мають значно меншу механічну міцність, особливо при коливаннях температури, та значно вищий коефіцієнт лінійного розширення, що вимагає пристроїв для компенсації термічних видовжень. Крім того, полімери руйнуються або втрачають частину своїх унікальних властивостей від ультрафіолетового опромінення. Ці недоліки обмежують використання пластмасових труб і тому їх не використовують для відповідальних мереж, наприклад, протипожежних.

Різновидом пластмасових труб є металопластикові (багатошарові), в яких поєднані переваги металевих і пластмасових труб. Такі труби витримують значно більший тиск (до 4 МПа), більш стійкі до перепаду температур (робоча температура від 0°C до 95°C), жорсткі до згинання і мають низький коефіцієнт лінійного розширення (лише вдвічі більший, ніж у сталі). У металопластикових трубах зовнішній шар із поліетилену високої густини забезпечує захист трубопроводу від корозії та руйнування. Середній шар труби, який робить її надзвичайно міцною, виготовляється із суцільної або перфорованої алюмінієвої стрічки з поздовжнім зварним швом. Внутрішній шар товстий за зовнішній і виготовляється із структурованого харчового поліетилену.

Найпоширеніші металопластикові труби діаметром 14–110 мм з товщиною стінки 1,9–18,5 мм. Лідерами з виробництва та застосування металопластикових труб в Європі є фірми ОЕВЕКІТ, УЕ8ВО та ЕММЕТІ. Верхній шар металопластикової труби залежно від призначення має певний колір (червоний, синій, чорний, білий, зелений, сріблястий). Крім того, на зовнішній поверхні друкують марку труби та назву виробника.

---

---

**Мідні трубопроводи** ( $d=10-64$  мм) застосовують для внутрішніх систем водопостачання і опалення. Мідь характеризується експлуатаційною довговічністю, має високу антикорозійну стійкість та не піддається кисневій дифузії, витримує високі та особливо низькі температури, протистоїть впливу ультрафіолетового випромінювання, не старіє і не кришиться, має мінімальний коефіцієнт лінійного розширення, є екологічно чистою, має антибактерицидні властивості і тому рекомендована для використання у водопроводах. Мідні системи трубопроводів достатньо надійні при порівняно невеликих витратах і розраховані на робочий тиск у системі до 40 бар. Тиск на розрив – 240 бар.

До недоліків мідних трубопроводів відносять їх здатність піддаватися точковій корозії під час порушення процесу пайки, електрокорозії та вразливості труб до механічних пошкоджень за рахунок тонкої стінки.

Чавунні ( $d_y=65-500$  мм) та азбестоцементні напірні труби ( $d_s=100-500$  мм) в основному використовують для мереж, що прокладаються в землі. Труби випускають у вигляді прямих відрізків довжиною 2–12 м. Чавунні труби мають велику вартість та значну вагу, а в азбестоцементних потоком води можуть вимиватися мікроскопічні скалки азбесту із стінок, що має негативні наслідки, особливо коли вода використовується для пиття.

Для з'єднання коротких труб в єдині розгалужені мережі водопроводу застосовують такі основні види з'єднань:

✓ зварне – базується на поєднанні розігрітих і надплавлених поверхонь з'єднуваних елементів, у результаті чого утворюється полідифузійне з'єднання матеріалів;

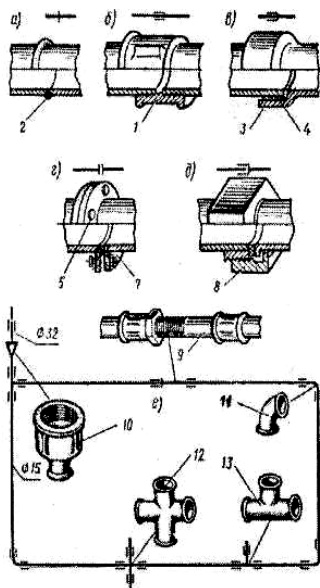
✓ механічне – затискне, розтрубне, фланцеве, різьбове. З'єднані елементи спочатку прикручуються з відповідними ущільнювачами, а потім дотискаються з певним зусиллям, визначеним виробником;

✓ клейове – спеціальний клей наноситься на відповідні поверхні елементів, заздалегідь очищені та знежирені, – суворо за інструкцією виробника. Клеї повинні мати відповідні сертифікати і обов'язково бути свіжими. Склеювання повинно проводитись при температурі не нижчій за  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Правильне виконання з'єднань є надзвичайно важливим елементом монтажу, який забезпечує надійне функціонування водопровідної мережі. Місця з'єднань труб та стики повинні бути такими ж міцними, герметичними і довговічними, як і самі труби. З'єднання труб виконують переважно нерозбірними, але для демонтажу труб під час ремонту, а також у місцях встановлення арматури, передбачаються роз-

бірні з'єднання. З'єднання сталевих труб здійснюють зварюванням, за допомогою нарізних муфт, фланців і накладних гайок (рис. 4.3). Зміна напрямку трубопроводу, приєднання бічних відгалужень, перехід від одного діаметру до іншого здійснюється за допомогою з'єднувальних частин (фітингів): їх виготовляють з ковкого чавуну, сталі, бронзи, латуні, міді.

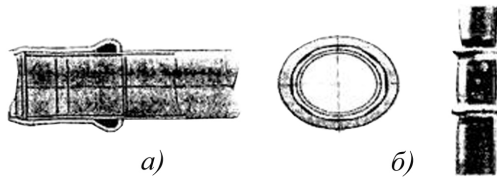
Мідні труби у водопровідних системах зазвичай спаюються м'яким (при температурі нижче за 450°C) або твердим (при температурі вище за 450°C) припоєм. Такі з'єднання є нероз'ємними та безпечними. Для спаювання міді необхідні капілярні розтрубні фітинги заводського виготовлення. Щілина між з'єднуваними елементами має бути рівномірною і настільки малою, щоб виникав капілярний ефект.



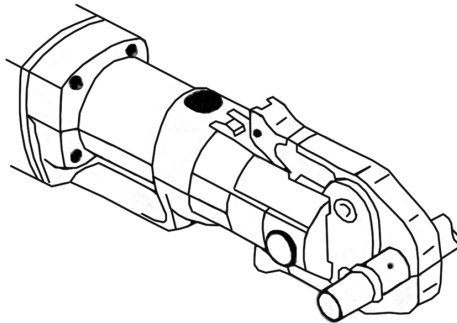
**Рис.4.3. З'єднання труб:**

а – зварне; б – муфтове (на різьбі);  
в – розтрубне; г – на фланцях; д – з накидною гайкою; е – з'єднувальні частини та їх умовні позначення: 1 – муфта; 2 – зварний шов; 3 – розтруб; 4 – ущільнення; 5 – болт з гайкою; 7 – фланець; 8 – гайка; 9 – згін; 10 – муфта перехідна; 11 – кутник; 12 – хрестовина; 13 – трійник

Однією з новинок, що дозволяють помітно заощадити час під час з'єднання мідних труб, є розробка фірми *SANHAkaimer* (Німеччина) – SANHA-прес-фітинг (рис. 4.4, 4.5). Суть нової технології полягає в тому, що під час процесу пресування краї фітингу просто впресовуються в трубу з восьми боків спеціальними прес-щипцями. Таким чином у лічені секунди утворюється з'єднання, яке за міцністю відповідає найсуворішим вимогам техніки безпеки. Складна геометрія деформації фітингу після пресування забезпечує механічну міцність з'єднання, а вкладене у фітинг і притиснуте щільно до труби кільце із спеціальної високоміцної і тривкої гуми сприяє герметичності.



**Рис. 4.4. З'єднання труб за допомогою прес-фітингу SANHA:**  
*a* – у розрізі; *б* – зовнішній вигляд



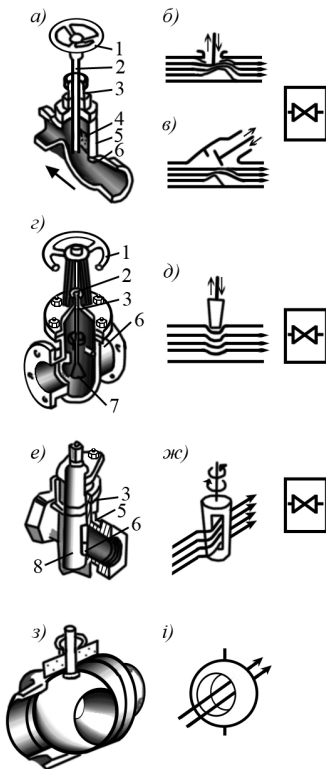
**Рис. 4.5. Прес-фітинг SANHA, вкладений у щипці**

Процес пресування триває – залежно від типу прес-щипців, але незалежно від діаметру труби – від 6 до 15 секунд. Що стосується підготовчих робіт, то на відміну від паяння відпадає необхідність у зачищенні кінців труби та фітингу, нанесенні флюс-засобу та розігріванні місця з'єднання до температури плавлення припою. Перед пресуванням необхідно лише відрізати трубу під прямим кутом і зняти фаску та задирки із зовнішнього краю труби (це необхідно, щоб не пошкодити гумове кільце всередині фітингу).

Гумове кільце всередині фітингу виготовлене із спеціального еластомеру – EPDM етилен-пропілен-дієнкаучуку, який допущений до використання у питному водопостачанні і має термін служби 50 років. Допустимий робочий тиск складає 16 бар (16 атмосфер при допустимій робочій температурі 120°C).

З'єднання пластмасових труб здійснюється зварюванням, розтрубним і муфтовим склеюванням, фланцями, накидними гайками і затискними з'єднаннями. Затискні з'єднання з насунутим затискним кільцем є самоущільнювальні і не вимагають додаткового ущільнення під час підключення до інших елементів системи. Під час монтажу

металопластикових труб використовуються латунні з'єднувачі заводського виготовлення із затисканням або запресовуванням.



**Рис. 4.6. Запірна арматура:**

*a* – вентиль; *б* – схема прямого вентилі; *в* – схема вентилі “Косва”; *г* – засувка; *д* – схема засувки; *е* – кран корковий звичайний; *жс* – схема коркового крана; *з* – кран корковий кульовий; *и* – схема кульового крана

клапани) виготовляють з латуні, бронзи, гуми, що забезпечує їх корозійну стійкість і довговічність.

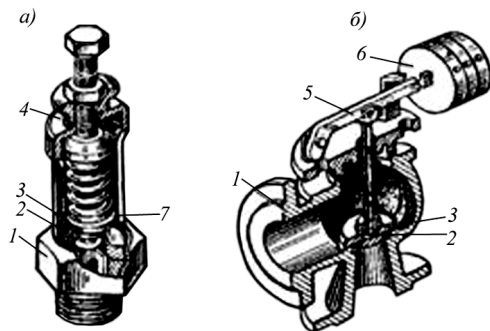
Регульовальна арматура підтримує на мережі витрати або тиск на рівні, що забезпечує роботу мережі в оптимальному режимі. До регульовальної арматури відносять регулятори тиску та витрат. Регуля-

*Арматуру внутрішніх водопроводів* поділяють на трубопровідну і водорозбірну. Трубопровідну арматуру встановлюють на водопровідній мережі для управління потоком води. Водорозбірна арматура регулює подачу води водоспоживачам. Якість і параметри арматури повинні бути не нижчими, ніж у трубопроводів, на яких вона встановлюється. Арматура повинна витримувати максимальний тиск, не менший, ніж труби системи водопостачання. У закритому положенні арматура не повинна пропускати воду. На корпусі не допускається поява стікаючих крапель води. Діаметри арматури повинні мати ті ж величини умовних проходів, що і труби для їх з'єднання.

Залежно від призначення трубопровідна арматура поділяється на запірну, регульовальну та запобіжну. Запірна арматура перекриває потік рідини і відключає окремі ділянки трубопроводу для огляду та ремонту (рис. 4.6). На системах водопостачання в основному використовуються запірні арматури з сірого ковкого чавуну, сталі, бронзи та латуні. Ущільнювальні елементи (сідла,

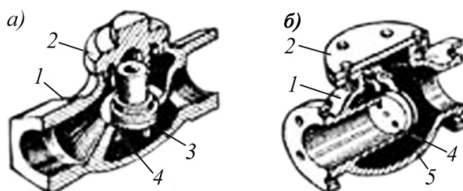
тори тиску понижують тиск і підтримують його “після себе”, тому їх встановлюють на вводах у будинки, квартири, на окремих поверххах. В якості регулювальної арматури у внутрішніх водопроводах використовують також запірні вентиля та діафрагми, що встановлені перед водорозбірною арматурою, на розгалуженнях і стояках. Регулювальна арматура виготовляється з тих же матеріалів, що і запірні.

Запобіжна арматура захищає систему від пошкоджень за випадкового перевищення параметрів рідини, що транспортується, над гранично допустимими. До запобіжної арматури відносять запобіжні та зворотні клапани. Запобіжні клапани (рис. 4.7) автоматично випускають воду з труб і резервуарів при появі тиску вище допустимого. Під час зниження тиску вони закриваються. Зворотні клапани (рис. 4.8) запобігають руху води в зворотному напрямку під час зупинки насосів чи зниження тиску в зовнішній мережі нижче, ніж у внутрішній системі з баками.



**Рис. 4.7. Запобіжні клапани:**

*a* – пружинний; *б* – з важелем: 1 – корпус; 2 – сідло; 3 – клапан; 4 – регулюючий гвинт; 5 – важіль; 6 – вантаж; 7 – пружина



**Рис. 4.8. Зворотні клапани:**

*a* – підйомні; *б* – поворотні: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – клапан; 4 – сідло; 5 – поворотний клапан



---

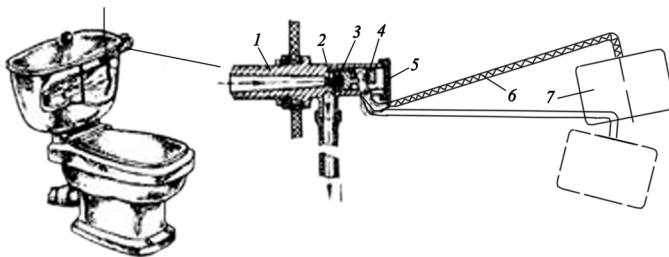
---

Водорозбірна арматура призначена для відбору води із системи. Вона повинна бути зручною і надійною в користуванні, довговічною, не допускати втрат води, забезпечувати плавне перекриття потоку води без гідравлічних ударів, мати привабливий зовнішній вигляд, потрібні гідравлічні та акустичні характеристики.

До водорозбірної арматури відносять: крани, що подають воду однієї температури (холодну або гарячу); змішувачі, які мають два підведення води (холодна і гаряча) і дозволяють змінювати витрати і температуру води, що подається; поплашкові клапани, які призначені для наповнення ємностей до певного рівня.

Розрізняють крани водорозбірні, туалетні, лабораторні, пісуарні, змивні та пожежні. Водорозбірні крани встановлюють біля раковин, мийок та технологічного обладнання; туалетні – з умивальниками та рукомийниками; лабораторні – в лабораторіях; пісуарні – у верхній частині пісуарів; зливні – використовують для промивання унітазів; пожежні – для відбору води для гасіння пожежі.

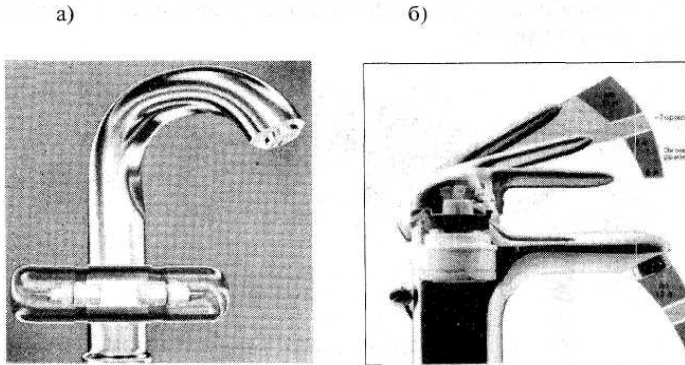
Поплашкові клапани (рис. 4.9) найчастіше встановлюють у змивних бачках і водонапірних баках.



**Рис. 4.9. Поплашковий клапан:**

- 1 – корпус; 2 – сідло; 3 – прокладка; 4 – поршень;  
5 – вісь; 6 – важіль; 7 – поплавок

Змішувачі виготовляють з підведеннями гарячої і холодної води настінного, настільного і вмонтованого типів. Залежно від приладу, з яким встановлюють змішувач, розрізняють змішувачі для ванн, умивальників, мийок, душів, біде тощо.



**Рис. 4.10. Сучасна водорозбірна арматура:**  
*a* – двовентильний змішувач для мийки;  
*б* – одноважільний змішувач для умивальника

Сучасна водорозбірна побутова арматура розробляється з урахуванням роботи не лише на пропуск розрахункових витрат води, але й на експлуатацію цієї арматури в так званому економному режимі, тобто з обмеженою подачею води. Клапани регулювання витрат води в такій арматурі виготовляють з керамічними шайбами, які є досить стійкими до зношування і на довгий час забезпечують легке управління арматурою без витрат води (рис. 4.10).

#### **4.3. РЕЖИМ ВОДОСПОЖИВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ**

Режим водоспоживання – зміна витрат води протягом доби, місяця, року – в населеному пункті не буває рівномірним і залежить від багатьох факторів (режиму життя і трудової діяльності людини, благоустрою будинків, пори року, місцевих умов тощо). Звичайно, для окремих будинків розглядають добові режими водоспоживання. Так, наприклад, у жилих будинках вночі корисні витрати води практично відсутні, а вранці з 7 до 11 годин та ввечері з 18 до 22 годин водорозбір різко збільшується за максимального водоспоживання з 20 до 21 години. Значні коливання протягом доби погодинних витрат води враховують коефіцієнтом погодинної нерівномірності ( $K_h$ ), який визначають за відношенням витрат води в годину максимального водоспоживання ( $q_h$ ) до середньогодинних витрат води ( $q_T$ ):  $K_{hr} = q_h/q_T$ .

Для промислових підприємств погодинні витрати води на технологічні потреби приймають рівномірними за годинами доби протягом зміни або вимогами технологів, а на господарсько-питні потреби розподіл добових і змінних витрат води виконують згідно з даними, які наведені в табл. 4.1, або розраховують за коефіцієнтом погодинної нерівномірності, значення якого приймають у "гарячих" цехах  $K_h - 2,5$ ; в "холодних" –  $K_{hr} = 3$ .

Таблиця 4.1

**Розподіл витрат води на господарсько-питні потреби протягом зміни на підприємствах, відсоток від витрат за зміну**

Години Зміни	Цехи із тепловиділенням, Вт/м <sup>3</sup> год.		Душові
	до 23,2 (холодні)	більше 23,2	
1	12,5	12,5	100
2	6,25	7,5	
3	6,25	7,5	
4	18,75	18,7	
5	6,25	7,5	
6	6,25	7,5	
7	6,25	7,5	
8	37,5	31,3	
1**	12,5	12,5	100

\* – витрати на душ попередньої зміни; \*\* – перша година наступної зміни

Витрати води на душові розподіляють пропорційно до добових витрат після кожної зміни на підприємствах. Розрахункові витрати води на душ на одного працівника за добу приймаються залежно від групи виробничого процесу за санітарною характеристикою (табл. 4.2). Врахувавши, що нормативні витрати води на одну душову сітку складають 500 л/год (табл. 4.3), а нормований час роботи душу – 45 хв, то на одну душову сітку припадає 375 л/год. За цією величиною визначають нормативне навантаження працівників на одну душову сітку і потрібну кількість душових сіток для цього підприємства або окремого цеху. Розрахунки ведуть для зміни з найбільшою кількістю працівників.

Таблиця 4.2

**Розрахункові витрати води на душ на одного працівника за добу**

Група виробничого процесу за санітарною характеристикою*	Витрати води на душ, л	
	чоловіків	жінок
1б	25	31,25
1в, 2а, 4а ,	53,6	62,5
2в, 2д, 3б,4б	75	93,75
2б, 2г, 3в, 3а, 3г	125	125

\* 1 група – виробничі процеси, які здійснюються в приміщеннях, де надлишки тепла незначні і відсутнє значне виділення вологи, пилу та особливо забруднюючих речовин.

2 група – виробничі процеси, які здійснюються за значних надлишків явного тепла; несприятливих метеорологічних умов; значних виділень вологи, пилу та особливо забруднюючих речовин (крім шкідливих).

3 група – виробничі процеси з різко виявленими факторами шкідливості.

4 група – виробничі процеси, які вимагають особливого режиму роботи для забезпечення якості продукції (переробка харчових продуктів, виробництво стерильних матеріалів, виробництво продукції, яка вимагає особливої чистоти).

Для забезпечення безперебійної роботи водопровідної мережі необхідно проводити розрахунок на найбільш несприятливий режим її роботи. Таким режимом є подача системою максимальних витрат води. Ймовірно, що витрати води в системі безперервно змінюються і їх величина залежить від числа одночасно працюючих кранів, змішувачів та інших видів водорозбірних приладів і витрат води через них. Вмикання останніх є випадковим процесом, а тому і витрати води в системі є випадковою величиною. Так як інші випадкові величини, цей процес підлягає певним закономірностям, які вивчаються теорією ймовірності та математичною статистикою. Величину максимальних (розрахункових) витрат води та залежність цих витрат від кількості та виду водорозбірних пристроїв, які встановлені в будинку, від секундних витрат, кількості та виду споживачів і норм витрат води можливо визначити шляхом математичної обробки експериментальних графіків водоспоживання. Результати обробки засвідчують, що деякі з витрат повторюються найчастіше – середні витрати, а інші – максимальні та мінімальні – значно рідше. При цьому чим більше відхилення витрат від середньої величини, тим рідше вони повторю-

ються. Значні витрати води з'являються в системі водопостачання рідко. Можливо прийняти як розрахункові такі витрати, які будуть більшими за максимальні. При цьому всі споживачі будуть забезпечені завжди водою, але це призведе до збільшення діаметрів трубопроводів і вартості системи в цілому. Тому доцільно для розрахунків прийняти максимальні витрати дещо меншої забезпеченості ( $P = 0,99-0,98$ ), за якої буде мати місце деяке короткочасне зниження витрат найнесприятливіше розташованих водорозбірних приладів приблизно один раз на місяць. Тривалість зниження витрат води при цьому буде незначною (менше хвилини).

Під час проектування внутрішніх систем водопостачання використовують секундні, годинні та добові витрати води. Розрахункові секундні витрати води, які проходять ділянкою мережі, надходять до споживачів через водорозбірні прилади, тому їх величина може бути визначена як добуток кількості одночасно працюючих приладів  $m$  на секундні витрати через кожен водорозбірний прилад  $q_{gj}$  та їх загальної кількості  $N$ , тобто  $q^o = q_{oj} \times m$ .

Кількість одночасно працюючих водорозбірних приладів  $m$  із загальної кількості, що встановлені на ділянці,  $N$  є випадковою величиною, яка може бути визначена методами теорії ймовірності. Для цього потрібно знати, крім величини забезпеченості, ймовірність роботи водорозбірних приладів  $P$ , яка визначається як відношення тривалості роботи водорозбірного приладу  $T_i$  до величини розрахункового періоду  $T$ , тобто  $P = T_i / T$ . За розрахунковий період приймається година максимального водоспоживання ( $T = 3600$  с). Тривалість роботи водорозбірного приладу протягом цієї години можливо визначити розділивши кількість води, яка була витрачена всіма споживачами  $q_{h,ux} U$  на секундні витрати через всі водорозбірні прилади:  $T_i = (q_{h,ux} U) / (q_{ox} N)$ . При цьому ймовірність роботи приладів буде рівною

$$P = (q_{h,ux} U) / (3600 \times q_{ox} N). \quad (4.1)$$

Секундні витрати води через кожен водорозбірний прилад різний, але, як показують натурні заміри, для господарсько-питного водопостачання фактичні витрати води через арматуру в середньому складають 0,2 л/с через різний тиск перед арматурою, різну величину відкриття вентильної головки та ін. Тому для всіх приладів можливо прийняти характерні секундні витрати  $q_g = 0,2$  л/с. Якщо на ділянці встановлені різнотипні прилади, що мають іншу величину характерних витрат, то кількість одночасно працюючих приладів  $m$  можливо

визначити за формулою  $m = a/0,2 = 5a$ , а максимальні секундні витрати води на розрахунковій ділянці внутрішньої водопровідної мережі, л/с

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot a, \quad (4.2)$$

де  $a$  – коефіцієнт, який визначається за СНиП 2.04.01-85 (дод. 1) залежно від загальної кількості приладів  $N$ , які обслуговує розрахункова ділянка мережі, і ймовірності одночасної дії  $P$ ;

$q_0$  – секундні витрати води, л/с, віднесені до одного приладу.

Розрізняють  $q_0^{tot}$  – загальні секундні витрати води (холодної і гарячої);

$q_0^h$  – витрати гарячої води;

$q_0^c$  – витрати холодної води.

Секундні витрати води  $q_g$ , л/с, водорозбірною арматурою (приладом), віднесені до одного приладу, слід визначати для:

- окремого приладу за табл. 4.3;
- різних приладів, які обслуговують однакових водоспоживачів на ділянці тупикової мережі, за табл. 4.4;
- житлових і громадських будинків та споруд, в яких відсутні відомості про витрати води і технічні характеристики санітарних приладів, дозволяється приймати:  $q_0^{'o} = 0,3$  л/с;  $q_g^h = q_g^c = 0,2$  л/с;
- різних приладів, які обслуговують різних споживачів, за формулою

$$q_0 = \frac{\sum N_i P_i q_{0i}}{\sum N_i P_i}, \quad (4.3)$$

де  $N$  – число однотипних водорозбірних приладів;

$q_a$  – секундні витрати води (загальні, холодної, гарячої), л/с, водорозбірною арматурою (приладами) (табл. 1.4);

$P_i$  – ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів, яка визначається за такими формулами:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}. \quad (4.4)$$

Формулу (4.4) використовують за однакових водоспоживачів у будинку або споруді без урахування зміни співвідношення  $U/N$ , формулу (4.5) – за різних груп водоспоживачів у будинках або спорудах різного призначення.

При розрахунках кільцевої мережі витрати води  $q_0$  визначають для мережі в цілому і приймають однаковими для всіх ділянок.

В інженерних розрахунках дозволяється значення коефіцієнта  $a$  при  $N \cdot P \geq 0,0015$  визначати за формулою

$$a = 0,2 + 0,777(N \cdot P \cdot 0,015)^{0,686}. \quad (4.6)$$

Для скорочення затрат часу під час визначення розрахункових секундних витрат води користуються номограмами (дод. 5). Максимальні годинні витрати води, м<sup>3</sup>/год

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot a_{hr}, \quad (4.7)$$

де  $q_{0,hr}$  – годинні витрати води санітарно-технічним приладом, л/год;

$a_{hr}$  – коефіцієнт, який визначається за СНИП 2.04.01-85 залежно від загальної кількості приладів  $N$  і ймовірності їх одночасного використання  $P$ .

Годинні витрати води санітарно-технічним приладом  $q_{0,hr}$  ( $q_{0,hr}^{str}$ ;  $q_{0,hr}^h$ ;  $q_{0,hr}^c$ ), л/год, слід визначати:

а) за однакових водоспоживачів у будинку або споруді – за табл. 4.4;

б) за різних водоспоживачів – за формулою

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}}. \quad (4.8)$$

Ймовірність одночасного використання санітарно-технічних приладів для системи в цілому

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}. \quad (4.9)$$

У виробничих будівлях і спорудах максимальні годинні витрати на виробничі потреби вираховують за добутком відповідних середньо-годинних витрат води на коефіцієнт годинної нерівномірності.

Таблиця 4.3

## Нормативні характеристики водорозбірної арматури

Прилад	Секундні витрати води, л/с		Годинні витрати води, л/с		Робочий напір, Н <sub>г</sub> , м	Витрати стічних вод від приладу $q_0^s$ , л/с	Мінімальний діаметр, мм	
	загальні $q_0^{tot}$	холодної $q_0^c$ або гарячої $q_0^h$	загальні $q_{0,hr}^{tot}$	холодної $q_{0,hr}^c$ або гарячої $q_{0,hr}^h$			під-відних труб	від-відних труб
Водорозбірний кран біля мийки або раковини	0,15	0,15	50	50	2	0,3	10	40
Змішувач біля мийки	0,12	0,09	80	60	2	0,6	10	40
Змішувач біля умивальника	0,12	0,09	60	40	2	0,15	10	32
Змішувач у ванній (зокрема спільний для ванни і умивальника)	0,25	0,18	300	200	3	0,8	10	40
Умивальник з водорозбірним краном	0,1	– 0,1	30	–30	2	0,15	10	32
Змішувач душу в кабіні	0,12	– 0,09	100	– 60	3	0,2	10	50
Те ж саме в групових установках	0,2	– 0,14	500	270 230	3	0,2	10	50
Поплавковий клапан змивного бачка	0,1	– 0,1	83	83		1,6	8	85
Змивний кран унітаза	1,4	–1,4	81	81	4	1,4	-	85
Поливальний кран	0,3	0,3 0,2	1080	1080 720	2	0,3	15	-



Середні годинні витрати води  $q_m$ , м<sup>3</sup>/год, за період (доба, зміна) максимального водоспоживання  $T$  визначають за формулою

$$q_T = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T}, \quad (4.10)$$

де  $i$  – порядковий номер групи водоспоживачів у будинку або споруді;

$U_i$  – кількість однотипних водоспоживачів у  $i$ -тій групі;

$q_{u,i}$  – добова норма витрат води  $i$ -тим споживачем, л;

$T$  – період, год.

Добові витрати води визначають як суму витрат води всіма споживачами з урахуванням на поливання. Добові витрати води в будинку  $Q_u$ , м<sup>3</sup>/добу, використовуються при розрахунках напірних і безнапірних регульованих ємностей, а також під час визначення техніко-економічних показників

$$Q_u = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000}, \quad (4.11)$$

Таблиця 4.4

**Норми витрат води в житлових і громадських будинках**

Водоспоживачі	Одиниця	Норми витрат води, л				Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		в годину максимального водоспоживання			
		загальні (холодної і гарячої води)	гарячої	загальні	гарячої	загальні	холодної або гарячої
1	2	3	4	5	6	7	8
Житлові будинки з водопроводом і каналізацією без ванн	1 житель	95		6,5		0,2(50)	0,2(50)
Те ж саме з ваннами і газовими нагрівачами	1 житель	190	–	10,5	–	0,3(300)	0,3 (3000)
Те ж саме з багатоточковим водорозбором	1 житель	210		13		0,3(300)	0,3 (300)

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Житлові будинки з централізованим постачанням гарячої води (душі)	1 житель	195	85	12,5	7,9	0,2(100)	0,14(60)
Те ж саме з ваннами, обладнаними душами	1 житель	210	105	15,6	10,0	0,3(300)	0,2(200)
Лікарні	1 ліжка	115	75	8,4	5,4	0,2(100)	0,14(60)
Дитячі ясла-садки	1 дитина	75	25	18	8	0,2(100)	0,14(60)
Загальноосвітні школи	1 учень	10	3	3,1	1	0,14(100)	0,1(60)
Бані	1 відвідувач	180	120	180	120	0,2(180)	0,2(180)
Адміністративні будинки	1 робітник	12	5	4	2	0,14(80)	ОД(60)

Використовуючи в формулі (4.11) різні добові норми водоспоживання (в добу найбільшого водоспоживання, середню добу, загальну норму витрат води, норму витрат холодної або гарячої води), визначають відповідні розрахункові добові витрати води.

Якщо в будинку або споруді тільки однотипні водоспоживачі, то добові витрати води в будинку, м<sup>3</sup>/добу,

$$Q_u = \frac{q_u \cdot U}{1000}. \quad (4.12)$$

#### **4.4. НЕОБХІДНІ НАПОРИ В СИСТЕМАХ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Тиск (напір води) у системі водопостачання будинку повинен забезпечувати безперебійне подавання води всім водоспоживачам. Тому його величину визначають для найбільш несприятливих умов, тобто в годину максимального водоспоживання. Потрібний вільний напір  $H_{\text{потр}}$ , м, в місці під'єднання до водопроводу міської мережі повинен забезпечувати подачу води на необхідну геометричну висоту та робочий напір біля диктуючого водорозбірного приладу (рис. 4.11).

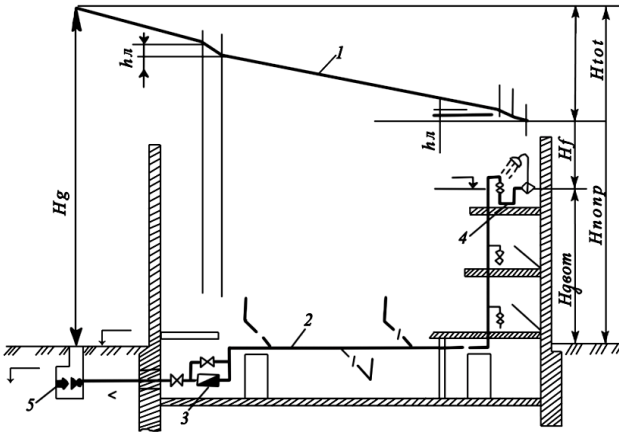
При цьому враховуються всі опори на вводи та мережі. Розрахунки виконують за формулою

$$H_{\text{норп}} = H_{\text{зм}} + H_m + H, \quad (4.13)$$

де  $H_{\text{зм}}$  – геометрична висота підйому води, яка визначається як різниця відміток диктуючого приладу (найвище розташованого водорозбірного пристрою) і труби зовнішньої мережі в точці підключення, м;

$H_m$  – втрати тиску в системі водопостачання, які виникають під час руху води через трубопроводи, повороти, трійники, запірну та регулювальну арматуру, водолічильники та інше обладнання, м;

$H$  – робочий напір водорозбірної арматури, м.



**Рис. 4.11. Розподіл тиску в системі внутрішнього водопостачання:**  
 1 – п'єзометрична лінія; 2 – водопровід; 3,4 – лічильники для води:  
 3 – загальний на весь будинок, 4 – квартирний; 5 – міський водопровід

Робочим напором називається такий необхідний вільний напір перед водорозбірною точкою, при якому забезпечується необхідна форма струменя виливання і подача розрахункових витрат води ( $q_g$ ). Робочі напори залежать від конструкції водорозбірних приладів і визначаються дослідним шляхом. Під час виконання гідравлічних розрахунків приймають найбільше значення робочого напору з групи приладів, які розташовані на найвищій відмітці. Значення робочих напорів водорозбірної арматури наведені в табл. 4.5.

Робочі напори перед виробничими водорозбірними приладами визначаються за вимогами технологів або паспортом обладнання. Робочі напори перед внутрішніми пожежними кранами повинні забезпечувати отримання компактних пожежних струменів висотою, яка необхідна для гасіння пожежі в будь-який час в найвищій і найдальшій частині будинку.

Під час проектування водопроводу будинку, який розташований в межах населеного пункту, управління міського водопостачання надає дані про величину гарантованого напору  $H$  в місці, де розташований цей будинок. Величину втрат напору в системі водопостачання ( $H_w$ ) знаходять за формулою

$$H_{ot} = \Sigma h + h_n = h_d + h_M + h_n, \quad (4.14)$$

де  $\Sigma h$  – втрати тиску в системі водопостачання, які виникають під час руху води через трубопроводи, повороти, трійники, запірну та регульовальну арматуру, тобто втрати напору по довжині трубопроводу ( $\Sigma h_d$ ) та місцеві опори ( $\Sigma h_M$ ;  $h_n$  – втрати напору в лічильниках на розрахунковому напрямку).

Втрати тиску по довжині ( $h_d$ ) залежать від довжини та діаметра трубопроводу, витрат та швидкості руху рідини, режиму руху рідини

$$h_a = \lambda_o \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} = i \cdot l, \quad (4.15)$$

де  $\lambda_o$  – коефіцієнт тертя;

$l$  – довжина трубопроводу, м;

$d$  – діаметр трубопроводу, м;

$V$  – швидкість руху рідини, м/с;

$i$  – гідравлічний уклон (втрати напору на 1 м трубопроводу за даних витрат води).

Величина гідравлічного уклону  $i$ :

- для сталевих та чавунних трубопроводів

$$i = 0,000912 \cdot \left( \frac{V^2}{d^{1,3}} \right) \cdot \left( 1 + \frac{0,867}{d} \right)^{0,3} \text{ при } V < 1,2 \text{ м/с}$$

$$i = 0,00107 \cdot \left( \frac{V^2}{d^{1,3}} \right) \text{ при } V > 1,2 \text{ м/с;}$$

- для пластмасових труб

$$i = 0,000685 \cdot \left( \frac{V^{1,774}}{d^{1,226}} \right).$$

---

---

Для полегшення розрахунків складені спеціальні таблиці визначення величини і залежно від діаметра трубопроводу та витрат води (дод. 2).

Втрати тиску на місцеві опори ( $h_M$ ) при розрахунках внутрішніх водопроводів визначають як частину від втрат напору по довжині, тобто

$$h_i = K_i \cdot h_a = K_i \cdot i \cdot l, \quad (4.16)$$

де значення  $K_M$  слід приймати:

0,3 – у мережах господарсько-питних водопроводів жилих і громадського призначення будинків;

0,2 – у мережах об'єднаних господарсько-протипожежних водопроводів жилих і громадського призначення будинків, а також у мережах виробничих водопроводів;

0,15 – у мережах об'єднаних виробничих протипожежних водопроводів;

0,1 – у мережах протипожежних водопроводів.

Таким чином, втрати напору в системі водопостачання, які виникають під час руху води через трубопроводи, повороти, трійники, запірну та регулюючу арматуру слід визначати за формулою

$$h = i \cdot l (1 + K_i). \quad (4.17)$$

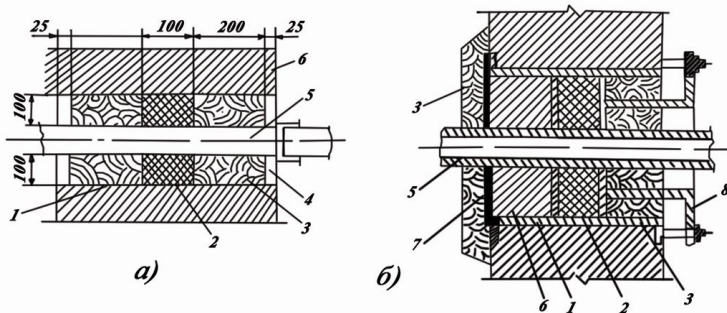
Гідростатичний напір у мережі господарсько-питних та господарсько-протипожежних водопроводів на відмітці найнижчого санітарно-технічного приладу не повинен перевищувати 60 м, а в протипожежних водопроводах на найнижчому пожежному крані – 90 м. У системі господарсько-протипожежного водопроводу під час гасіння пожежі допускається підвищувати напір не більш ніж до 90 м на відмітці найнижчого санітарно-технічного приладу.

#### **4.5. ВВОДИ ТА ВОДОМІРНІ ВУЗЛИ**

Ввід – це трубопровід, який з'єднує зовнішню водопровідну мережу з водомірним вузлом будинку. Найчастіше використовують сталеві ( $D=50$  мм), чавунні ( $D=65-300$  мм) і пластмасові труби, які прокладають з укладом 0,003–0,005 до зовнішніх мереж.

У місцях перетину трубопроводів водопровідні труби прокладають мінімум на 0,4 м вище каналізаційних труб, а при необхідності прокладання ввідів нижче каналізаційних трубопроводів

ввід виконують із сталевих труб, розмішених у футлярі. При цьому віддаль від стінок каналізаційних труб до кінця футляру не повинна бути меншою, ніж 5 м у кожен бік у глинистих ґрунтах і 10 м – у фільтрувальних. У цьому випадку каналізація також проектується із металевих труб. За паралельного прокладання водопроводу та інших підземних комунікацій відстань у плані між вводом питного водопроводу і випуском каналізації повинна бути не меншою за 1,5 м при діаметрі водопроводу до 200 мм включно і одночасно не меншою за 3–5 м від фундаменту будинку.



**Рис. 4.12. Ввід водопроводу через стіни підвалу:**

- a* – у сухих ґрунтах; *б* – у водонасичених ґрунтах: 1 – металева гільза;  
 2 – просмолене пасмо (каболка); 3 – м'ята глина; 4 – цементна стяжка;  
 5 – труба вводу; 6 – бетон; 7 – гідроізоляція; 8 – затискач сальника

Кількість вводів залежить від призначення будинку. Найчастіше в невеликих житлових будинках проектують один ввід, який краще розташовувати в тій частині будинку, де розміщена найбільша кількість водорозбірних приладів. Ввід повинен бути якомога коротшим і підходити до будинку із зовнішньої мережі під прямим кутом.

Перетин вводу зі стінами підвалу слід виконувати в сухих ґрунтах із зазором 0,2 м між трубами і будівельними конструкціями, який заповнюється водо- і газонепроникними еластичними матеріалами, а в мокрих ґрунтах у зазор встановлюються сальники. Як правило, ввід через отвір фундаменту будинку або стіни підвалу виконують у металевій гільзі (рис. 4.12).

Розрахунок вводу полягає у визначенні діаметру труб і втрат напору води на ввід. Ввід закінчується водомірним вузлом, основним елементом якого є водолічильник. За допомогою водолічильників здійснюють облік витрат води.

---

---

**Водолічильники** (водоміри, лічильники води) за методом вимірювання поділяють на п'ять категорій: тахеометричні, дифманометричні, вихрові, ультразвукові та електромагнітні.

**Тахеометричні водолічильники.** У приладах цього типу в якості чутливого елемента використовується крильчатка або турбіна. Потік води обертає її, при цьому кожному оберту відповідає певна кількість води. Тахеометричні водолічильники прості за конструкцією і мають невелику вартість. До недоліків відносять наявність рухомих елементів у потоці води та суттєвий вплив на точність вимірювань твердих частинок та в'язких домішок, які можуть попадати в потік води. Для надійності роботи цих водолічильників необхідно встановлювати на вході приладу фільтр.

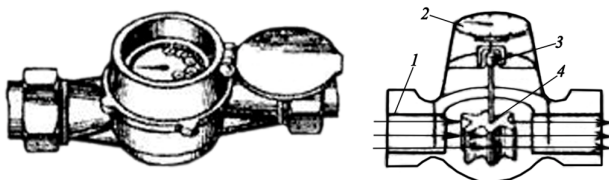
**Дифманометричні водолічильники.** В основу роботи покладено метод перемінного перепаду тиску. Під час руху рідини трубами на місцевому опорі (звужуючі пристрої, сопла, діафрагми тощо) має місце перепад тиску, який пропорційний квадрату швидкості руху рідини. Вимірювання перепаду тиску за допомогою дифманометра дозволяє отримати сигнал, який зв'язаний зі швидкістю руху рідини та втратами води. Не дивлячись на універсальність та простоту дифманометричних водомірів, область їх застосування обмежена через недоліки (достатньо вузький діапазон вимірювання, потреба в значних прямолінійних ділянках трубопроводів до і після приладу).

**Вихрові водолічильники.** Принцип дії цих водолічильників полягає в тому, що, якщо в потік помістити тверде тіло, то за ним утворюється вихровий слід. Частота вихроутворення пропорційна швидкості течії. Перетворення частот пульсацій у вихровому сліді дозволяє отримати сигнал, пропорційний швидкості руху потоку. Перевагою лічильників цього типу є відсутність рухомих елементів у воді. Але, як і при встановленні дифманометричних водомірів, необхідно мати значні прямолінійні ділянки трубопроводів до і після встановлення тіла обтікання.

**Ультразвукові водолічильники.** У водолічильниках такого типу потік рідини пронизується ультразвуком, і швидкість руху потоку визначається за часом проходження ультразвуком шляху від генератора до приймача. Основна перевага цих водолічильників у тому, що його конструктивні елементи не потрібно розташовувати в потоці води. Крім того, окремі різновиди водолічильників не потребують стаціонарного закріплення на трубопроводі. До недоліків відносять суттєвий вплив на точність вимірювання осаду, який може утворюватись на внутрішній поверхні діючих водопроводів.

**Електромагнітні водолічильники.** Принцип дії базується на взаємодії потоку води із зовнішнім магнітним полем. Електромагнітний метод характеризується високою точністю та широким діапазоном вимірювань. Датчики під час монтажу не потребують прямолінійних ділянок, не мають конструктивних елементів у потоці і не викривляють напрямку руху води.

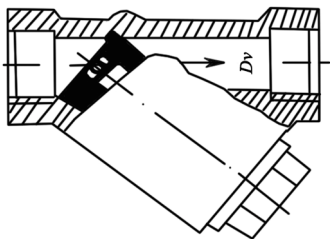
У сучасних умовах найчастіше для врахування кількості води, яку витрачають у житловому будинку, окремих цехах і невеликих підприємствах застосовують крильчасті водолічильники (рис. 4.13) з робочим колесом у вигляді крильчатки з вертикальною віссю. Для автоматизованого обліку використовують лічильники з імпульсним входом.



**Рис. 4.13. Схема крильчастого водолічильника:**

1 – корпус; 2 – циферблат; 3 – лічильний механізм; 4 – крильчатка

З кожного боку водолічильника розміщено прямі ділянки трубопроводів довжиною не менше 3 і 8 діаметрів труби до і після водоміра, а також засувки або вентиля. Між водолічильником і другим за рухом води вентилям або засувкою встановлюють спускний кран. На вхідному патрубку водолічильника після запірної арматури потрібно встановлювати фільтр, який затримує тверді частинки, що містяться у воді. Зазвичай використовуються муфтові фільтри діаметром 15, 20, 25, 32 і 40 мм (рис. 4.14).



**Рис. 4.14. Муфтовий фільтр**

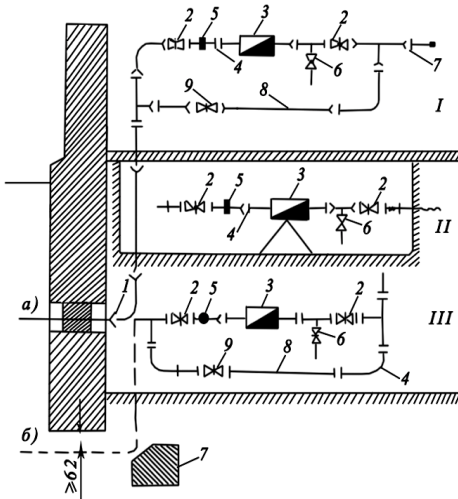
Обвідна лінія водолічильника обов'язкова за наявності одного вводу, а також якщо водоміри не розраховані на пропуск води при пожежі. Звичайно засувка на обвідній лінії закрита і опломбована.



За положеннями СНиП 2.04.01-85 лічильники холодної води необхідно встановлювати:

- на вводах у будинки;
- на відгалуженнях до водонагрівників централізованого гарячого водопостачання;
- на відгалуженнях у квартири жилих будинків;
- на відгалуженнях до виробничо-управлінських приміщень, фінансова діяльність яких незалежна від власника будинку.

Водолічильники на весь будинок встановлюють поблизу зовнішньої стіни в нежилому приміщенні, яке має бути теплим і сухим. Найчастіше ці лічильники розміщують у підвалах. Висота встановлення лічильника приймається 0,3–1,0 м від рівня чистої підлоги, температура повітря в приміщенні не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$ . В окремих випадках дозволяється встановлювати водоміри ззовні будинку в спеціальних колодязях. Деякі з можливих варіантів розміщення водомірних вузлів наведені на рис. 4.15.



**Рис. 4.15. Схеми влаштування введів у будинок і монтажу водомірних вузлів:**

*a* – прокладання труби вводу через фундамент; *б* – прокладання труби вводу під фундаментом.

Монтаж водомірного вузла: I – на першому поверсі; II – у монтажному колодязі; III – у підвалі: 1 – ввід водопроводу;

2 – запірна арматура;

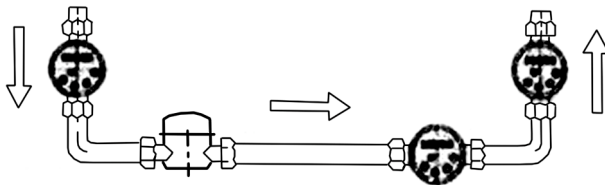
3 – водолічильник; 4 – монтажне з'єднання;

5 – фільтр; 6 – спускний кран; 7 – підпора;

8 – обвідна лінія;

9 – опломбована засувка

Як правило, крильчасті водолічильники встановлюють у горизонтальному положенні, але окремі типи дозволяється встановлювати як на горизонтальних, так і на вертикальних ділянках трубопроводу (рис. 4.16).



**Рис. 4.16. Можливі варіанти встановлення водолічильників**

Напрямок руху води повинен співпадати з напрямом стрілки водолічильника. У квартирах водолічильники встановлюють після запірнього вентиля на відгалуженні від стояка. У цьому випадку обвідна лінія не передбачається.

Діаметр умовного проходу водолічильника вибирають виходячи з середньогодинних витрат води за період водоспоживання (добу, зміну), які не повинні перевищувати експлуатаційні (табл. 4.5). Вибраний водолічильник належить перевірити на:

- пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на господарсько-питні, виробничі та інші потреби; при цьому втрати напору в крильчатих водолічильниках не повинні перевищувати 2,5м, в турбінних – 1;
- пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на внутрішнє пожежогашіння, за якого втрати напору в водолічильнику не повинні перевищувати 10 м.

Втрати напору в водолічильнику визначають за номограмами (рис. 4.17) або формулою

$$h_{\%o} = S \cdot q^2, \quad (4.18)$$

де  $S$  – гідравлічна характеристика водолічильника (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Технічні характеристики крильчатих водолічильників**

Діаметр умовного проходу водоміра, мм	Витрати води, м <sup>3</sup> /год			Поріг чутливості, м <sup>3</sup> /год	Максимальний об'єм води за добу, м <sup>3</sup>	Гідравлічний опір	
	мінімальні	експлуатаційні	максимальні			М (л/с) <sup>2</sup>	М (м <sup>3</sup> /Год) <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Крильчасті водолічильники ВСКМ (ГОСТ 6019-83)							
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,4	1,11

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18	0,4
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64	0,204
32	0,1	4	10	0,05	140	1,30	0,1
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,50	0,039
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143	0,011
Крильчасті водолічильники ВСТ-U (ТУУ 24597020.002-97)							
15	0,03	0,9	3	0,01	—	—	—
20	0,06	1,5	5	0,02	—	—	—
25	0,14	2,1	7	0,05	—	—	—
32	0,24	3,6	12	0,1	—	—	—
40	0,3	6	20	0,1	—	—	—

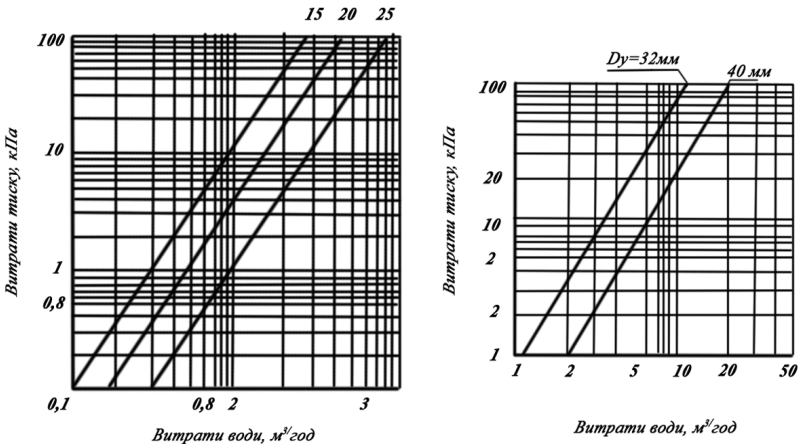


Рис. 4.17. Номограми для визначення втрат напору у крильчастих водолічильниках ВСТ - U (ТУУ 24597020.002 - 97)

Якщо втрати напору в крильчастому або турбінному водолічильнику виявляються меншими за 25 % допустимих значень, необхідно перевірити можливість встановлення водолічильника меншого калібру, щоб були враховані малі витрати води. За середніх витрат води в будинку менше  $0,1 \text{ м}^3/\text{год}$  водоміри дозволяється не встановлювати.

---

---

#### **4.6. ТРАСУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ ВСЕРЕДИНИ БУДИНКУ**

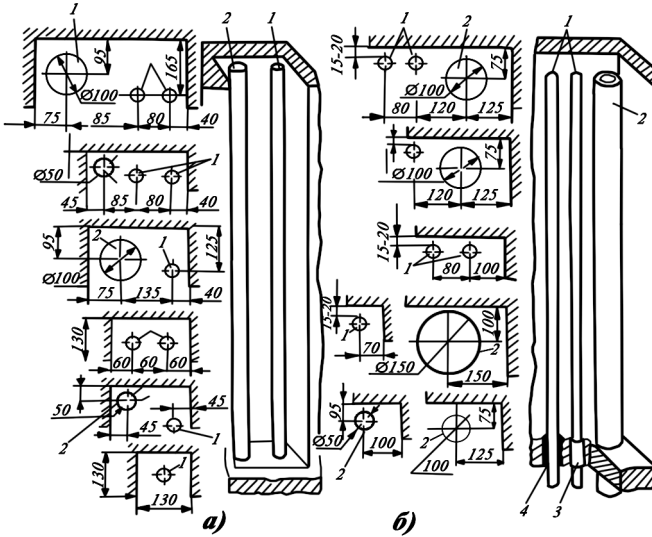
Правильний вибір місць прокладання мереж внутрішнього водопроводу знижує вартість влаштування системи і полегшує її експлуатацію. Трубопроводи прокладають паралельно стінам і лініям колон і за можливістю прямолінійно.

Магістральні трубопроводи прокладають таким чином, щоб об'єднати всі стояки і трубопровід, що подає воду в будинок. У мережах з нижнім розведенням їх розміщують у підпіллях, підвалах, технічних поверхах або підпільних каналах. За верхнього розведення магістралей трубопроводи прокладають на горищі або міжфермовому просторі промислових будинків.

Для захисту труб від конденсації вологи і промерзання їх утеплюють. Для спуску води магістралі прокладають з уклоном 0,002–0,005 у бік вводу або водорозбірних точок. У нижніх точках мережі встановлюють водовипускні пристрої (крани або трійники з заглушками).

На магістральних лініях у житлових і громадських будинках слід передбачати підключення поливальних кранів діаметром 25 мм, які розміщують на цоколі зовнішніх стін із розрахунку один кран на 60–70 м периметра будинку. Трубопроводи від магістралей до поливальних кранів прокладають по найкоротшій відстані з уклоном для їх спорожнення на зиму через відключальні та спускні вентиля.

Водопровідні стояки прокладають за можливістю в місцях розташування найбільшої кількості водорозбірних приладів таким чином, щоб кількість стояків і довжина підведень до санітарних приладів були мінімальними. Для зручності стояки водопроводу розміщують поряд з іншими трубопроводами, використовуючи для цього спільні отвори у перекриттях, ніші та шахти (рис. 4.18).



**Рис. 4.18. Монтажне положення стояків за прихованого (а) та відкритого (б) прокладання:**

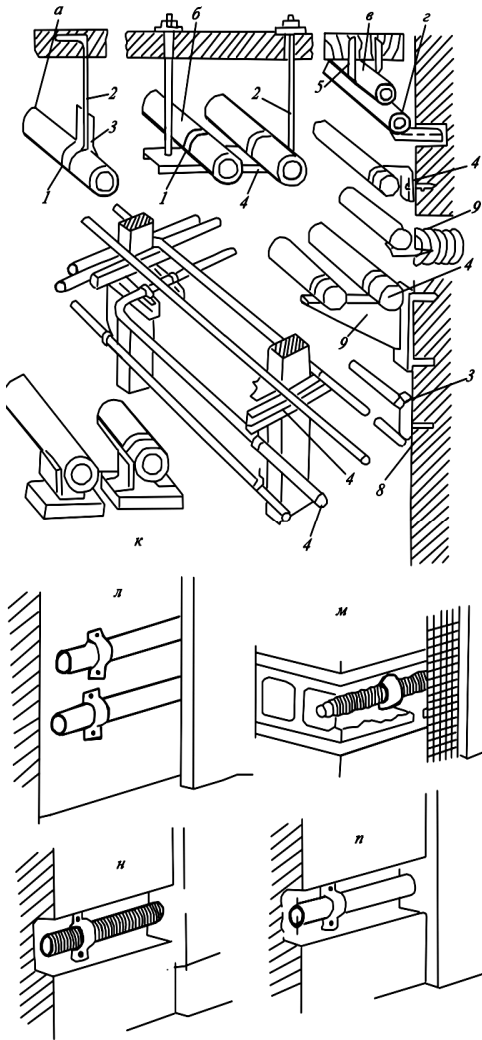
1 – водопровідний стояк; 2 – каналізаційний стояк; 3 – гільза; 4 – герметик

Залежно від призначення та благоустрою будинку трубопроводи прокладають двома основними способами: відкрите прокладання – по колонах, балках, фермах, стінах та приховане – в борознах, каналах, нішах, блоках і панелях (рис. 4.19).

Відкрите прокладання водопровідних труб з приховуванням за гіпсокартонною стінкою (рис. 4.19, л) використовується досить часто. У цих випадках трубопроводи кріплять до будівельних конструкцій через 1 м металевими кронштейнами з гумовою прокладкою, тобто кріплення не є жорстким і дає можливість для руху труби при температурному видовженні (рухлива опора).

Існує декілька способів прокладання трубопроводів у борознах. Безпосереднє цементування труб (рис. 4.19, н) застосовують рідко, бо у цьому випадку можливі тріщини в штукатурці. Для запобігання появи тріщин товщина штукатурки, яка прикриває канал, повинна бути не менше 30 мм. Крім того, виникають певні труднощі при заміні труб. Значно частіше використовують прокладання з безпосереднім цементуванням за методом “труба в трубі”, який полягає в тому, що використовується захисна гофрована труба трохи більшого діаметру (рис. 4.19, н, м). Під час бетонування захисна труба захищає основний

трубопровід від пошкодження і одночасно дає можливість для його вільного температурного видовження. За цим методом здійснюють прокладання труб не лише в борознах стін, а й в товщі підлоги. Під час використання захисних гофрованих труб є можливість заміни труб без розтину підлоги чи стін. Під час використання сіток (металевих чи пластмасових) під штукатурку трубопровід може прокладатись як в захисній трубі (рис. 4.19, м), так і без неї.



**Рис. 4.19. Прокладання трубопроводів:**

*a ...к* – відкрито: *a* – на підвісці; *б* – на підвісці з опорною балкою; *в* – на скобах; *г, д* – на кронштейні; *е* – на гаках; *ж* – на кронштейні з підпоркою; *з* – з приварюванням до кронштейну; *к* – на кутниках з фундаментами; *л...п* – приховано: *л* – за гіпсокартонними плитами; *м* – під штукатуркою; *н, п* – з безпосереднім цементуванням: 1, 6 – хомут; 2 – підвіска; 3 – болт; 4 – балка; 5 – скоба; 7 – підпорка; 8 – дюбель; 9 – швелер

---

---

Прокладати водопровідні труби у вентиляційних і димових каналах забороняється.

До будівельних конструкцій труби кріплять за допомогою гаків, хомутів, кронштейнів, підвісок, закладних деталей, дерев'яних корків, дюбелів чи спеціальних фасонних частин з полчками чи вушками для кріплення. Під час перетину трубопроводів з перекриттями на трубах влаштовують гільзи з толю, листового заліза або обрізків труб.

Підведення від стояків до санітарних приладів прокладають у житлових будинках в основному відкрито по стінах кухонь і санвузлів. Доцільно розміщувати їх під санітарними приладами на висоті 15– 40 см над підлогою. Горизонтальні ділянки підведень з'єднуються вертикальними трубопроводами з водорозбірною арматурою, яка встановлюється з кожним санітарно-технічним приладом, як правило, по осі приладу на нормованій висоті. При підвищених естетичних вимогах стояки та трубопроводи підведення до приладів прокладають приховано.

Встановлення запірної арматури на внутрішніх водопровідних мережах належить передбачати на кожному вводі; на кільцевій мережі для відключення ремонтних ділянок; біля основи стояків господарсько-питної або виробничої мережі в 3-поверхових будинках і вище; біля основи пожежних стояків з числом пожежних кранів 5 і більше; на відгалуженні від магістральної лінії водопроводу; на відгалуженнях в кожному квартиру чи номер готелю; на підведеннях до зливних бачків, кранів і водогрійних колонок; перед зовнішніми поливальними кранами; перед приладами і апаратами спеціального призначення.

Для обліку витрат води на відгалуженнях у кожному квартиру обов'язково після запірної арматури слід встановлювати лічильник.

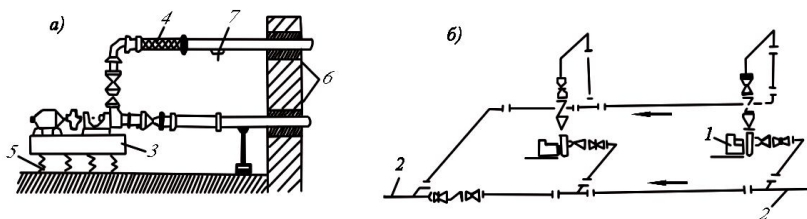
Під час проектування внутрішніх водопроводів будують аксонометричну схему системи водопостачання, яка дає повне уявлення про систему і є основою для гідравлічного розрахунку.

#### ***4.7. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ***

За недостатнього напору в зовнішній водопровідній мережі для його підвищення в мережах внутрішніх водопроводів будинків і споруд передбачають підвищувальні установки, які можуть складатися з насосів, водонапірних баків з насосами або гідропневматичних установок. Найчастіше для житлових і громадських будинків проектують тільки насоси, які розміщують у підвальних приміщеннях під під'їздами або в окремих примітках зовні будинку. Ці приміщення повинні бути сухими, теплими і висотою не менш ніж 2,2 м. Не дозволяється

розташовувати насоси (крім пожежних) безпосередньо під житловими квартирами, дитячими або груповими кімнатами в дитячих дошкільних установах, під класами загальноосвітніх шкіл, лікарняними приміщеннями, робочими кімнатами адміністративних будинків. В окремих випадках, за погодженням місцевих органів санітарно-епідеміологічних служб, допускається розміщення насосних установок поряд з перерахованими приміщеннями, але при цьому сумарний середній рівень шуму в приміщеннях не повинен перевищувати 55 дБ в денний час і 45 дБ – в нічний.

Насоси під'єднують до мережі після водомірного вузла. Насосні агрегати встановлюють на фундаменти, що вище підлоги на 20–30 см, і обладнують надійною звукоізоляцією, яка складається з амортизаторів під агрегатами, еластичних прокладок і патрубків довжиною 0,8–1,2 м (вібровставки) на всмоктувальному та напірному трубопроводах (рис. 4.20). Для протипожежних насосів звукоізоляція необов'язкова.



**Рис. 4.20.** Схеми установки (а) та паралельного розташування насосів (б):

- 1 – насос; 2 – водопровідна мережа; 3 – фундамент; 4 – вібровставки;  
5 – амортизатори; 6 – еластичні прокладки; 7 – вантаж

У системах внутрішнього водопроводу, як правило, застосовують відцентрові насоси на одному валу з електродвигуном, бо вони надійніші в роботі та простіші в експлуатації. На напірній лінії кожного насосу встановлюють зворотній клапан, засувку або вентиль, манометр, а на всмоктувальній лінії – тільки засувку або вентиль. Під час встановлення насосів доцільно також передбачити обвідну лінію з засувкою і зворотнім клапаном в обхід насосів.

Пуск насосів може бути автоматичним, дистанційним або ручним. Протипожежні насоси можуть включатись пусковими кнопками, що розташовані біля пожежних кранів або в диспетчерських пунктах.

Подачу насосних установок у господарсько-питних і виробничих водопроводах слід приймати: за відсутності регульовальних місткостей – не менше максимальних секундних витрат води; за



наявності водонапірного або гідропневматичного бака і насосів – не менше максимальних годинних витрат води.

Напір насосів у внутрішніх водопровідних мережах, м

$$H_n = H_{номр} - H_{зар.} + H_{н.у.}, \quad (4.19)$$

де  $H_{н.у.} = 1,5 - 2,5$  м – втрати напору в насосній установці;

$H_{зар.}$  – гарантований напір води, м;

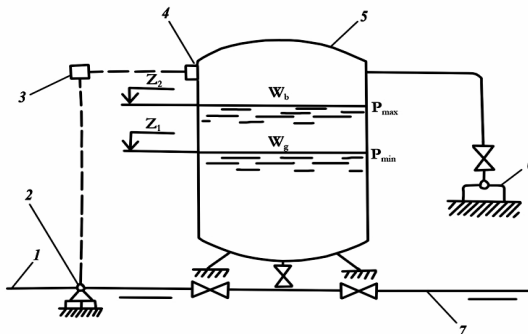
$H_{номр.}$  – загальний потрібний напір для водопостачання будинку, м.

Гарантований напір у зовнішній мережі може бути заданим від відмітки осі труби вводу в місці його під'єднання до зовнішньої мережі або від відмітки землі у цьому місці.

Загальний потрібний напір для водопостачання будинку складається з геометричної висоти підйому води, яка визначається як різниця відміток диктувального приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення, втрат напору, що необхідний для здолання всіх опорів на шляху руху води від зовнішньої мережі до диктувального приладу, і робочого напору перед арматурою водорозбірного пристрою.

Насоси слід підбирати за характеристиками Q-H і Q-η, які наведені в чинних каталогах насосів. За необхідності безперебійної подачі води практикують встановлення резервних насосних агрегатів. Кількість резервних насосних агрегатів визначають за чинними будівельними нормами. Найменша кількість агрегатів у насосній установці два – робочий і резервний.

Гідропневматичні установки складаються з насосних установок і гідропневматичних баків (рис. 4.21).



**Рис. 4.21. Гідропневматична напірно-регульовальна установка:**  
 1, 7 – напірна труба; 2 – насос; 3 – блок управління; 4 – реле тиску;  
 5 – повітряно-водяний бак; 6 – компресор

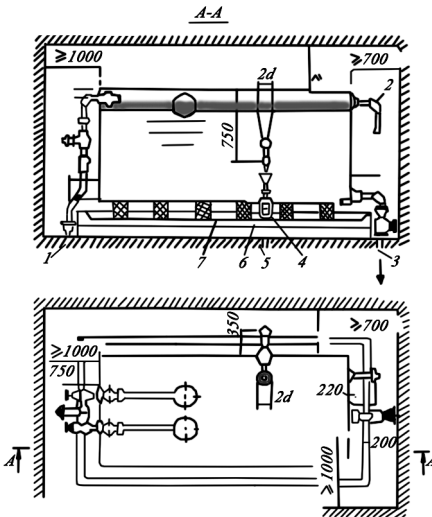
Як правило, вони автоматизовані. Під час пониження рівня води в баці насоси вмикають від датчика, під час досягнення вищого рівня вимикаються. Тиск у заданих межах в гідропневматичних баках підтримується за допомогою компресора і насосів.

Гідропневматичні баки розміщують у підвалах, на перших поверхах або в окремих приміщеннях, що опалюються. У багатоповерхових будинках за зонного водопостачання гідропневматичні установки можуть розташовуватись на верхніх поверхах. Гідропневматичні баки встановлюють вертикально або горизонтально. Відстань між баками, від баків до стін і переkritтя повинна бути не менше ніж 0,6 м.

#### 4.8. ВОДОНАПІРНІ БАКИ

Водонапірні баки в будинках забезпечують необхідний запас води для регулювання нерівномірності водопостачання (при постійній чи періодичній недостачі напору в мережі), а за наявності протипожежного обладнання, крім того, недоторканий протипожежний запас води.

Водонапірні баки розташовують на горищах або верхніх поверхах у спеціальних приміщеннях. Вони можуть бути металічними або залізобетонними, круглими або прямокутними в плані. Баки встановлюються на спеціальні піддони і зверху закриваються спеціальними кришками з люками. На рис. 4.22 показано схему встановлення баку і його обв'язки трубопроводами.



**Рис. 4.22. Обладнання водонапірних баків:**  
 1 – трубопровід для подачі води;  
 2 – сигнальна труба; 3 – відвідний трубопровід; 4 – труба для спорожнення; 5 – переливна труба; 6 – злив з піддона; 7 – піддон

---

---

Відстань між баком і будівельними конструкціями повинна бути не менше ніж 0,7 м, а збоку поплавкових клапанів – не менше за 1,0 м; від верху баку до перекриття – не менше за 0,6 м, від піддона до дна бака – не менше 0,5 м. У водонапірних баках передбачають циркуляцію води спеціальними пристроями, або, що частіше, за рахунок улаштування трубопроводів вводу і відводу води з протилежних боків бака.

Повний об'єм  $W$  водонапірних баків у житлових і громадських будівлях визначають як суму регульовального  $W_p$  і недоторканого протипожежного  $W_n$  запасів води

$$W = \beta \cdot W_p + W_n, \quad (4.20)$$

де  $\beta = 1,1-1,3$  – коефіцієнт запасу.

Регульовальний об'єм бака визначають за графіками подачі води і водоспоживання або формулами, що враховують середньогодинні витрати води в будинку, період недостатнього тиску в мережі, продуктивність і ступінь автоматизації насосів. Недоторканий протипожежний запас води визначається із розрахунку 10-хвилинного гасіння пожежі.

Під час проектування внутрішнього водопроводу з баками слід враховувати їх суттєві недоліки: необхідність спеціальних приміщень, значні динамічні навантаження на перекриття, ретельна експлуатація баків (періодичне чистення, забезпечення циркуляції, захист від атмосферного забруднення тощо).

#### **4.9. ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

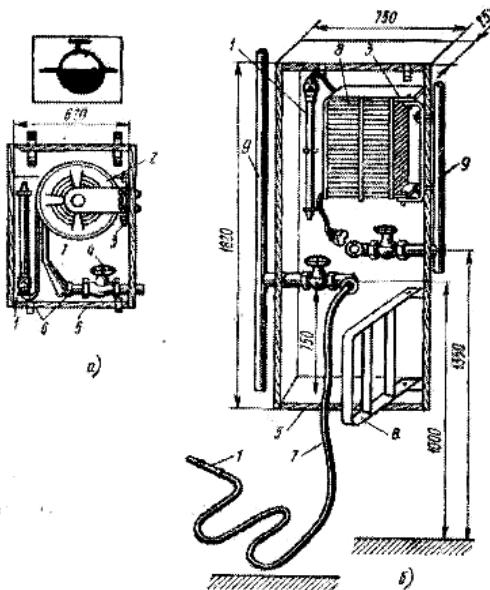
Протипожежні водопроводи подають воду для гасіння або локалізації вогню під час виникнення пожежі в будинку. У зв'язку з тим, що пожежа може виникнути в будь-який час, система пожежогасіння повинна бути в постійній готовності.

Залежно від пожежонебезпечності та вогнестійкості будинків влаштовують такі системи протипожежного водопостачання: системи з пожежними кранами і стояками в будинках з важкозаймистих і незаймистих матеріалів з постійною присутністю людей, які можуть виявити пожежу і гарантувати заходи щодо її ліквідації до приїзду пожежної команди; автоматичні й напівавтоматичні системи (спринклерні та дренчерні) для будинків, де вогонь може швидко поширюватись, а також у малодоступних приміщеннях, що не охороняються, але небезпечних у пожежному відношенні.

У СНиП 2.04.01-85 вказані категорії будинків, зокрема виробничого та складського призначення, в яких повинні бути передбачені системи внутрішнього протипожежного водопостачання. Так, наприклад, протипожежні водопроводи влаштовують у житлових будинках висотою 12 поверхів та вище; у гуртожитках; готелях; пансіонатах; школах-інтернатах висотою 4-и поверхи та вище; лікарнях та лікувально-профілактичних закладах, дитячих садках та яслах, літніх таборах відпочинку, магазинах, підприємствах загального харчування та побутового обслуговування при об'ємі кожного будинку 5000 м<sup>2</sup> і більше та ін.

Найбільше поширення отримали протипожежні водопроводи, що складаються з мережі магістральних трубопроводів, пожежних стояків, пожежних кранів і, при необхідності, пожежних насосів.

До складу обладнання пожежного крана входять (рис. 4.23): пожежний вентиль діаметром 50 або 65 мм, рукав (шланг) того ж діаметра, довжиною 10,15 або 20 м з швидкоз'єднувальними напівгайками і пожежний стовбур. Для промислових і громадських будинків пожежні крани повинні комплектуватися ручними вогнегасниками. Пожежні крани розташовують у шафах в легкодоступних місцях для користування (вестибюлях коридорів, сходових клітинах тощо).

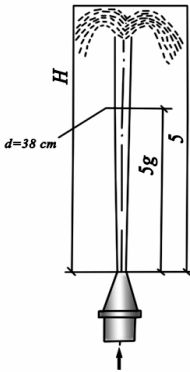


**Рис. 4.23. Пожежні крани:**

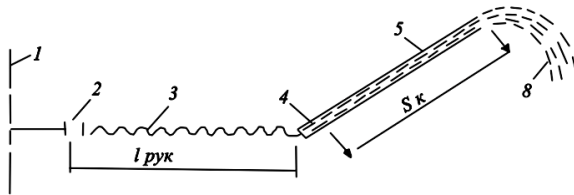
- a* – одиничний, *б* – спарений: 1 – стовбур; 2 – ко-  
тушка; 3 – кронштейн;  
4 – вентиль; 5 – шафа;  
6 – головка; 7 – рукав;  
8 – полиця; 9 – стояк

Струмінь води з пожежного стовбура повинен мати достатню енергію, щоб збити полум'я з поверхні, що горить, і тому робочою частиною струменя є лише його компактна частина, що є суцільним циліндром (рис. 4.24). Роздроблена частина струменя в рахунок не береться.

Кількість пожежних кранів у системі визначається з урахуванням зрошення всіх площин будинку компактними струменями. Під час гасіння пожежі може діяти один або декілька пожежних кранів одночасно.



**Рис. 4.24. Схема контактної струменя:**  
 $S$  – повна висота струменя;  $S_k$  – висота компактної частини струменя



**Рис. 4.25. Схема дії пожежних кранів:**  
 1 – пожежний стояк; 2 – з'єднувальні гайки; 3 – рукав; 4 – стовбур;  
 5 – компактна частина струменя; 6 – роздроблена частина струменя

Противопожежний водопровід повинен забезпечувати необхідну кількість води під повним напором до будь-якого пожежного крана. Кожен кран має розрахунковий радіус дії ( $R_{нк}$ ), який визначається за сумою довжини шланга ( $l_{рук}$ ) і, як правило, половини довжини компактної частини струменя (рис. 4.25).

$$R_{нк} = l_{рук} + S_k \cos \alpha = l_{рук} + 0,5S_k. \quad (4.21)$$

Витрати води на внутрішнє пожежогасіння і число струменів, що мають одночасно подаватись з пожежних кранів, визначаються за СНиП 2.04.01-85 залежно від призначення, кількості поверхів і об'єму будинку (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Параметри для підбору пожежних кранів і потрібної висоти компактних струменів**

h*	Пожежні крани							
	продуктивність пожежного струменя, л/с	d=50 мм			d=65 мм			
		напір біля пожежного крану з рукавом довжиною, м			продуктивність пожежного струменя, л/с	напір біля пожежного крану з рукавом довжиною, м		
		10 м	15 м	20 м		10 м	15 м	20 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Діаметр отвору сприскування стовбура 13 мм								
12	2,6	20,2	20,6	21,0	2,6	19,8	19,9	20,1
14	2,8	23,6	24,1	24,5	2,8	23,0	23,1	23,3
16	3,2	31,6	32,8	32,8	3,2	31,0	31,3	31,5
18	3,6	39,0	40,6	40,6	3,6	38,0	38,3	38,5
20	-	-	-	-	4,0	46,4	46,7	47,0
Діаметр отвору сприскування стовбура 16 мм								
6	2,6	9,2	9,6	10,0	2,6	8,8	8,9	9,0
8	2,9	12,0	12,5	13,0	2,9	11,0	11,2	11,4
10	3,3	15,1	15,7	16,4	3,3	14,0	14,3	14,6
12	3,7	19,2	19,6	21,0	3,7	18,0	18,3	18,6
14	4,2	24,8	24,5	26,3	4,2	23,0	23,3	23,5
16	4,6	29,3	30,0	31,8	4,6	27,6	28,0	28,4
18	5,1	36,0	38,0	40,0	5Д	33,8	34,2	34,6
20	-	-	-	-	5,6	41,2	41,8	42,4
Діаметр отвору сприскування стовбура 19 мм								
6	3,4	8,8	9,6	10,4	3,4	7,8	8,0	8,3
g	4,1	12,6	13,8	14,8	4,1	11,4	11,7	12,1
10	4,6	16,0	17,3	18,5	4,6	14,3	14,3	15,1
12	5,2	20,6	22,3	24,0	5,2	18,2	19,0	19,9
14	-	-	-	-	5,7	21,8	22,4	23,0
16	-	-	-	-	6,3	26,8	27,3	28,0
18	-	-	-	-	7,0	32,9	33,8	34,8

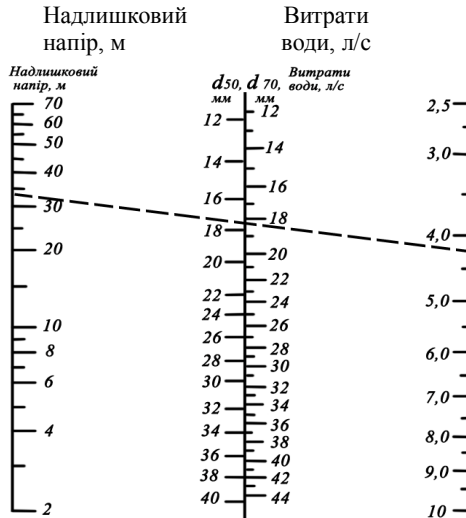
Примітка: h\* – висота контактної частини струменя, м

Потрібний напір для гасіння пожежі визначають для крана, який розташований в найвищому та найвіддаленішому від вводу водопроводу місці. Розрахунковий робочий напір перед пожежним краном ( $H_n$ ) визначається за сумою величини напору на сприскування стовбура для забезпечення компактного струменя потрібної висоти ( $h_c$ ) та втратами напору в рукаві ( $h_{рук}$ )

$$H_{нк} = h_c + h_{рук} . \quad (4.22)$$

Розрахунковий робочий напір перед пожежним краном рекомендується визначати за табл. 1.6, яка враховує вищенаведені формули.

Пожежні крани, які розташовані нижче від диктвального, знаходяться під більшим тиском і як наслідок будуть мати більшу довжину струменя та більші витрати води. Якщо під час розрахунку виявиться, що напори біля пожежних кранів відрізняються більш ніж на 40 м, то між пожежним краном і з'єднувальною головкою необхідно встановлювати діафрагми для гасіння надлишкового напору, діаметр яких визначають за номограмами (рис. 4.26).



**Рис. 4.26. Номограма для визначення діаметра отвору діафрагми, яка встановлюється між пожежним краном і з'єднувальною головкою для гасіння надлишкового напору**

---

---

Під час відомих напорів витрати у пожежних кранів визначають за формулою:

$$q = \sqrt{B_{cn} \cdot H}, \quad (4.23)$$

де  $B_{cn}$  – коефіцієнт пропускної здатності стовбура, який залежить від діаметру сплискування:  $B_{cn} = 0,346; 0,793; 1,577$  відповідно для  $d_{cn} = 13; 16$  та  $19$  мм.

Під час трасування протипожежного водопроводу застосовують ті ж самі положення, що і холодного водопроводу, але використовують тільки металеві труби. Максимальний робочий тиск у системах протипожежного водопостачання приймають  $0,9$  МПа; в об'єднаннях з господарсько-питними –  $0,6$  МПа. У зв'язку з тим, що системи пожежогасіння будинків працюють рідко, доцільно їх об'єднувати з іншими системами водопостачання, оскільки в окремих системах вода застоюється в мережі, а насоси та арматура знаходяться без тиску.

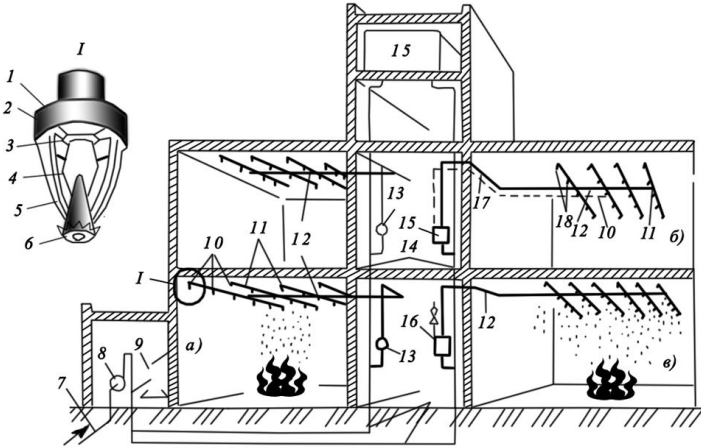
Автоматичні спринклерні та дренчерні системи гасять вогонь без участі людини і одночасно подають сигнал пожежної тривоги. Їх влаштовують у театрах, гаражах, складських приміщеннях тощо.

Напівавтоматичні дренчерні системи та водяні завіси дистанційно вмикаються людьми під час виникнення пожежі або небезпеки поширення вогню. Такі установки встановлюють для ізоляції окремих частин будинку, наприклад, сцени від залу глядачів, стоянки машин від ремонтно-профілактичних цехів тощо.

Спринклерна система будинку має джерела водопостачання (основне і автоматичне), магістральні трубопроводи, розподільчу мережу зі спринклерами та вузол управління (рис. 4.27). Основне джерело водопостачання – це зовнішня водопровідна мережа або пожежний резервуар. Автоматичне джерело водопостачання (водонапірний або гідропневматичний бак) служить для забезпечення витрат і напору води в системі до увімкнення основного джерела водопостачання.

Спринклери (рис. 4.27, а) спрацьовують під час підвищення температури і заливають вогнище. Вони мають корпус з штуцером, рамкою та розеткою. У корпусі є діафрагма з отвором, що закривається клапаном. Клапан притиснутий до отвору замком, який складається з частин, що скріплені легкоплавким сплавом. Під час підвищення температури сплав розплавляється, замок розпадається, вода вибиває клапани і, розбризкуючись, зрошує площу  $9\text{--}12$  м<sup>2</sup> приміщення.





**Рис. 4.27. Автоматичні протипожежні системи:**

*a* – спринклерна; *б* – автоматична дренчерна; *в* – дренчерна: 1 – корпус спринклера; 2 – діафрагма; 3, 13, 16 – клапани; 4 – замок; 5 – рама; 6 – розетка; 7 – ввід; 8 – насос; 9, 15 – баки для води; 10 – спринклери; 11, 12, 14, 17 – трубопроводи; 18 – дренчер

Дренчери відрізняються від спринклерів тим, що не мають клапана та замка і вихідний отвір завжди відкритий. В автоматичних дренчерних системах теплочутливі замки (наприклад, термодатчик з електрозасувкою) встановлюються на трубопроводах групової дії, що подають воду одночасно до декількох зрошувачів (рис. 4.27, б, в). У кожній секції число спринклерів не повинно перевищувати 800, а дренчерів – 70. На дренчерній мережі передбачають патрубок, що виводиться зовні для підключення пожежних машин.

Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх водопровідних мереж, зокрема під час пожегегасіння, не повинна перевищувати 3 м/с, а в спринклерних і дренчерних системах – 10 м/с.

#### 4.10. ПОЛИВАЛЬНИЙ ВОДОПРОВІД

Для поливу територій навколо будинків, миття підлоги, стін і обладнання в приміщеннях проєктують поливальний водопровід, який під'єднують до мережі зовнішнього або внутрішнього водопроводу.

У житлових і громадських будинках поливальний водопровід об'єднують з господарсько-питним. У цьому випадку на мережі господарсько-питного водопостачання влаштовують поливальні крани. Ці крани виводять до зовнішніх стін (цоколя) будинку в ніші на висоті 0,3–0,35 м від поверхні вимощення через кожних 60–70 м по периметру будинку (рис. 4.28, а). На підведеннях до кранів встановлюють запірні вентиля й спускні пристрої (вентилі або трійники з заглушками), що дозволяє вимикати крани на зиму і спускати з них воду. В окремих випадках поливальні крани можуть встановлюватись у землі – в чавунних колодязях (ковери) (рис. 4.28, в).

Найчастіше в якості поливальних кранів використовують вентиля діаметром 25 мм, рідше – 15 і 32 мм.

Поливальні крани всередині приміщення (рис. 4.28, б) встановлюють біля стін або колон на висоті 1,25 м від підлоги в душових приміщеннях за кількості душів 3 і більше; у мильних відділеннях лазень; в умивальних кімнатах за кількості умивальників 5 і більше; у туалетах з трьома і більше унітазами; у гардеробах робочого одягу забруднених виробництв, а також в інших приміщеннях, що потребують миття стін і підлоги.

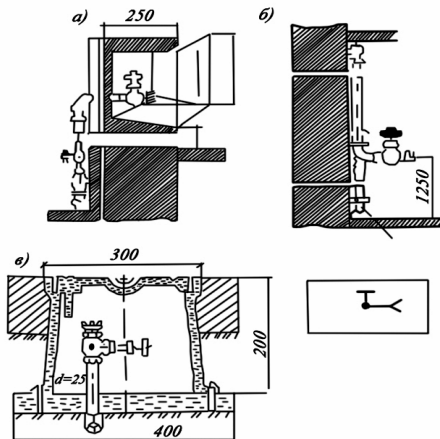


Рис. 4.28. Схема розташування поливальних кранів

---

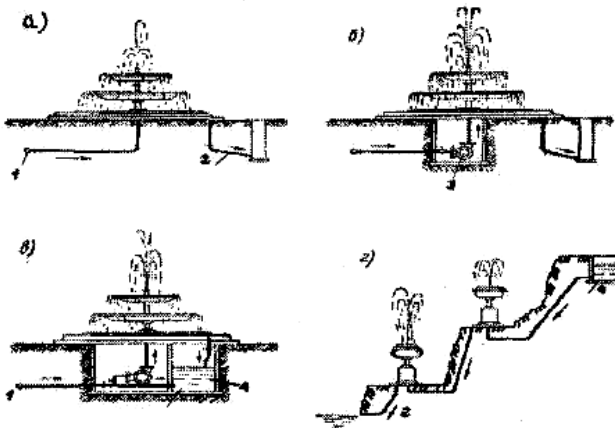
---

## 4.11. ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ І СПОРУД СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

### 4.11.1. Фонтани

Фонтани мають архітектурно-декоративне і санітарно-гігієнічне призначення. Вони звожують повітря і частково очищують його від пилу.

Водопостачання фонтанів може бути прямоточним і зворотним. Прямоточна схема застосовується для невеликих фонтанів з витратами води до 5 л/с. Як правило, передбачають рециркуляцію води, а за проектування каскадів фонтанів – не тільки рециркуляцію, а і послідовне використання води. Основні принципи схеми водопостачання фонтанів наведені на рис. 4.29.



**Рис. 4.29. Основні схеми водопостачання фонтанів:**

- a* – прямоточна; *б* – те ж, з підкачуванням води; *в* – з рециркуляцією води;  
*z* – з послідовним використанням води: 1 – зовнішні водопровідні мережі;  
2 – мережі водовідведення; 3 – насос; 4 – резервуар

Схема водопостачання фонтану складається з таких основних елементів: напірний трубопровід, розподільча мережа з насадками для утворення струменів; приймальна чаша (резервуар); відвідний або циркуляційний трубопровід; труби для випорожнення та переливу; насосна установка.

Під час проектування системи водопостачання фонтанів найскладнішим є завдання розподілу води і утворення струменів з

чітко заданою художньою формою, яка визначається при складанні архітектурної частини проекту.

Висота струменя, його форма та траєкторія польоту залежать від типу фонтанної насадкки, її діаметру, кута похилу до вертикалі і напору води перед насадкою.

Для фонтанів використовують насадкки різних типів: циліндричні, конусні, щілинні, кільцеві, гвинтові, ежекційні, одно- і багатоструменеві та ін.

Розрахункові витрати води через насадкки визначають, л/с,

$$q = \sqrt{\frac{H_f}{S}}, \quad (4.24)$$

де  $S$  – гідравлічна характеристика насадкки;

$H_f$  – робочий напір біля насадкки, м, який визначається за формулами

$$H_f = L/B_1, \quad (4.25)$$

$$H_f = H/B_1, \quad (4.26)$$

де  $L$  – довжина струменя, м;

$H$  – висота струменя, м;

$B_0, B_1$  – коефіцієнти, які визначаються за кутом похилу струменя.

$a$	15	30	45	60	70
$B_0$	0,98	1,62	1,74	1,36	0,94
$B_1$	0,07	0,23	0,43	0,58	0,64

Значення гідравлічних характеристик для циліндричних насадок:

$d$ , мм	10	12	15	20	25	32	40
$S$	8,33	4,00	1,64	0,52	0,21	0,08	0,03

У випадку застосування кільцевих насадок з підсвічуванням струменя витрати води становлять

$$q = 13,9 \left( r_1^2 - r_2^2 \right) \sqrt{H_f}, \quad (4.27)$$

де  $r_1$  і  $r_2$  – зовнішній та внутрішній радіуси кільцевої насадкки.

Для отримання однакових по довжині та висоті струменів передбачають кільцеві розподільчі мережі; встановлюють перед насад-

---

---

ками регулювальну арматуру; підбирають насадки з однаковим опором.

Гідравлічний розрахунок розподільчої мережі фонтанів виконують за загальноприйнятими формулами для розрахунку напірних трубопроводів у тій же послідовності, що і під час розрахунку внутрішніх водопроводів. На аксонометричній схемі розподільчу мережу розбивають на розрахункові ділянки, для яких визначають втрати напорів з урахуванням місцевих опорів. Насоси підбирають за розрахунковими витратами води і потрібному напору, який визначається за сумою геометричного підйому води, втрат напору і робочого напору фонтанної насадки (наконечника).

Залежно від технологічної схеми роботи фонтана розподільча мережа може бути з однією або декількома точками живлення. Трубопроводи прокладають зі зворотнім уклоном 0,005–0,002 для спорожнення в зимовий період. У чаші фонтану передбачають переливний та зливний трубопроводи.

#### **4.11.2. Плавальні басейни**

Розрізняють такі плавальні басейни: спортивні, оздоровчі, лікувальні та комбіновані. Вони можуть бути відкриті й криті. Ванну відкритих басейнів розміщують під відкритим небом, а допоміжні пристрої та спеціальні споруди – в окремій будівлі. Ванну критих басейнів розміщують в одному будинку з допоміжними приміщеннями та обладнанням.

Склад та об'єм споруд залежать від призначення басейну, його пропускної здатності та технологічних вимог. До санітарно-технічного обладнання басейну входять системи холодного та гарячого водопостачання, каналізації, опалення, кондиціонування повітря, вентиляції.

Систему водопостачання басейну проектують роздільною: господарсько-питний і технологічний водопроводи. Господарсько-питний водопровід забезпечує подачу води в санітарні вузли, душові, ванни для миття ніг, буфети, допоміжні приміщення. Технологічний водопровід забезпечує подачу води у ванну басейна та її водообмін.

Внутрішній протипожежний водопровід у басейнах влаштовують лише у тих випадках, коли басейн призначений для демонстрації спортивних змагань і об'єм будівлі басейну більше 5 тис. м<sup>3</sup>.

Системи внутрішніх водопроводів і каналізації повинні бути запроектовані відповідно до вимог СНиП 2.04.01-85 та спеціальної літератури. При цьому враховують, що основні витрати води є в

---

---

душових установках, і тому в них рекомендується передбачати автоматичне вмикання води.

Для технологічного водопроводу можливо використовувати воду з різних джерел водопостачання. Якість води для наповнення ванн і підживлення свіжою водою повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питъевая”, “ДСанПіН” Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” № 136/1940 від 15.04.1997 р. та спеціальним додатковим технологічним вимогам, а саме:

1. Прозорість води “по хресту” повинна бути не меншою за максимальну глибину води у ванні.

2. Кольоровість – не більше 3 градусів стандартної шкали для спортивних басейнів і не більше 20 градусів для басейнів іншого призначення.

3. Каламутність (за вмістом завислих речовин) для спортивних критих ванн – не більше 0,3 мг/л, для відкритих ванн – не більше 1,5 мг/л; для ванн іншого призначення – не більше 3 мг/л.

4. Для ванн будь-якого призначення  $pH=7,2-7,8$ .

5. Вода повинна містити залишковий вміст знезаражувальної речовини (наприклад, мг/л: залишкового хлору – 0,3–0,5, озону – 0,4–1Д, срібла – 0,05–0,1).

6. Титр кишкової палички: 333 мл – для спортивних басейнів; 100 мл – для басейнів іншого призначення.

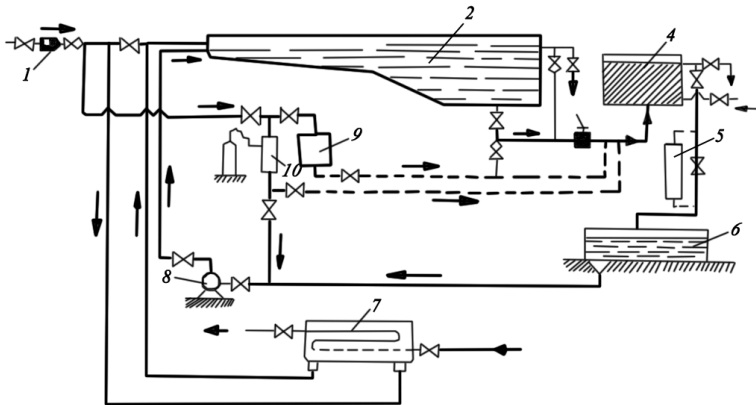
7. Температура води 20–28°C.

Контроль за якістю води під час експлуатації проводиться регулярно шляхом відбору проб з ванн.

Під час проектування технологічного водопроводу враховують прийнятий водний режим і систему водообміну, яка може бути:

- рециркуляційною (багаторазове використання води);
- проточною безперервної дії під час експлуатації;
- наливною (одноразового використання).

Найчастіше застосовують рециркуляційну систему з повним очищенням води, в процесі якого видаляють органічні й мінеральні забруднення та проводять знезараження води (рис. 4.30). Проточна схема водообміну передбачає безперервну подачу у ванну близько 30% об'єму води за годину, що дозволяє підтримувати задану якість води за рахунок розбавлення чистою водою. За необхідності воду насичують знезаражувальною речовиною. Проточну схему застосовують для малих ванн об'ємом 20–200 м<sup>3</sup> оздоровчих басейнів.



**Рис. 4.30. Схема водопостачання басейну:**

- 1 – водомір; 2 – ванна басейну; 3 – фільтр грубого очищення; 4 – фільтр;  
 5 – установка бактерицидного знезараження води; 6 – резервуар; 7 – нагрівник;  
 8 – насос; 9 – установка для приготування розчинів реагентів; 10 – хлоратор

Наливна схема водообміну передбачає одноразове використання і заміну всієї води, що знаходиться у ванні. Воду з ванни зливають у каналізацію, стінки і дно чистять і дезінфікують, після чого ванну наповнюють чистою водою. Цю схему застосовують тільки в басейнах лікувального призначення з ваннами на 20–100 м<sup>3</sup>.

Під час визначення діаметрів рециркуляційних і відвідних трубопроводів, діаметрів донних і переливних випусків необхідно користуватися рекомендаціями спеціальної літератури. Під час проектування рециркуляційних і проточних систем слід пам'ятати, що найбільш забрудненими є верхній шар води та шар біля дна басейну.

Обладнання для водопідготовки та знезараження води підбирають та розраховують за СНиП 2.04.02-84. Для невеликих басейнів індивідуальних будинків таке обладнання займає досить мало місця і монтується безпосередньо біля ванни басейну.

### 4.11.3. Лікувальні заклади

У лікувальних закладах поряд зі звичайними встановлюють спеціальні санітарні прилади (медичні умивальники з ліктьовим, педальним або іншим пуском води; спеціальні мийки; лікувальні ванни і басейни: медичні душі; спеціальні пристрої для водної терапії і грязелі-

---

---

кування та ін.). До всіх спеціальних санітарних приладів, як правило, передбачають підведення холодної і гарячої води. Водопостачання лікувальних закладів повинно бути достатньо надійним і забезпечувати безперебійну подачу води. Для цього влаштовують не менше двох вводів і передбачають недоторканий запас води.

У лікувальних закладах передбачають об'єднаний господарсько-питний і протипожежний водопровід, який подає воду питної якості. У спеціалізованих лікувальних закладах, крім того, проектуєть системи технічного водопостачання мінералізованих вод для лікувальних процедур, пристрої для підготовки і транспортування лікувальної грязі та піші. У водолікувальному відділенні встановлюють різні душі: звичайні дощові, циркуляційні, струменеві (Шарко), двоструменеві (шотландські), пилові, голкові.

Дощовий душ має звичайну душову сітку діаметром 10–15 см, яка встановлюється на висоті 2,2 м. Голковий та пиловий душі відрізняються тим, що замість звичайної встановлюють спеціальні сітки, які утворюють факел з гострих струменів, або за рахунок наконечників з сердечниками забезпечується дрібне розпилення води.

Конструктивно струменевий душ (Шарко) високого тиску (0,4 МПа) виконаний з гнучкого шлангу з наконечником. Цей душ направляють на пацієнта з віддалі 4–4,5 м.

Шотландський душ перемінної температури виконують у вигляді двох душів Шарко, які працюють самостійно і мають максимальну і мінімальну задану температури. У цьому випадку одночасно здійснюється гідро- і температурний масажі.

Циркуляційний душ складається з 8–12 вертикально встановлених по колу труб діаметром 15–20 мм з отворами через 10–15 мм діаметром 1 мм.

У кабінетах водної терапії управління душами та іншими водолікувальними пристроями здійснюється зі спеціальних пультів управління, які називають кафедрами. Для кафедри влаштовують самостійну, не пов'язану з іншими водоспоживачами, систему подачі холодної і гарячої води під високим тиском. Крім пускових вентилів і кранів, на пульт кафедри виводять регулятори витрат, тиску і температури води.

#### **4.11.4. Комунальні підприємства**

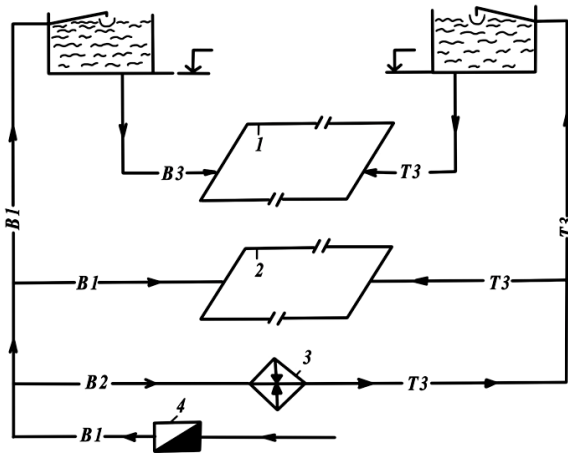
*Лазні.* Найбільш поширені в нашій країні лазні з мильним і парильним відділеннями та допоміжними приміщеннями. Технологія роботи лазні передбачає використання гарячого повітря, насиченого па-



ром, і водні гігієнічні процедури. Застосовують також сауни, технологія яких передбачає використання сухого повітря 90–120°C в спеціальному приміщенні і миття під душем. Досить часто в лазнях проєктують басейни для купання в нагрітій або охолодженій воді.

Водопостачання лазні складається з двох мереж, які забезпечують подачу води на господарсько-питні та технологічні потреби. Мережі господарсько-питного водопроводу проєктують з нижнім розведенням магістралей. Технологічні мережі, як правило, живляться від запасних водонапірних баків холодної і гарячої води (рис. 4.31).

Для забезпечення господарських і побутових потреб у лазнях встановлюють; в роздягальні – один умивальник на 75 місць і один душ для ніг на 26 місць; у мильних – одну водорозбірну колонку на вісім місць, один душ на 12 місць. Санвузли повинні обладнуватися з розрахунку: один унітаз і умивальник на 50 місць у роздягальнях.



**Рис. 4.31. Схема водопостачання лазні:**

- 1 – технологічні мережі; 2 – господарсько-побутові мережі;  
3 – нагрівач води; 4 – водолічильник

Норми водоспоживання в лазнях наведені в СніП 2.04.01-85. Розрахунок водопроводу починають з виробничої мережі від баку. На аксонометричній схемі вибирають розрахунковий напрямок і розбивають його на розрахункові ділянки. За витратами визначають діаметри труб, приймаючи швидкість руху води в трубах у межах 1–1,5 м/с.

---

---

При розрахунку систем холодного і гарячого водопостачання необхідно, щоб всі водорозбірні пристрої забезпечували нормативні витрати води, а на підведеннях холодної і гарячої води були забезпечені однакові робочі напори. Мережі холодної і гарячої води, що подають воду більше, ніж до трьох душових сіток, повинні бути закільцьовані горизонтально або вертикально. Підведення холодної і гарячої води до душів повинні бути окремими, не пов'язаними з підведеннями до водорозбірних колонок та інших водорозбірних приладів. Душові сітки встановлюють на висоті 2,2 м від підлоги, водорозбірні крани – 0,8–0,9 м, змішувачі душів – 0,9–1,0 м.

Об'єм запасних баків приймають рівною годинним витратам води за централізованого водопостачання. Віддаль між баками холодної і гарячої води приймають не менше 0,7 м. Висоту встановлення баків визначають за розрахунком з урахуванням будівельних конструкцій споруди. Протипожежний водопровід у лазнях не передбачають.

Пральні можуть бути механізовані або напівмеханізовані. Продуктивність пральні визначається кількістю сухої білизни, що обробляється за зміну. Висота виробничих приміщень пралень залежить від продуктивності: 3,6 м – при продуктивності до 1 т білизни за зміну; 4,8 м – при 2–3 т і 5,4 м – при 5 т і більше.

Внутрішній водопровід пралень складається з мережі трубопроводів, які обслуговують всі водорозбірні крани, прилади і водонапірні баки. З баків вода подається в мережу виробничого водопроводу. Виробничі мережі прокладаються відкрито по стінах з верхнім розведенням магістралей.

Протипожежний водопровід у пральнях проектують у тому випадку, коли об'єм будівлі більш ніж 0,5 тис. м<sup>3</sup>. Протипожежний водопровід об'єднують з господарсько-питним і влаштовують його в приміщеннях обробки і зберігання сухої білизни.

У системах холодного і гарячого водопостачання встановлюють напірні запасні баки місткістю на 45-хвилинні витрати води на технологічні потреби в пральнях продуктивністю до 3 т білизни за зміну і на 30-хвилинний запас води за більшої продуктивності.

Подача води в запасні баки, з яких живиться мережа технологічного водопроводу, здійснюється від господарсько-питного водопроводу. На господарсько-побутові потреби вимагається подача холодної і гарячої води питної якості (за ГОСТ 2874-82), на технологічні потреби, крім того, вода жорсткістю не більше 7 мг екв/л.

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби визначають за СНиП 2.04.01-85, на технологічні потреби за

---

---

характеристиками технологічного обладнання і режимами роботи з урахуванням одночасної дії обладнання.

Для пралень продуктивністю до 2 т сухої білизни за зміну передбачають влаштування одного водопровідного вводу, а за більшої продуктивності – не менше двох вводів. У схемі водопостачання пральні влаштовують один водомірний вузол з обвідною лінією.

#### **4.11.5. Будинки сільськогосподарського призначення**

У багатьох будинках сільськогосподарського призначення влаштовують внутрішні системи водопостачання і каналізації. Внутрішній водопровід тваринницьких ферм і пташників повинен забезпечувати подачу води на напування тварин і птиці, а також задовольняти вимоги у воді, для прибирання приміщень, утримання тварин у чистоті, виготовлення кормів, миття і охолодження технологічного обладнання, гідровидалення гною.

Для напування тварин рекомендується вода температурою 13–15°C. Напування холоднішою водою збільшує енерговитрати тварин і знижує їх продуктивність, а систематичне напування тварин водою температурою вище 20°C сприяє простудним захворюванням. Підтримання заданої температури води забезпечується наявністю у приміщеннях систем гарячого і холодного водопостачання і встановленням термозмішувачів.

Найчастіше використовують термозмішувачі прямої дії ТСВБ, які підтримують задану температури змішаної води автоматично, не залежно від коливань тиску і температури води, яку подають. Схема приготування підігрітої води наведена на рис. 4.39. При цьому гаряча вода додається централізовано або підігрівається в електричних водонагрівачах.

На фермах, обладнаних водопроводом, напування тварин і птиці передбачається зі стаціонарних індивідуальних або групових автонапувалок. Отримали поширення близько двох десятків різних типів напувалок з металу та пластмаси. Автонапувалки поділяють:

- за призначенням: для великої рогатої худоби – індивідуальні (ПА-1; ПА-1А; АП-1; ПАУ-АН-3А) і групові (АГК-4; АГК-12); для свиней – групові (ПАС-2; АГС-24); для овець – групові (АО-3; АО-0.2; ГАО-4); для птиці (11-4; АП-2; ПВ);
- за принципом дії: вакуумні; поплавково-клапанні; соскові; ніпельні; краплинні;
- за ступенем стаціонарності: стаціонарні й пересувні.

---

---

Для нормальної роботи автонапувалок потрібно систематично їх очищати і промивати чистою водою, а в мережі водопроводу повинен бути забезпечений тиск 0,04–0,25 МПа. Мінімальний робочий напір у трубах для проточних і групових напувалок приймають 2 м. На випусках стічних вод від проточних напувалок встановлюють уловлювачі для пуху та пір'я.

Технологія підготовки коренеплодів для годування тварин передбачає очищення від бруду та інших, сторонніх предметів, миття і за необхідності подрібнення. Ці технологічні процеси виконуються, як правило, на барабанних або шнекових установках заводського виготовлення. Загальна норма витрат води в механізованому кормоцеху в перерахунку на 1 кг сухого корму звичайно складає: для попередньої обробки кормів – 1,5–2,0 л; на миття посуду і обладнання для виготовлення кормів – 0,8–1,0 л.

Щоб отримати чисте в санітарному відношенні молоко, необхідно старанно стежити за чистотою тварин перед доїнням, санітарно-гігієнічним станом доїльних установок, молокопроводів і молочної апаратури. У санітарному пункті молочної ферми перед доїнням проводять миття вим'я корови теплою водою (40–45°C) через розбризкувачі; тривалість обробки вим'я 5–15 с. Перед кожним доїнням доїльні апарати ополіскують гарячою водою для дезінфекції і підігрівання доїльних стаканів. Після доїння доїльні апарати, молокопровід, охолоджувачі й молочний насос промивають холодною і гарячою водою або підігрітим мийно-дезінфікувальним розчином з наступним промиванням гарячою водою.

Значна кількість води витрачається в тваринницьких фермах на прибирання приміщень, змивання і видалення гною. Як правило, для цього використовуються поливальні крани, до яких підводиться підігріта вода. Для видалення гною може також використовуватись трубопровід технічної води з встановленими на ньому форсунками для змивання гною. Слід зазначити, що гідрозмив гною застосовують у свинарниках і на фермах в тих випадках, коли є можливість використовувати гноївку в якості добрив.

Для внутрішньої водопровідної мережі сільськогосподарських будинків рекомендується застосовувати сталеві й пластмасові труби. Оцинковані труби використовують для питних водопроводів і гарячого водопостачання, а неоцинковані – для решти водопроводів. При виборі матеріалу пластмасових труб слід віддавати перевагу трубам із поліетилену.

---

---

На фермах і пташниках прокладання водопровідних труб передбачають відкритим – по стінах і колонах, а також по стаціонарних годівницях, клітках, постійній огорожі. Не дозволяється прокладати водопровідні труби там, де вони можуть контактувати з гноєм або послідом, бути піддані механічним навантаженням, заважати прибиранню гною і посліду чи транспортуванню кормів. Крім того, в перерахованих сільськогосподарських будівлях на мережі виробничого водопроводу слід передбачати встановлення кранів для миття підлоги з розрахунку радіуса дії 30 м і напору на сприскування не менше 5 м.

У приміщеннях для великої рогатої худоби мережею внутрішнього водопроводу є тупикова або закільцьована магістраль, від якої відходять відгалуження до автонапувалок і поливальних кранів. У пташниках внутрішній водопровід виконують у вигляді однієї або декількох магістральних ліній, від яких вода подається до напувалок гнучкими шлангами, що дає змогу змінювати рівень встановлення або демонтувати жолобкові напувалки під час прибирання посліду.

Встановлення запірної арматури на мережі виробничого водопроводу слід передбачати: на вводі водопроводу в будинок; на відгалуженнях від магістралі; на підведеннях до групових напувалок, технологічного обладнання і сіток для миття вим'я. Для спорожнення водопровідної мережі під час ремонтів всі горизонтальні трубопроводи прокладають з нахилом 0,002–0,005 в бік вводу або в один із боків ділянки стійл, де в найнижчій точці труби передбачено спускний кран.

#### **4.11.6. Підприємства обслуговування автомобілів**

На об'єктах підприємств обслуговування автомобілів проектує господарсько-питний, виробничий і протипожежний водопроводи. Системи водопостачання приймають залежно від об'єму та потужності підприємства. Для малих об'єктів застосовують систему єдиного водопроводу на всі потреби, для більших – роздільні водопроводи.

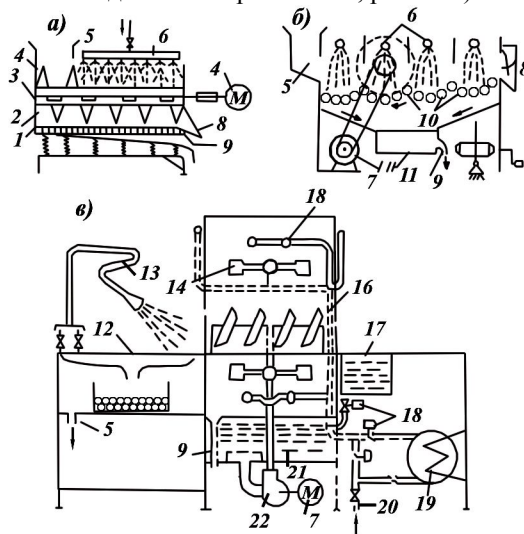
Вода витрачається на господарсько-побутові (санвузли, душ, буфети, майстерні тощо) і виробничі (миття автомобілів, підлоги, технологічного обладнання) потреби. Відповідно до норм у гаражах передбачають один умивальник і одну душову сітку на 20 осіб. Розрахункові витрати на виробничі потреби визначають за технологічними вимогами і з урахуванням обладнання. Так, наприклад, для миття однієї машини необхідно від 500 до 2000 л залежно від ступеня механізації мийки і типу автомобіля. Для миття

підлоги і технологічного обладнання у виробничих приміщеннях передбачають внутрішні поливальні крани діаметром 25 мм.

Протипожежне водопостачання гаражів проектують за вимогами СНиП 2.04.01-85 з улаштуванням простих, автоматичних і напівавтоматичних систем пожежогасіння. Для відкритих стоянок автомашин пожежогасіння передбачають від зовнішніх пожежних гідрантів або відкритих водойм.

#### 4.11.7. Підприємства загального харчування

Виробничі приміщення підприємств загального харчування обладнують як звичайним, так і спеціальним технологічним та санітарно-технічним обладнанням (посудо- і овочемийні машини, картопличистки, спеціальні мийки для м'яса і риби та ін., рис 4.32).



**Рис. 4.32. Технологічне обладнання підприємств загального харчування:**

*а* – машина для миття овочів; *б* – картопличистка; *в* – машина для миття посуду: 1 – корпус; 2 – вантажі для балансу; 3 – вісь; 4 – шнек; 5 – воронка для завантажування; 6 – розпилювач води; 7 – двигун; 8 – лоток вивантаження; 9 – відвід стічних вод; 10 – абразивні ролики; 11 – крохмалевловлювач; 12 – стіл завантаження; 13 – душ; 14, 15 – насадки; 16 – касета; 17 – бак; 18 – електромагнітні клапани; 19 – електронагрівник; 20 – холодна вода; 21 – ванна; 22 – насос

---

---

Внутрішній водопровід на підприємствах загального харчування приймають єдиним для питних, технологічних і протипожежних потреб. Під час визначення витрат води враховують потреби на приготування певної кількості умовних блюд і кількості продукції, що переробляється. Мережі холодного і гарячого водопроводу проектують переважно кільцевими з нижнім розведенням і розраховують аналогічно системам житлових будинків. Гарячу воду підводять до всіх умивальників, мийок, душових пристроїв, внутрішніх поливальних кранів та іншого технологічного обладнання.

#### **4.11.8. Об'єкти виробничого призначення**

Системи водопостачання виробничих будинків досить різноманітні і суттєво залежать від технології виробництва. У виробничих приміщеннях з незначними витратами води на технологічні потреби (до 100 м<sup>3</sup>/добу) доцільно проектувати єдиний господарсько-питний, виробничий і протипожежний водопровід. В інших випадках передбачають роздільні системи водопостачання. При цьому у випадку різних вимог до якості води на окремі технологічні процеси можуть бути декілька виробничо-технологічних водопроводів з локальним очищенням.

Господарсько-побутовий водопровід прокладають у побутових приміщеннях і цехах, де встановлені санітарні прилади для побутових потреб і технологічні апарати, які вимагають воду питної якості. Схеми, обладнання та розрахунки, як правило, аналогічні тим, що використовуються в господарському водопроводі житлових будинків. До відмінностей господарсько-питних водопроводів у виробничих приміщеннях відносять групове встановлення приладів (умивальників, унітазів, надпідлогових чаш, душів тощо) та необхідність встановлення спеціальних санітарних приладів на окремих підприємствах. Так, наприклад, на підприємствах, де використовуються токсичні або радіоактивні речовини, передбачають встановлення водорозбірної арматури з автоматизованим пуском води без доторкання до арматури.

Протипожежний водопровід у виробничих будинках проектують залежно від ступеня вогнетривкості, категорії виробництва з пожежної безпеки та об'єму будинку. Основні нормативні вимоги до протипожежного водопостачання викладені в СНиП 2.04.02-84 і СНиП 2.04.01-85. Протипожежний водопровід на підприємствах, як правило, об'єднують з господарсько-питним або виробничим. Об'єднані господарсько-протипожежні і виробничо-протипожежні системи

---

---

розраховують на пропуск розрахункових витрат води на пожежога-сіння за максимальних її витрат на господарсько-питні й виробничі потреби, але при цьому не враховують витрати води на користування душами, миття підлоги і полив території.

Переважно на підприємствах встановлюють прості системи протипожежного водопостачання з пожежними кранами. В окремих цехах хімічної, нафтопереробної та інших галузях промисловості, де висувають підвищені вимоги до протипожежного захисту, влаштовують автоматичні системи пожежога-сіння та спеціальні швидкодіючі установки.

Внутрішній протипожежний водопровід не встановлюють у виробничих будинках, де застосування води може викликати вибух, пожежу, поширення вогню; I та II ступеня вогнетривкості з матеріалів, що не горять, категорій Г і Д незалежно від їх об'єму; III–V ступеня вогнетривкості об'ємом до 5 тис. м<sup>3</sup> категорій Г і Д.

Виробничий водопровід забезпечує подачу води на всі технологічні потреби. Під час проектування таких водопроводів необхідно чітко знати технологічні вимоги до кількості і якості води та які напори повинні бути в мережі. У виробничих будинках застосовують різні системи виробничих водопроводів: прямооточні, зворотні (циркуляційні) та з повторним використанням води.

Прямоточна схема найпростіша, однак вимагає значної кількості води і тому застосовується лише за невеликих витрат на виробничі потреби. Схема повторного використання передбачає подачу води послідовно в декілька апаратів або цехів, що дозволяє раціональніше використовувати воду та енергоресурси. Зворотна схема водопостачання передбачає подачу води до обладнання, відвід використаної води на очисні споруди для відновлення початкової якості (регенерація) і повторну подачу до обладнання для використання. Підживлення чистою водою в таких схемах незначне і тому ця схема використовується за значних витрат, дефіциту води, великих тарифів на воду тощо.

У внутрішніх водопроводах виробничих будинків застосовують різні схеми водопровідних мереж. У цехах, де допускається перерва в подачі води на технологічні потреби, застосовують тупикові мережі. Якщо не допускається перерва в подачі води, застосовують кільцеві або подвійні мережі. Прокладають трубопроводи відкрито (по колонах, фермах, стінах) або приховано (у прохідних і непрохідних каналах, нішах). Розрахункові витрати води в мережах виробничого



---

---

водопроводу визначають за режимом роботи технологічного обладнання.

#### 4.11.9. Об'єкти будівництва

На будівельних майданчиках слід влаштовувати водопровід, який забезпечить подачу води на господарсько-питні, виробничі й протипожежні потреби. Системи водопостачання об'єктів будівництва можуть бути тимчасовими або діючими постійно. Для зниження капітальних витрат на влаштування тимчасових водопроводів необхідно передбачати будівництво і ввід в експлуатацію, в першу чергу, тих елементів водопроводу, які потім будуть працювати в якості постійно діючих для цього об'єкта.

Системи тимчасових водопроводів залежно від місця розташування будівельного майданчика можуть бути, якщо є така можливість, підключені до постійно діючих водопроводів або мати локальне джерело живлення (шахтні колодязі, неглибокі свердловини, поверхневі водойми тощо). На невеликих будівельних майданчиках тимчасові водопроводи можуть не влаштовуватись, а вода підвозитись автотранспортом. У кожному окремому випадку вибір схеми водопостачання вирішується за техніко-економічними розрахунками.

Господарсько-питний водопровід на будівельних майданчиках повинен забезпечувати подачу води питної якості у кількості: 15–20 л за зміну на одного працюючого на майданчиках, що віддалені від житлових зон; 25–40 л за зміну – в тих же випадках, але за наявності душових установок. Якщо об'єкт будівництва розташований на території житлового кварталу, норму витрат води на господарсько-питні потреби збільшують на 30–50 л/добу.

На об'єктах будівництва вода також може витратитись на виробничі потреби: приготування бетонів, будівельних розчинів, полив ґрунту під час ущільнення та ін. Норми витрат води на основні технологічні процеси в будівництві: цегляна кладка 1000 цеглин – 90–230 л; гасіння 1 т вапна – 2500–3500 л; промітання 1 м<sup>3</sup> щебеню або піску – 500–1500 л; приготування 1 м<sup>3</sup> бетону в бетономішалках – 200–400 л; полив 1 м<sup>2</sup> ґрунту під час ущільнення – 180–250 л.

До якості води, що використовується у виробничих процесах, висувають певні вимоги. Вода не повинна мати: показник *pH* нижче 6,5; значні домішки гумусових речовин, жирів, масел.

Режим водопостачання в будівництві характеризується такими коефіцієнтами годинної нерівномірності: виробничі потреби – 1,45–1,7;

---

---

силові установки – 1,1–1,2; транспортне господарство – 2; побутові потреби – 2,7; підсобні підприємства – 1,2–1,5.

Норми витрат води на протипожежні потреби залежать від вогнетривкості будівель і погоджуються з органами пожежного нагляду. Найчастіше приймають норму 10–20 л/с на одну пожежу залежно від площі об'єкту (10–20 га і більше). Розрахункову тривалість пожежі приймають 3 години. В окремих випадках для зберігання протипожежних запасів води влаштовують відкриті резервуари, звідки подача води при гасінні пожежі здійснюється тимчасовими насосними установками або насосами пожежних машин.

Під час влаштування тимчасових водопроводів використовують найдешевші матеріали або розбірні переносні мережі багаторазового використання. Мережа повинна мати мінімальну довжину і може бути прокладена в ґрунті, на поверхні землі або естакадах. За необхідності можуть влаштовуватись напірно-регулювальні споруди.

#### ***4.12. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ***

Після виконання всіх монтажних робіт систему випробують на справність арматури, а мережі та обладнання – на герметичність. Випробовування на герметичність проводять до закладання трубопроводів у стінах (за прихованого прокладання) і до накладання ізоляції та фарбування. Мережі холодного і гарячого водопроводів випробовують гідравлічним способом тиском, що перевищує робочий на 0,5 МПа, але не більш ніж 1 МПа протягом 10 хв; зниження тиску при цьому допускається не більш ніж на 0,1 МПа. У зимовий період випробування проводять тільки після вводу в дію системи опалення.

Під час прийняття водопроводу в експлуатацію перевіряють відповідність монтажу затвердженому проекту, міцність кріплень, наявність уклонів для спорожнення труб, відсутність витоків води в арматурі, з'єднаннях, обладнанні, ефективність вмикання і вимикання, роботу системи автоматизації. У системах гарячого водопостачання, крім того, перевіряють температуру в різних точках системи, прогрів рушникосушарок у циркуляційному режимі, роботу водонагрівачів і циркуляційних насосів.

За результатами випробувань системи водопостачання складають акт (додаток), який разом з актом на приховані роботи, актом приймання і виконавчою документацією (робочі креслення, дані про

розрахункові витрати і тиск тощо) передаються організації, що буде здійснювати експлуатацію.

Основні завдання експлуатаційних організацій такі:

1. Нагляд за системами (трубопроводами, арматурою, насосними установками, водонагрівачами) і усунення недоліків, що викликають перебої в подачі води споживачам.

2. Контроль за споживанням води і тиском на вводах і в системах, що дозволяє виявити і усунути втрати води.

3. Запобігання замерзанню води в трубопроводах системи і утворенню конденсату.

4. Захист трубопроводів від корозії та заростання.

5. Боротьба з шумом, що виникає під час роботи систем. Профілактичні огляди системи проводять не рідше одного разу в два місяці. Під час огляду проводять профілактичний ремонт, налагодження та регулювання арматури та обладнання (заміна прокладок, набивка сальників, регулювання тиску на вводі тощо). Стан роботи системи гарячого водопостачання перевіряють шляхом вимірювання температури в місцях водорозбору, біля водонагрівачів і в циркуляційній магістралі. Профілактичні огляди елементів систем водопостачання виконує майстр технічної ділянки та слюсар-сантехнік. Найчастіші характерні порушення роботи внутрішнього водопроводу та способи їх усунення наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

**Характерні порушення роботи внутрішнього водопроводу та способи їх усунення**

Характерні порушення роботи	Причина	Способи усунення
1	2	3
Вода не поступає до водорозбірних кранів	Недостатній тиск води в системі	Встановлюють підвищувальні напірні установки (насоси) на вводі
	Забруднення сітки фільтру лічильника або лічильник малого калібру	Прочищають сітку фільтра або замінюють лічильник
	Значні витрати води на нижніх поверхах	Зменшують витрати води на нижніх поверхах (наприклад, встановлюють діафрагми)

Продовження табл. 4.7

1	2	3
	Зменшення внутрішнього діаметру труб через пожежі та заростання	При невеликих заростаннях промивають окремі ділянки мережі “на скидання” за значних швидкостей руху води або труби очищають стисненим повітрям з балону, який під’єднують до нижньої частини стояка. Очистка дає кращі результати, якщо попередньо перед початком промивання в трубопровід ввести крупну поварену сіль. За значного заростання труб застосовують хімічне очищення невеликих по довжині ділянок 20% розчином інгибованої соляної кислоти, яка повинна залишатись у трубах на 12–15 годин. Стояки та підведення до приладів прочищають йоржами, які вводять всередину труби
		Замінюють окремі ділянки труб
Витоки води на окремих ділянках водопроводу	Утворення раковин та свищів у стінках металевих труб, механічні пошкодження труб	На утворені невеликі отвори ставлять металеві накладки-хомути з підкладеними під них гумовими прокладками
	Утворення поздовжніх тріщин у трубах	Пошкоджену ділянку видаляють, на її місце вставляють новий кусок труби на муфтах або зварюванням
	Порушення фланцевих або розтрубних з’єднань	На фланцевих з’єднаннях замінити гумові прокладки або підтягнути болти. Розтрубні з’єднання ремонтують шляхом додаткового підчеканювання
	Витікання води через різьбове з’єднання	Розбирають стик і замінюють ущільнювач (прокладку, кільце, стрічку або пасмо з ґрунтовкою)
Закритий кран пропускає воду	Зносились ущільнювальна прокладка (гума, шкіра, пароніт) під клапаном	Замінюють ущільнювальну прокладку
	Між прокладкою та сідлом корпусу потрапив пісок чи інше забруднення	Розбирають кран, протирають ущільнювальну прокладку та сідло корпусу, видаляють забруднення

1	2	3
	Наявність на сидлі корпусу раковин чи інших пошкоджень	За наявності значних раковин чи пошкоджень шліфують сидло або замінюють кран
Витікання води по корпусу водорозбірного крана	Недостатньо ущільнена набивка сальника	Підтягують зажимну гайку сальника
	Зношення сальникового ущільнення	Замінюють сальникове ущільнення (гумові кільця, промаслене пасмо)
Маховик крану постійно повертається	Зносились гвинтова нарізка шпінделя	Замінюють шпіндель або встановлюють новий кран
Витікання води через зливний бачок унітаза	Викривлення тяги поплавка	Вирівнювання та настроювання тяги
	Зносились прокладка поплавкового клапану і вода поступає в бачок навіть при верхньому положенні поплавка	Замінюють гумову прокладку, тягу поплавка регулюють так, щоб вода в бачку знаходилась на 1 см нижче переливу
Повільно наповнюється зливний бачок	Засмітився отвір поплавкового клапана, надмірно закритий кран на підведенні води, не відрегульоване коромисло тяги	Прочищають отвір клапана, відкривають запірний вентиль на підведенні до приладу або регулюють коромисло тяги
Шум у водопровідній мережі	Несправний водорозбірний кран в одній з квартир	Ремонтують кран. Іноді достатньо замінити ущільнювальну прокладку
	Вібрація клапанів у водорозбірних кранах	Ремонтують кріплення клапанів або міняють крани
	Вібрація труб	Закріплюють кронштейнами або гаками труби до будівельних конструкцій, ремонтують несправну арматуру

Продовження табл. 4.7

1	2	3
	Невиконані звукоізоляційні заходи в насосних та у місці перетину з будівельними конструкціями	Виконують звукоізоляцію та за можливості замінюють обладнання на малощумне
	Значний надлишковий тиск перед водорозбірною арматурою	На відгалуженні в квартиру або перед арматурою встановлюють діафрагми
Конденсація водяних парів на поверхні трубопроводів і зливних бачків	Погана вентиляція приміщення та надмірне охолодження трубопроводів та зливних бачків	Прочищають витяжні вентиляційні канали. Забезпечують приток повітря в туалетні кімнати (між підлогою та дверима повинна бути щілина висотою 1–2 см). Зменшують витрати води через трубопроводи
Замерзання води в трубопроводах у підвалах при низьких зовнішніх температурах	Не закриті на зиму віддушини в цоколі будинку. Не утеплені підвальні приміщення, відсутня ізоляція трубопроводів у холодних приміщеннях. На зиму не відключені поливальні крани та всі тимчасові під'єднання води	Закривають вікна та отвори в цоколі будинку. Утеплюють підвальні приміщення, накладають ізоляцію на трубопроводи. Відключають поливальні крани та всі тимчасові під'єднання води

Пошкодження на трубопроводах підлягають терміновому усуненню, а витікання з водорозбірних кранів і зливних бачків повинні бути ліквідовані протягом трьох діб і в цей період необхідно локально перекривати воду за відсутності водорозбору. Непланові огляди проводять безпосередньо після аварійних ситуацій. Непланові ремонтні роботи аварійного характеру виконують чергові слюсарі-сантехніки організації, що експлуатує цю систему. Про неполадки, які можуть загрожувати життю та здоров'ю жителів, необхідно терміново повідомити цих жителів, огородити

небезпечні зони та припинити, якщо це потрібно, експлуатацію інженерного обладнання.

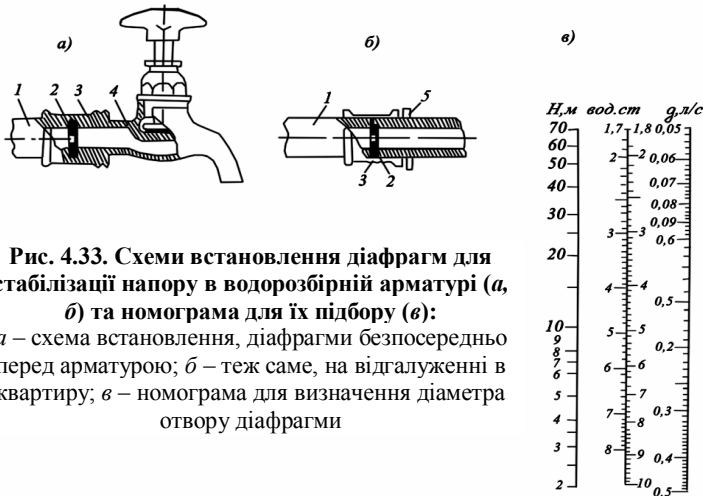
Аварійна служба повинна бути укомплектована робітниками відповідних професій і забезпечена інструментами, потрібними матеріалами, спецодягом, запасними частинами, засобами механізації та спеціальним транспортом.

Якщо на вводі має місце величина надлишкового напору, то за відсутності стабілізаторів напору рекомендується відрегулювати запірну арматуру (засувку, вентиль) на цьому вводі, знизивши напір, який регулюють за показниками манометра. На нижніх поверххах, де завжди має місце надлишковий напір, виникають різні гідростатичні умови роботи водорозбірної арматури і витрати води навіть у однотипної арматури будуть мінятися досить суттєво.

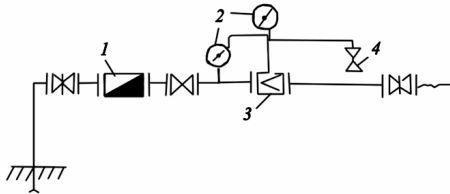
Дійсно, через водорозбірну арматуру з гідравлічним опором  $S$  витрати води при  $H=H_f$  будуть:  $q=q_g$ . Але коли  $H=H+\Delta h$ , витрати складуть:

$$q=q_o+\Delta q=\sqrt{\frac{H_f+\Delta h}{S}}. \text{ Усунення надлишкового напору } \Delta h \text{ буде сприяти}$$

тому, що витрати води через водорозбірну арматуру будуть оптимальні, тобто  $q=q_g$ . Для цього на відгалуженні в квартиру або перед водорозбірною арматурою встановлюють діафрагми (рис. 4.33). Для визначення діаметра отвору діафрагми за номограмою (рис. 4.33, в) необхідно прямою лінією з'єднати розрахункові витрата та надлишковий тиск.

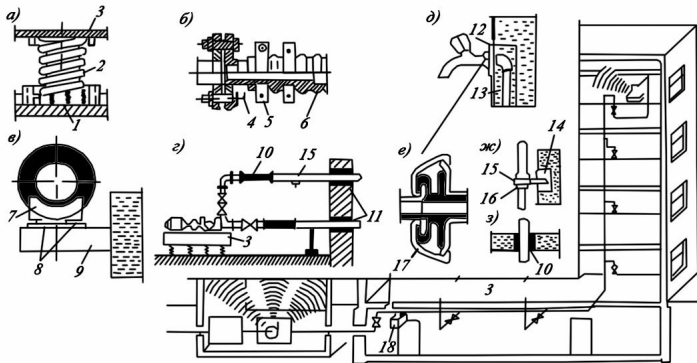


Крім того, знижувати та підтримувати на певному рівні тиск на вводах або на поверххах можливо за рахунок встановлення спеціальних пристроїв – регуляторів тиску (рис. 4.34). У регуляторах тиску гідравлічний опір регулятора за рухом води зростає із збільшенням тиску на вході. У результаті потрібний напір (в діапазоні 0,2–150 м) в мережі після регулятора залишається постійним і практично не залежить від зміни витрат води.



**Рис. 4.34. Схема встановлення регуляторів тиску "після себе" на вводі в будинок**

Для запобігання утворенню відкладень у трубах та обладнанні, а також для захисту їх від внутрішньої корозії слід передбачати заходи зі спеціальної обробки холодної води, яка підігрівається для системи гарячого водопостачання (іонний обмін, термічна та вакуумна деаерація, магнітна обробка, електрохімічний захист і хімічна обробка).



**Рис. 4.35. Обладнання для боротьби з шумом:**

- 1 – перфорована гумова прокладка; 2 – пружина; 3 – фундамент насосу;
- 4 – патрубок; 5 – хомут; 6 – гумовий армований шланг; 7 – дерев'яна підставка; 8 – гумові призматичні прокладки; 9 – кронштейн; 10 – вібровставка;
- 11 – прокладка з еластичного матеріалу; 12 – гумова шайба; 13 – звукопоглинальний матеріал; 14 – звукопоглинальна вставка; 15 – кріплення;
- 16 – прокладка; 17 – гумова муфта; 18 – вантаж



---

---

Сильний шум шкідливо впливає на органи слуху людини. Постійний його вплив знижує працездатність, може стати причиною неврозів і багатьох інших захворювань. Найчутливіші до дії шуму люди старшого віку. Якщо у віці до 27 років на шум реагують приблизно 46% людей, то у віці старше 58 років – 12%. Найбільша чутливість людей до акустичного шуму проявляється в нічний час. За санітарними нормами, які діють в Україні, для жилих будинків середній допустимий рівень інтенсивності звуків у денний час складає 5 дБ, в нічний – 45 дБ, максимальний – відповідно 70 і 60 дБ.

Значну частину в загальному шумовому балансі будинку складає шум від водопровідно-каналізаційного обладнання. Шум справної водорозбірної арматури в час користування складає 30–50 дБ. Він збільшується до 70–80 дБ за рахунок додаткової вібрації за поганого кріплення клапана та стирання прокладки. На 5–10 дБ зростає шум при великих тисках перед арматурою. Запірно-регулювальна арматура випромінює шум в основному за малого відкриття робочого отвору, коли в дроселювальному перетині виникає кавітація. Шум від насосів, арматури та від руху води по трубах передається будівельним конструкціям і поширюється по всьому будинку.

Для зменшення шуму в системах водопостачання передбачають: встановлення малошумного обладнання; усунення причин шумоутворення в обладнанні (закріплення клапанів і прокладок в арматурі, заміна зношених деталей, балансування насосів, двигунів тощо); звуковіброізоляція трубопроводів, насосних установок, арматури; влаштування звукоізоляції приміщень і раціональне розташування обладнання в приміщеннях (рис. 4.35). Належна організація експлуатації систем водопостачання суттєво покращить роботу системи в цілому і забезпечить раціональне використання води та енергоносіїв.

#### ***4.13. СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ БУДИНКІВ***

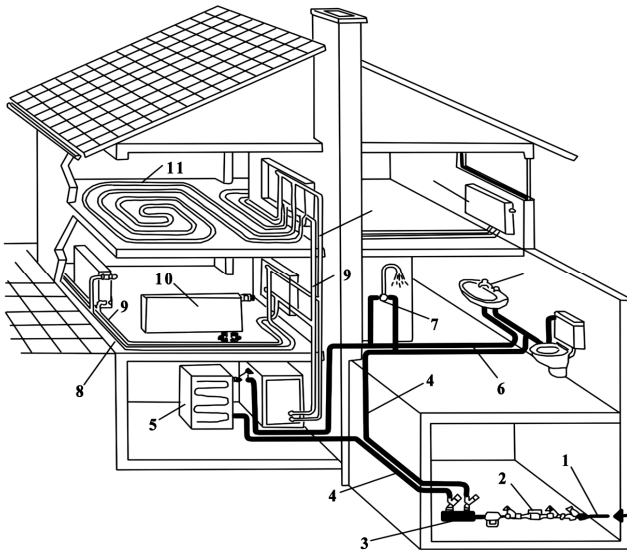
Гаряче водопостачання в житлових і громадських будівлях влаштовується для того, щоб задовольнити побутові й санітарно-гігієнічні потреби людини. Система гарячого водопостачання забезпечує споживача водою з температурою не менше 50°C і не більше 75°C.

Залежно від призначення системи гарячого водопостачання поділяють на господарсько-побутові й виробничі. Ці системи допускається об'єднувати лише тоді, коли на технічні потреби використовується вода питної якості або тоді, коли внаслідок контакту з технологічним обладнанням не змінюється якість води.

Системи гарячого водопостачання залежно від місця приготування гарячої води поділяють на місцеві й централізовані.

**Місцеві системи** влаштовують у невеликих будинках, в яких нагрівання води здійснюється для кожного споживача або групи споживачів. Вода із системи холодного водопостачання подається для нагрівання в місцеву установку – теплогенератор (газовий водонагрівач, малометражний котел), в якому використовуються газ, тверде паливо, електроенергія тощо. Гаряча вода подається споживачеві за допомогою розподільної мережі трубопроводів.

Через велику кількість водонагрівачів, що потребують постійного нагляду, ускладнюється монтаж і експлуатація місцевих систем, а тому їх використовують лише в невеликих будинках із теплоспоживанням не більше 208 МДж/год за відсутності джерел централізованого теплопостачання або значному віддаленні від них, коли спорудження теплових мереж є економічно недоцільним.



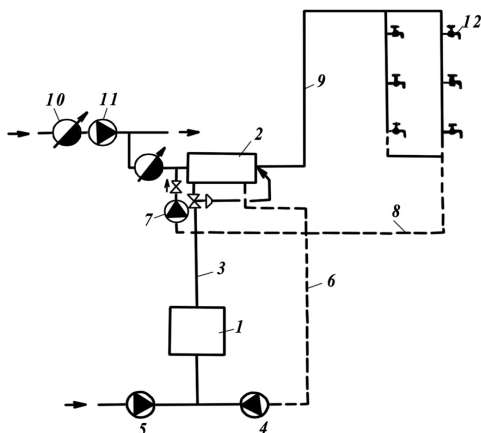
**Рис. 4.36. Схема гарячого водопроводу, поєднаного з системою опалення (“Combi-System” фірми Oventrop з металопластикових труб):**

- 1 – ввід холодного водопроводу; 2 – водолічильник; 3 – підключення санітарно-технічного обладнання; 4 – холодний водопровід будинку; 5 – котел; 6 – трубопровід гарячої води; 7 – водорозбірна арматура; 8 – подавальний теплопровід опалення; 9 – зворотний теплопровід опалення; 10 – опалювальні прилади; 11 – підлогове опалення

У малоквартирних будинках інколи використовують систему гарячого водопостачання, поєднану з опаленням. Сучасна модифікація такої схеми фірми Oventrop “Combi-System” з металопластикових труб показана на рис. 4.36. Джерелом тепла в такій системі можуть бути як місцеві котельні (наприклад, дахова), так індивідуальні котли на рідкому чи газоподібному паливі. Підведення води з водопроводу здійснюється до котла і бойлера, розташованих у підвалі будинку. Система передбачає окреме живлення водорозбірних пристроїв гарячого водопроводу і окреме – приладів системи опалення з різною температурою гарячої води, яка подається.

**Централізовані системи** гарячого водопостачання (рис. 4.37) широко використовуються в житлових і громадських будівлях завдяки їх економічності, простоті експлуатації та обслуговування. Їх влаштовують за наявності потужних джерел тепла (ТЕЦ, районних котельнь тощо).

У централізованих системах гарячого водопостачання воду нагрівають для групи споживачів в одному місці і транспортують її трубопроводами до місць витрачання. Основні елементи системи наведені на рис. 4.43.



**Рис. 4.37. Загальна схема централізованого гарячого опалення:**

- 1 – теплогенератор; 2 – водонагрівач; 3 – подавальний трубопровід теплоносія;
- 4 – циркулювальний насос теплоносія; 5 – підживлюючий насос;
- 6 – зворотний трубопровід теплоносія; 7 – циркуляційний насос гарячого водопостачання; 8 – циркуляційний трубопровід гарячої води;
- 9 – подавальний трубопровід гарячої води; 10 – водомірний вузол;
- 11 – підвищувальний насос; 12 – водорозбірна арматура

---

---

Схема системи гарячого водопроводу, кількість елементів у системі, їх взаємне розташування залежать від режиму водоспоживання, типу пристроїв для нагрівання води, довжини трубопроводів тощо.

Вода в системах централізованого гарячого водопостачання може нагріватися за відкритою чи закритою схемами.

У відкритій схемі гаряча вода забирається безпосередньо з теплової мережі. Вода нагрівається в котлах, розташованих у центральних котельнях або теплообмінниках ТЕЦ, і квартальною мережею подається в систему опалення, а розподільною мережею – на гаряче водопостачання окремих будинків. Циркуляційні трубопроводи повертають охолоджену воду в котли для її підігріву.

Така схема є простою і довговічною, адже живиться ретельно очищеною водою, яка необхідна для роботи котлів без утворення накипу.

Недоліком схеми є велика потужність установок для водопідготовки, які повинні очищати всю воду, що подається в систему водопостачання. Через це схему використовують за низької карбонатної твердості природної води.

У закритих схемах (рис. 4.37) тепло від котлів передається теплоносію (перегрійтій воді, парі тощо), який теплофікаційною мережею подається до водонагрівача. Вода з системи холодного водопостачання проходить через водонагрівач, нагрівається і подається в розподільну мережу. Недоліком закритої схеми є необхідність використання водонагрівачів, прокладення внутрішньоквартальної мережі трубопроводів. Проте в цій схемі установки для водопідготовки мають невелику потужність, адже теплоносій не витрачається, а повністю повертається в котел, у той час як споживач отримує гарячу воду питної якості з міського водопроводу. Крім того, котли перебувають під постійним тиском, який не залежить від тиску в системі гарячого водопостачання. Завдяки цим перевагам закриті системи гарячого водопостачання здобули в наш час широке використання.

Схеми централізованого гарячого водопостачання з циркуляцією використовують у будинках, в яких не допускається зниження температури води нижче потрібної. Щоб компенсувати тепловтрати, передбачається циркуляція води, для чого поруч із подавальним трубопроводом прокладається циркуляційний, за допомогою якого охолоджена вода повертається у водонагрівач. Рух води в циркуляційному контурі здійснюється або за рахунок гравітаційного тиску (різниці густини гарячої і холодної води) – схема з природною циркуляцією,

---

---

або за допомогою циркуляційного насоса – схема з насосною циркуляцією.

Через невеликий гравітаційний тиск схему з природною циркуляцією використовують у невеликих будинках (висотою до 20 м і довжиною горизонтальних ділянок мережі 30–60 м). В інших випадках застосовують схему з насосною циркуляцією.

Схеми *без циркуляції* використовують на підприємствах з постійним водорозбором (лазнях, пральнях тощо) або регламентованим за часом споживанням гарячої води (на промислових підприємствах, де користуються душами в один і той же час після закінчення зміни, а також у невеликих малоповерхових будинках з короткими підведеннями до водорозбірних приладів).

Схеми з *акумуляторами* тепла застосовують у випадку нерівномірного споживання води і тепла для зменшення потужності водонагрівачів і вирівнювання графіка споживання тепла. Акумулятори створюють запас гарячої води, усувають різкі коливання температури води. Як правило, їх влаштовують напірними. У невеликих будинках з місцевими тепловими пунктами дозволяється використовувати безнапірні баки-акумулятори, які розташовуються в найвищій точці будівлі. У лазнях, душових, пральнях баки-акумулятори створюють запас води на випадок перерви в постачанні води зовнішньою мережею.

Часто акумулятори поєднуються з нагрівачами. Це дозволяє зменшити втрати тиску у водонагрівачі, які зростають під час експлуатації внаслідок утворення накипу на внутрішніх поверхнях. Доцільність використання акумуляторів тепла визначається техніко-економічними розрахунками.

Схеми з *насосними установками* застосовують, якщо гарантійний тиск у зовнішній мережі постійно або періодично менший, ніж тиск, потрібний для роботи системи гарячого водопроводу. Насосна підвищувальна установка збільшує тиск до потрібного. Інколи циркуляційні насоси влаштовують на подавальному трубопроводі і використовують як підвищувально-циркуляційні.

*Зонні* схеми використовують у багатоповерхових будинках (висотою понад 50 м). У кожній зоні влаштовується окремий водонагрівач і насосна установка.

Схема з *регулятором температури* під час експлуатації автоматично забезпечує найекономічніший розподіл циркуляційних витрат, зберігаючи високі температури в усіх точках схеми. Регулятори температури влаштовуються в нижній частині стояків або

---

---

на ввіді в будинок. Завдяки їм підтримується стала температура циркуляційної води 35–38°C, зменшується циркуляційна витрата на 18–25% і водночас підвищується температура гарячої води у споживача на 10–12°C [9].

#### **4.14. СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

У невеликих житлових будинках, котеджах, окремих квартирах, офісах, магазинах, майстернях та ін. систему гарячого водопостачання влаштовують, як правило, у вигляді квартирної установки з приготуванням гарячої води в теплогенераторах, роздільних або суміщених з системою опалення.

У роздільних схемах залежно від якості водопровідної води (твердість до 3 мгекв/л) нагрівання води здійснюють за схемою котел – бак-акумулятор або за більшої твердості – котел – змійовик у бак-акумуляторі [8]. Використовують водогрійні чавунні котли КЧМ малої теплопродуктивності – від 11,6 кВт для КЧММ до 55,8 кВт для КЧМ-ЗМ.

Продуктивність теплогенератора  $Q_g$ , Вт, і площа поверхні змійовика в бак-акумуляторі  $F$ , м<sup>2</sup>, визначаються, як правило, із розрахунку приготування гарячої води для приймання однієї ванни (при цьому задаються якимось проміжком часу  $z$ , с, необхідним для приготування гарячої води для наступної ванни)

$$Q_g = 1,1 \cdot V_w^h \cdot (t^h - t^c) \cdot c / z, \quad (4.1)$$

$$F = \frac{Q_g}{k \cdot \Delta t}, \quad (4.2)$$

де 1,1 – коефіцієнт запасу;

$V_w^h$  – об'єм гарячої води, необхідний для приймання однієї ванни, рівний 250 л за температури 40°C;

$t^h, t^c$  – температури гарячої і холодної води, рівні відповідно 40 і 5 °C;

$c$  – теплоємність води, рівна 4190 Дж/(кг°C);

$z$  – коефіцієнт теплопередачі змійовика в акумуляторі, приймається рівним 300 Вт/(м<sup>2</sup>°C);

$k$  – розрахункова різниця середніх температур теплоносія і води, що нагрівається, приймається залежно від прийнятої схеми місцевої системи гарячого водопостачання [8], °C.

---

---

Приготування гарячої води може здійснюватись у швидкісних і ємнісних газових водонагрівачах за наявності в будинках газопостачання і централізованого опалення. Використовуються проточні водонагрівачі ВПГ з тепловою потужністю 20,8; 23,2; 29 кВт і ємнісні АВГ.

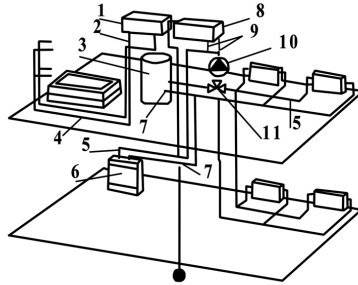
Місцеві суміщені системи гарячого водопостачання та опалення здійснюють за різними схемами: з використанням ємнісних газових водонагрівачів АВГ або чавунних водогрійних котлів [8].

Використання теплогенератора, який обслуговує системи опалення і гарячого водопостачання, має певні незручності, адже режим теплопостачання цих систем суттєво відрізняється. Система опалення протягом дня має стабільне теплопостачання, тоді як гаряче водопостачання характеризується нерівномірним навантаженням з різко вираженими “піками” вранці і надвечір.

Згідно з тепловими розрахунками і практичними даними пікове споживання тепла системою гарячого водопостачання, як правило, перевищує навантаження в системі опалення. Якщо встановити в будинку теплогенератор на сумарне теплове навантаження опалення і гарячого водопостачання, то його установлена потужність виявиться завищеною. Внаслідок чого в періоди, коли відсутній водорозбір, теплогенератор буде працювати недовантаженим з пониженою економічністю. Тому під час використання ємнісного водонагрівача його продуктивність потрібно вибирати виходячи з витрати тепла на опалення, а його ємність – на приготування води для приймання однієї ванни.

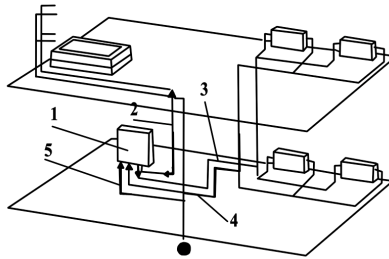
У схемі з водогрійним котлом влаштовуються баки холодної і гарячої води. Водопровідна вода подається в бак холодної води, який автоматично підтримує постійний рівень у баку гарячої води під час водорозбору. Рівні води в обох баках, отже, й тиск холодної і гарячої води біля змішувача ванни будуть однаковими, а тому змішування води відбувається без забивання струменя холодної води з водопроводу. Бак гарячої води служить акумулятором тепла, що забезпечує гарячу воду для ванни, і водночас розширювальним баком збільшеної ємності для водяного опалення.

Влітку гаряче водопостачання працює звичайно, але з відключеною системою опалення, для чого на загальній подавальній і зворотній лініях біля теплогенератора встановлені прохідні крани.



**Рис. 4.38. Схема суміщеного опалення і гарячого водопостачання з відкритим баком для зберігання гарячої води:**

1 – бак для холодної води; 2 – подавальний трубопровід холодної води; 3 – бак для зберігання гарячої води; 4 – холодна вода для використання; 5 – подавальний трубопровід гарячої води для опалення і на побутові потреби; 6 – котел; 7 – зворотний трубопровід; 8 – компенсаційний бак; 9 – зливні труби; 10 – насос; 11 – клапан



**Рис. 4.39. Схема суміщеного опалення і гарячого водопостачання:**

1 – двоконтурний котел; 2 – подавальний трубопровід гарячої води; 3 – подавальний теплопровід для опалення; 4 – зворотний теплопровід системи опалення; 5 – подавальний трубопровід холодної води

Для влаштування незалежного водорозбору гарячої води від системи опалення використовують у системі три баки: бак для холодної води, для зберігання гарячої води і компенсаційний бак (рис. 4.38). Нагріта в котлі вода частково спрямовується в подавальний теплопровід системи опалення, а частково – в бак для зберігання гарячої води. Охолоджена вода з системи опалення повертається в котел. Підживлення системи здійснюється з холодного водопроводу через бак холодної води.



---

---

Для забезпечення тиску в системі опалення влаштовується компенсаційний бак, який встановлюється на одному рівні з баком холодної води, а для циркуляції теплоносія – насос.

Сучасні системи мають простішу конструкцію, оскільки в них відсутні баки, насоси і необхідна для них арматура (рис. 4.39). У цих системах застосовуються двоконтурні котли, які працюють в двох режимах: опалення і гарячого водопостачання. Такі котли устатковані двома теплообмінниками (один призначений для приготування теплоносія в системі опалення, другий – для приготування гарячої води в системі водопостачання), насосом: для циркуляції теплоносія через теплообмінники та іншим обладнанням.

Котли влаштовуються під дахом (у дахових котельнях), у підвалі та на кухні і створюючи автономну систему з від'єднанням від централізованих систем (для окремих квартир, офісів тощо).

Нині український ринок пропонує велику кількість різноманітних котлів, призначених для опалення і гарячого водопостачання, що працюють на всіх видах палива: газ, солярка, електрика. Це газові двоконтурні котли виробництва Франції типу NECTRA з тепловою потужністю 23,26 і 28 кВт; CELTIC – 35 кВт; MORA – 4–23 кВт; FRISQUET – 23–45 кВт; Угорщини – КК 23 з тепловою потужністю 25 кВт; Англії – PUMA та ін.

У дахових котельнях влаштовуються газові каскадні котли виробництва Чехії і Словаччини PROTHERM з тепловою потужністю 50 кВт; газові модульні котли виробництва Угорщини “MINI-VESTAL” – 35 кВт, Франції UTM – 50 кВт, з яких компонується котли великої потужності.

Для гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, майстерень, садіб тощо пропонуються газові проточні водонагрівачі виробництва Франції типу BAYARD з тепловою потужністю 17,4; 22,7 і 27,9 кВт, WR350 і WR400-24,4 і 27,9 кВт; Угорщини – К 5 і К13-9 і 25 кВт; електричні водонагрівачі типу BIAWAR: OW-10, OW-30, OW-80, OW-120.1 відповідно на 10, 30, 80 і 120 л та ін.

Вибір котельного обладнання потрібно здійснювати, ґрунтуючись на потрібній потужності, схемі системи (окреме гаряче водопостачання чи поєднане з системою опалення), ефективності котлів, виді палива, довговічності, технічних і економічних характеристиках. Серед них не останнє місце займає зовнішній вигляд агрегатів, компактність. Так настінні котли дозволяють економити корисну площу помешкання, зокрема, виробни французької фірми FRISQUET зарекомендували себе високою якістю і довготривалим терміном роботи

---

---

теплообмінників, виготовлених з міді, що запобігає відкладенню продуктів горіння і зберігає високий ККД (до 95,3%) понад 20 років.

#### **4.15. ВИМОГИ ДО ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЯКОСТІ ВОДИ**

Температура гарячої води господарсько-побутового призначення має бути 25–40°C для санітарно-гігієнічних процедур (купання, умивання тощо), 40–60°C для миття посуду, прання, приготування їжі, а тому мінімальну температуру води в системі гарячого водопостачання потрібно приймати 60°C для відкритих централізованих і місцевих систем, 50°C – для закритих централізованих систем. Максимальну температуру води потрібно приймати 75°C, адже із збільшенням температури посилюється процес утворення накипу (особливо в теплообмінниках).

Якщо потрібна більша температура гарячої води (у лікувальних закладах, підприємствах громадського харчування тощо), то влаштовують місцеві установки для підігріву води або кип'ятильники.

У господарсько-побутових системах гарячого водопостачання якість води повинна відповідати вимогам ГОСТу 2874-82 “Вода питна”. У виробничих системах якість води визначається за технологічними потребами.

За температури води понад 40°C на стінках труб утворюється осад (накип) внаслідок випадання вуглекислих солей кальцію і магнію. Цей осад зменшує переріз труби, знижує теплопередачу котлів і водонагрівачів, що призводить до збільшення витрати теплоносія, зниження коефіцієнта корисної дії.

Щоб запобігти утворенню накипу, допускається застосовувати воду в закритих системах з тимчасовою карбонатною твердістю не більше 7 мг-екв/л, у відкритих системах і у випадку нагрівання води в теплоцентралях районних котельень не більше 0,7 мг-екв/л [20].

Кисень і вуглекислий газ, розчинені у воді, спричинюють корозію матеріалу стінок трубопроводів і резервуарів, що посилюється дією високої температури. Отже, кількість цих газів у воді не повинна порушувати стабільність води за розрахункової температури нагрівання.

Якщо вода, яка використовується для гарячого водопостачання, не задовольняє вимогам за якістю, то перед її нагріванням застосовують протинакипну і протикорозійну обробку. Використовуються магнітні апарати, в яких під дією магнітного поля солі твердості змінюють свою структуру, не утворюють осаду на стінках труб, а

---

---

виносяться із потоком води. За допомогою методів дегазації з води видаляють розчинені гази (кисень і вуглекислий газ) шляхом розбризкування її в спеціальних апаратах за атмосферного чи пониженого тиску. Для протикорозійної обробки води іноді вводять інгібітори (силікат натрію, магномасу тощо) – речовини, які уповільнюють корозію матеріалу.

#### **4.16. МІСЦЕВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ВОДИ**

У місцевих системах гарячого водопостачання пристрої для нагрівання води мають невеликі розміри і теплову потужність до 100 МДж/год. Залежно від конструкції місцеві установки поділяють на проточні (швидкісні) і ємнісні. У проточних нагрівачах невелика кількість води швидко нагрівається джерелом тепла великої потужності до потрібної температури. У ємнісних великий об'єм води нагрівається джерелом тепла малої потужності протягом тривалого часу (до кількох годин). В обох випадках вода нагрівається за рахунок теплопередачі через металеву поверхню. Джерелом тепла може слугувати тверде, рідке, газоподібне паливо, сонячна чи електрична енергія.

Вода з холодного водопроводу подається в місцеві установки за допомогою підведення  $of = 15$  мм в нижню частину, а гаряча вода відбирається з верхньої частини, де температура її максимальна.

Конструкції водонагрівачів дуже різноманітні залежно від виду палива, теплопродуктивності, місця установки тощо.

**Водогрійна колонка для ванн**, що працює на твердому паливі (дрова, вугілля, торф), використовується в основному в сільській місцевості в невеликих будинках. Вода, що міститься в корпусі об'ємом 90–100 л, нагрівається від тепла димових газів, які піднімаються димовою трубою вгору. Щоб прискорити нагрівання води, в димовій трубі влаштовується циркуляційний трубопровід. Корпус водонагрівача виготовляють з листової сталі і покривають всередині та ззовні емаллю (або оцинковують). Топкова камера чавунна.

Водогрійні колонки використовують для підведення води до душів, умивальників, мийок і для опалення помешкання. Їх розташовують у ванних кімнатах або кухнях. У дерев'яних будинках водогрійні колонки потрібно влаштовувати на фундаменті з бетону або двох рядів цегли розміром  $0,45 \times 0,45$  м; перед дверцятами топки закріплюють лист азбесту, покритий сталевим листом розміром не менше  $0,5 \times 0,7$  м.

---

---

Відстань від стіни до колонки – 0,3 м, дерев'яну стінку біля топки потрібно захистити азбестом, покритим зверху листом сталі [19].

**Газовий емісійний водонагрівач** АВГ має таку ж конструкцію, як і водогрійна колонка. Вода нагрівається в ньому гарячими газами, що утворюються під час згоряння газу в пальнику. Водонагрівач устатковується регулятором температури та електромагнітним клапаном безпеки, який припиняє підведення газу до пальника, коли полум'я в ньому гасне. Бак нагрівача виготовляють зі сталі товщиною 3 мм з антикорозійним покриттям. Теплова потужність водонагрівача АВГ-80 – 7 кВт, витрата природного газу – 0,71 м<sup>3</sup>/год.

**Газовий проточний водонагрівач** призначений для безперервного підігріву води, яка використовується в побуті при водозборі в багатьох точках. Водонагрівач має велику поверхню нагріву, високий коефіцієнт теплопередачі і забезпечує інтенсивне нагрівання води. Тепло, яке утворюється під час згоряння газу в пальнику, передається воді через стінки вогневої камери, змійовика і теплообмінник. Водонагрівачі обладнуються автоматикою безпеки, яка забезпечує припинення подачі газу на пальник у випадку відсутності витрати води або зниження тиску нижче мінімального, а також під час загасання полум'я в пальнику.

За відсутності централізованого гарячого водопостачання в багатоповерхових будинках найчастіше влаштовують проточні водонагрівачі ВПГ-20, ВПГ-23 і ВПГ-29 з тепловою потужністю відповідно 20,8; 23,2 і 29 кВт та витратою природного газу – 2,1; 2,3 і 2,9 м<sup>3</sup>/год.

Для гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, майстерень, садиб тощо використовуються газові проточні водонагрівачі типу BAYARD (Франція), які монтуються на кухні або у вітальні. До приладу приєднується мережа гарячої води; постачання гарячої води може здійснюватись у всі приміщення квартири. Газова арматура в приладі забезпечує регулювання газу і безпеку горіння. Для припинення витoku газу у випадку загасання пальника спрацьовує електромагнітний клапан. Основні моделі: BAYARD 10, BAYARD 13 і BAYARD 16 з тепловою потужністю відповідно 17,4; 22,7; і 27,9 кВт, номінальною витратою природного газу 2,14; 2,79 і 3,43 м<sup>3</sup>/год, мінімальний тиск води, необхідний для роботи приладу 0,6 бар, к.к.д. 86%.

Для сумішених систем гарячого водопостачання та опалення квартир, садиб, офісів, магазинів, майстерень, комунальних споруд застосовуються газові опалювальні прилади типу NECTRA, CELTIC (Франція). У приладі влаштовано насос (UP 15/50, GRUNDFOS), який

---

---

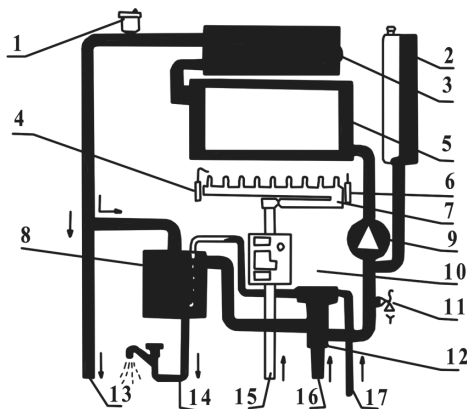
забезпечує циркуляцію теплоносія в системі. Номінальна теплова потужність приладів NECTRA 2.23 CF і NECTRA 2.28 CF відповідно становить 23 і 26,0 кВт, номінальна витрата газу – 2,78 і 3,1 м<sup>3</sup>/год, витрата гарячої води для водопостачання – 11 і 12,5 л/хв, максимальний тиск у водопроводі – 10 бар. Діапазон температури води в гарячому водопроводі становить 40–60°C. Розміри приладів (висота, ширина, глибина), мм: 850×440×380. Прилади повністю автоматизовані, прості в монтажі і зручні в експлуатації, обладнані електричним пальником.

Газові опалювальні прилади CELTTC 2.35 CF мають номінальну теплову потужність 35 кВт, номінальну витрату газу 4,29 м<sup>3</sup>/год, витрату гарячої води для водопостачання 16 л/хв, максимальний тиск у водопроводі 10 бар. Максимальна температура гарячої води становить 85°C. Розміри приладів, мм: 820×600×365. Прилади обладнані мідним головним теплообмінником і теплообмінником для гарячого водопостачання з нержавіючої сталі. Робота повністю автоматизована, можливе програмування роботи на тиждень. Прилад малогабаритний, компактний, монтується на стіні.

Для одержання гарячої води в системах гарячого водопостачання та опалення котеджів, спортивних об'єктів, будинків для відпочинку, ресторанів, виробничих цехів можуть використовуватись модернізовані настінні газові котли THERMONA (рис. 4.40): THERM-12, THERM-23 тощо, з номінальною потужністю відповідно 12 і 23 кВт, максимальною витратою газу 2,3 і 3,5 м<sup>3</sup>/год, максимальна температура гарячої води 85°C, витрата гарячої води 8,2 і 12,3 л/хв, розміри, мм: 830×500×280. Котли повністю автоматизовані і керуються за допомогою вбудованого мікропроцесора, що забезпечує найкраще його адаптування до вимог систем опалення і гарячого водопостачання. Для акумулювання гарячої води в системі водопостачання, що пов'язане із зростаючими потребами людини у воді, використовуються баки-бойлери місткістю від 35 до 120 л, виконані в однаковому з котлами дизайні.

Електричні водонагрівачі – найбільш гігієнічні і безпечні в пожежному відношенні пристрої. Широкого розповсюдження набули *ємнісні електроводонагрівачі*, які складаються з корпусу, який вміщує бак на 10–200 л води і більше, покритого теплоізоляцією, електронагрівного елементу – тону, регулятора температури, який вимикає нагрівач у разі досягнення заданої температури, змішувача для заповнення нагрівача і відбору гарячої води. Водонагрівач марки THERMEX складається з двох сталевих баків: внутрішнього і зовніш-

нього з теплоізоляційним прошарком із пінополіуретану, який надає водонагрівачу властивості термоса (протягом 12 годин випробовувань зниження температури становило всього 5°C). Теплоізоляція і тень пониженої потужності забезпечують економічність водонагрівача. Потужність тенів становить 1,2–2,4 кВт за напруги 220 В. Внутрішній сталевий бак зсередини покритий склофаянсом, який захищає його від окислення та корозії. Водонагрівач працює в автоматичному режимі, забезпечуючи заповнення бака водою, контроль за рівнем і температурою води, захист від закипання. Температура води задається в інтервалі від 26 до 78°C. Моделі різних об'ємів забезпечують різну інтенсивність надходження гарячої води: водонагрівачі місткістю 10, 15 і 30 л забезпечують безперебійну подачу гарячої води на кухонні погребі; 80 і 100 л – подачу гарячої води у ванну і на кухню; 150 і 200 л – подачу гарячої води тим споживачам, які ні в чому собі не відмовляють і полюбляють користуватися гарячою водою тривалий час (понад 3 години).



**Рис. 4.40. Принципова схема роботи настінного газового котла THERM:**

- 1 – продувний клапан; 2 – розширювальний бак; 3 – теплообмінник;
- 4 – електрод запалювання; 5 – камера згоряння; 6 – іонізаційний електрод;
- 7 – головний палик; 8 – теплообмінник гарячої води; 9 – циркуляційний насос; 10 – газовий клапан; 11 – запобіжний клапан; 12 – триходовий вентиль;
- 13 – вихід теплопроводу; 14 – вихід гарячої води в систему гарячого водопроводу; 15 – ввід газопроводу; 16 – вхід зворотного теплопроводу;
- 17 – ввід від холодного водопроводу

---

---

Ємнісні електроводонагрівачі виробництва Угорщини типу ВІАВАР: OW-10, OW-30, OW-80, OW-120.1 місткістю відповідно 10, 30, 80 і 120 л відзначаються надійністю, економічністю і безпекою в експлуатації.

Електроводонагрівач влаштовують безпосередньо на стіні помешкання над приладом, в який подається гаряча вода, таким чином, щоб змішувач розташовувався на висоті 1–1,1 м від підлоги.

Проточні електроводонагрівачі потребують значних потужностей, що призводить до перевантаження електричних мереж, тому їх використання обмежене тільки виробничими та громадськими будівлями.

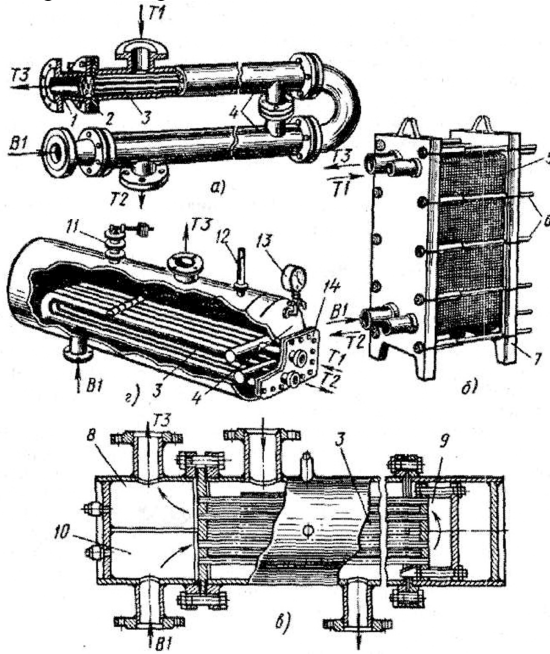
#### **4.17. ВОДОНАГРІВАЧІ ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

У централізованих системах гарячого водопостачання використовують швидкісні та ємнісні водонагрівачі. У швидкісних нагрівачах вода рухається з великою швидкістю (0,5–2,5 м/с) і нагрівається до заданої температури за допомогою теплоносія (води, пари). Такі нагрівачі характеризуються високими коефіцієнтами теплопередачі [4190–11000 МДж/ (м<sup>2</sup>·год·град)], завдяки чому вони мають невеликі розміри і займають малу площу. Вода, яку потрібно нагріти, і теплоносії у швидкісних нагрівачах можуть рухатися в одному напрямку або назустріч одне одному.

**Швидкісний водоводяний нагрівач** (рис. 4.41, а) складається з корпусу, в якому розташовані теплообмінні трубки. Водонагрівач виготовляють у вигляді окремих секцій довжиною 2 і 4 м, зовнішнім діаметром 50–530 мм. Теплообмінні трубки – латунні, розміщені в трубних решітках, які з'єднані за допомогою фланців з корпусом. Окремі секції водонагрівача з'єднуються відводами. Вода з водопроводу через вхідний патрубок подається в теплообмінні трубки, в яких нагрівається до потрібної температури. Теплоносії (нагріта вода) рухається в міжтрубному просторі (поміж корпусом і теплообмінними трубками). Технічні характеристики швидкісних водонагрівачів наведені в дод. 11.

**Швидкісний пластинчатий водонагрівач** (рис. 4.41, б) складається з пакета теплообмінних пластин з ущільнювальними прокладками поміж ними. Пакет затискають між опорними пластинами і затягують болтами. До передньої пластини приварюються патрубки для холодної (В1), гарячої (Г3) і нагрітої води (Т1, Т2). Така конструкція дозволяє збільшувати теплопродуктивність водонагрівача

шляхом додавання до пакета потрібної кількості теплообмінних пластин і розширення опорних пластин.



**Рис. 4.41. Конструкції водонагрівачів:**

*а* – швидкісного водоводяного секційного; *б* – швидкісного пластинчатого; *в* – швидкісного пароводяного; *г* – ємнісного; 1 – вхідний патрубок; 2 – трубні решітки; 3 – трубки; 4 – корпус; 5 – пакет; 6 – болти; 7 – пластини; 8–10 – камери; 11 – клапан; 12 – термометр; 13 – манометр; 14 – кришка

*Швидкісні пароводяні нагрівачі* (рис. 4.41, в) використовують у промислових будівлях, де є паросилове господарство, або в невеликих котельнях з паровими котлами для нагрівання води. Пара, що подається в корпус, рухається між трубками, конденсується на їх поверхні і за рахунок прихованої теплоти пароутворення нагріває воду. Нагріта вода теплообмінними трубками подається в передню водяну камеру, потім надходить у задню камеру і виходить з нагрівача. Вода двічі проходить через нагрівач, тому така конструкція називається двоходовою. Також застосовуються чотириходові нагрівачі.

У камерах і теплообмінних трубках потрібно підтримувати тиск води, яка нагрівається, на 0,1–0,2 МПа вище тиску пари, щоб запобігти



---

---

прориву пари в систему водопостачання. Поверхня нагріву становить  $6,3\text{--}22,4\text{ м}^2$ , максимальний тиск пари – водонагрівачі (рис. 4.41, з) поєднують функції акумулятора тепла і води  $0,7\text{ МПа}$ , максимальна температура – до  $300\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Ємнісні водонагрівачі** характеризуються низьким коефіцієнтом теплопередачі внаслідок малої швидкості руху води. За однакової площі нагріву їх теплопродуктивність значно менша, а розміри більші, ніж швидкісних водонагрівачів. Ємнісні водонагрівачі влаштовуються у вигляді напірних або безнапірних (відкритих) баків, які устатковуються нагрівачами. Зовнішні поверхні покривають шаром теплоізоляції. У системі належить влаштовувати не менше двох баків (по 50% розрахункового об'єму кожний).

**Напірний горизонтальний ємнісний водонагрівач** (рис. 4.41, з) складається з корпусу і теплообмінних трубок, через які проходить теплоносій (пара, вода). Вода, яку потрібно нагріти, подається в нижню частину корпусу, а відбирається з верхньої. Теплообмінні трубки закріплені на кришці, яку можна зняти для їх очищення і ремонту. Водонагрівач устатковують запобіжним клапаном, манометром і термометром. Корпус водонагрівача знаходиться під тиском водопровідної мережі і має конструкцію, подібну до гідропневматичного бака. Пароводяні ємнісні водонагрівачі випускають типів 3073–3078 (додаток).

**Безнапірні баки-акумулятори** конструктивно аналогічні водонапірним бакам холодної води. Для нагрівання води на відстані  $50\text{--}100\text{ мм}$  від дна бака і бокових стінок влаштовується змійовик із сталевих труб  $d_y=32\text{--}50\text{ мм}$ , в який подається теплоносій (пара, вода). Безнапірні баки обладнують такими ж трубопроводами, як і баки холодної води. У разі великих перерв у споживанні гарячої води для підтримання сталої температури додатково влаштовують циркуляційну трубу із зворотним клапаном і засувкою. У верхній частині бака влаштовують трубу  $d_v=50\text{--}75\text{ мм}$  для відведення пари в атмосферу. У баках, що працюють у режимі акумуляції за постійного об'єму, подавальний трубопровід приєднують на  $150\text{ мм}$  нижче рівня води; а за змінного об'єму – на відстані  $100\text{ мм}$  від дна. Якщо бак розташований поблизу бака холодної води, то він може житися від останнього. В інших випадках доцільно влаштовувати невеликий бак з поплавковими клапанами, вода з якого буде подаватися в бак гарячої води. Це зменшить корозійне руйнування деталей клапана, яке посилюється в гарячій воді.

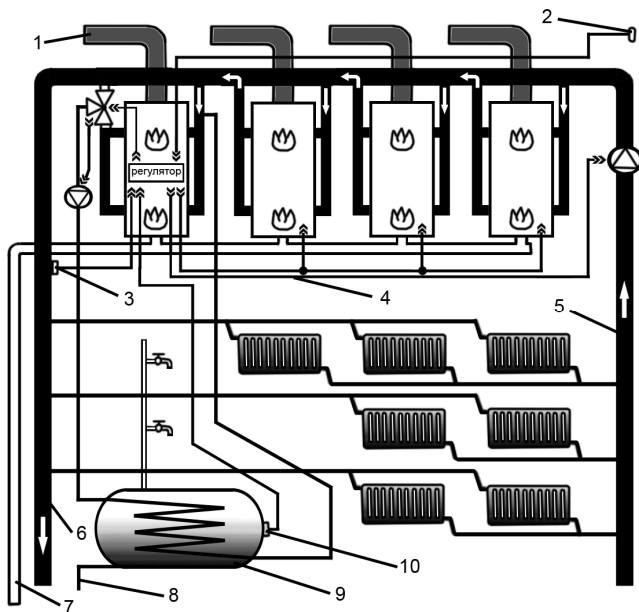
---

---

#### **4.18. АВТОНОМНІ УСТАНОВКИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

У системах централізованого тепло- і водопостачання велика кількість тепла (близько 30%) втрачається під час транспортування гарячої води тепловими мережами. З метою економії тепла та енергоресурсів влаштовуються автономні системи опалення і гарячого водопостачання з використанням дахових котелень у будівлях з тепловтратами від 50 до 500 кВт: у будинках на 10–100 квартир, готелях, школах, громадських закладах та ін. У дахових котельнях можуть влаштовуватись каскадні котли PROTHERM потужністю 50 кВт, які складаються з двох комплектних котлів по 25 кВт кожний. В обладнання котлів входять насоси GRUNDFOS, теплообмінники, пальники, автоматичні газові вентилі, пристрої автоматики і витяжні вентилятори. Обидва котли працюють на один трубопровід, розташований у верхній частині котлів. Підведення газу здійснюється трубопроводом у нижню частину котла. Котел має розміри, мм: 1800×460×430. Сучасні установки PROTHERM 50 STR (рис. 4.42) обладнані ізотермічним регулятором (який забезпечує сталу температуру) і каскадним керуванням. У технічних приміщеннях будинку розташовується просторовий регулятор, який керує роботою каскаду котлів. Кількість котлів вибирається залежно від потрібної теплової потужності, наприклад, для потужності 300 кВт використовуються шість установок PROTHERM 50 STR і регулятор PROTHERM SR 300.

Каскади котлів з необхідним обладнанням влаштовуються в котельнях, які розміщуються на даху будинку. Котли мають малу масу (74 кг на кожні 50 кВт теплопродуктивності), легко проходять через двері шириною 60 см, відведення димових газів здійснюється за допомогою вентиляторів через задню частину котельні або через покрівлю будинку. Для 30-квартирного житлового будинку потрібна котельня з трьома котлами загальної теплової потужності 300 кВт, розміри якої дозволяють влаштовувати її на даху будинку. Подача газу в таку котельню становить близько 18 м<sup>3</sup>/год. Для гарячого водопостачання будинку влаштовується ємнісний водонагрівач, який забезпечує підігрів водопровідної води до потрібної для споживання температури. Місткість баку водонагрівача повинна забезпечити зберігання достатньої кількості води для покриття підвищених витрат в години "пікових" потреб у гарячій воді.



**Рис. 4.42. Схема підключення дахової котельні PROTHERM до існуючої системи опалення будинку:**

- 1 – відведення продуктів згоряння; 2 – датчик зовнішньої температури;
- 3 – датчик температури води для системи опалення; 4 – керування роботою котлів;
- 5 – зворотний теплопровід опалення; 6 – подавальний трубопровід опалення;
- 7 – подача газу; 8 – подача води на гаряче водопостачання;
- 9 – водонагрівач у системі гарячого водопроводу; 10 – датчик температури води у водонагрівачі

Ізотермічний регулятор і каскадне керування котлів устатковані датчиками зовнішньої температури, які дають регулятору інформацію про погодні умови, що керує системою опалення, збільшуючи чи зменшуючи подачу тепла. Згідно з вибраною програмою, також регулюється тривалість часу комфортної температури і нічне зниження її. Каскадне керування відключає лише стільки котлів, скільки потрібно для досягнення потрібної теплопродуктивності. При цьому котли підключаються таким чином, щоб робота їх була рівномірною. Котли включаються в роботу так званим “м’яким стартом”, поступово, з п’ятисекундним інтервалом. Регулятор керує наповненням (підігрівом) водонагрівача так, щоб всю наявну теплову потужність використати для швидкого нагріву води в баку.

---

---

Дахові котельні можуть устатковуватись модульними котлами АF-70 (виробництва Угорщини), які складаються з двох котлів потужністю 35 кВт кожний. Номінальна витрата газу модуля АF-70 – 9,6 м<sup>3</sup>/год, максимальний робочий тиск – 6 бар, температура гарячої води в системі водопостачання – 50°С, витрата гарячої води – 50 л/хв, розміри, мм: 2160×710×500, маса 128 кг. Модульні котли монтуються в котельні до 4-х шт. Максимальна теплова потужність котельні – 280 кВт. Керування котлами здійснюється за допомогою окремих регуляторів температури теплоносія для опалення і температури гарячої води для водопостачання. Котельна установка включає насоси для циркуляції води в системах опалення і гарячого водопостачання, теплообмінник для одержання гарячої води, а також обладнання, необхідне для роботи котельної установки: пристрої для водопідготовки, які здійснюють пом'якшення води, обробку інгібіторами тощо; пристрої для заповнення і спорожнення; електричну шафу керування; компенсатор об'єму; манометр; клапан продування та ін.

## **4.19. ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

### **4.19.1. Водопровідні мережі**

Всі централізовані системи гарячого водопроводу влаштовують з циркуляційними трубопроводами. Тупикові мережі дозволяється застосовувати тільки в місцевих системах або в системах з тривалим безперервним водорозбором (наприклад, у лазнях). Мережі гарячого водопроводу поділяють на розподільні та циркуляційні.

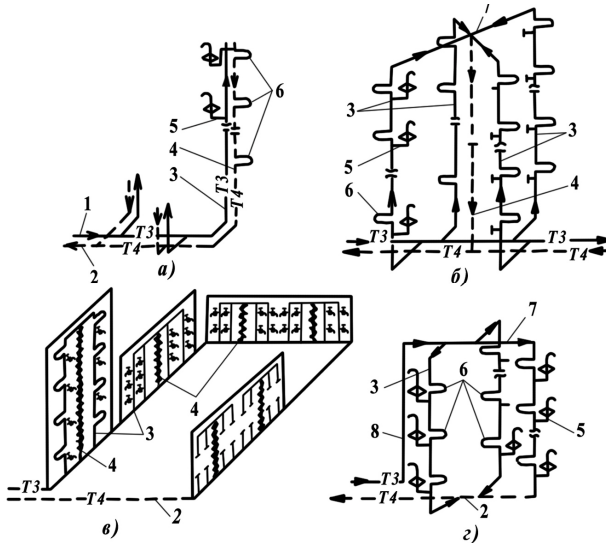
Найбільше розповсюдження здобула **схема з нижнім розведенням** (рис. 4.43, а), в якій циркуляційна магістраль і стояки влаштовуються паралельно розподільним трубопроводам. Магістралі прокладають у підвалах чи підпільних каналах. Недоліком такої схеми є велика довжина трубопроводів.

**Схема з нижнім розведенням і секційними вузлами** (рис. 4.43, б) дозволяє зменшити довжину циркуляційних стояків, адже на 3–7 розподільних стояків влаштовується один циркуляційний. У будинках висотою до 12 поверхів включно використовують секційні вузли з нижнім розведенням, в яких розподільні стояки приєднуються безпосередньо до подавальної магістралі, а циркуляційний стояк – до кільцювального перемикачання, яке прокладається на теплому горіщі будинку або під стелею верхнього поверху. Така схема широко застосовується в житлових секційних будинках.

**Схема з нижнім розведенням і кільцевою однотрубною магістраллю та за кільцеваними стояками** (рис. 4.43, а) використовується для великої кількості споживачів, у випадку довгих магістралей і кільцевого розташування будинків. Характеризується найменшою довжиною трубопроводів.

Циркуляція в магістралі забезпечується циркуляційними насосами. У стояках підтримується природна циркуляція внаслідок охолодження води в трубах. Щоб забезпечити стійку роботу системи, потрібне автоматичне регулювання температури, перепад температури в магістралі і верхньому перемиканні повинен становити 10–12°C.

**Схема з верхнім розведенням** (рис. 4.43, б) використовується звичайно з влаштуванням баків-акумуляторів. Гаряча вода по головному стояку подається в розподільну магістраль, яка прокладається на горіщі будинку. Охолоджена вода збирається циркуляційною магістраллю, яка влаштовується в підвалі чи каналі, і відводиться в нагрівач. Недоліком схеми є інтенсивна корозія трубопроводів подавальної магістралі, бо внаслідок пониження тиску води відбувається виділення кисню.



**Рис. 4.43. Схема мереж гарячого водопроводу:**

а – з нижнім розведенням; б – з секційними вузлами; в – з кільцевою однотрубною магістраллю і за кільцеваними стояками; з – з верхнім розведенням; 1, 2 – магістралі; 3, 4, 8 – стояки; 5 – підведення; 6 – прилади для висушування рушників; 7 – перемикач

---

---

#### 4.19.2. Труби, арматура

Матеріал трубопроводів мереж внутрішнього водопроводу вибирають залежно від вимог до міцності матеріалу, якості води, її температури, тиску та з урахуванням економії матеріалу.

Мережі гарячого водопостачання влаштовують найчастіше зі сталевих труб, завдяки їх великій міцності, малій вартості, великій довжині, отже, малій кількості з'єднань, простоті монтажу, гнучкості, можливості з'єднувати їх за допомогою зварювання.

Для прокладення мереж всередині будинків застосовують водогазопровідні труби (ГОСТ 3262-75\*) легкі та звичайні діаметром 15–150 мм натиск 1 МПа, а також електрозварні (ГОСТ 10704-76\*) діаметрами 65–500 мм, натиск 1–1,6 МПа. Внутрішні трубопроводи гарячого водопостачання належить проектувати з оцинкованих сталевих водогазопровідних труб, адже вони менше піддаються корозії і мають значний термін служби.

**Пластмасовим трубам**, порівняно зі сталевими, притаманна низка переважних властивостей: менша маса, невеликий гідравлічний опір, велика корозійна стійкість. Але під час використання таких труб необхідно враховувати їх меншу механічну міцність, особливо при збільшенні температури, великий коефіцієнт лінійного видовження, велику вартість.

У сучасних системах гарячого водопостачання рекомендується застосовувати такі пластмасові труби: з поліетилену високої густини сіткового або зміцненого алюмінієвою стрічкою, з хлорованого полівінілхлориду і з поліпропілену.

**Чавунні труби** характеризуються довговічністю та корозієстійкістю, тому здебільшого використовуються для прокладання вводів і квартальних мереж при тиску до 1 МПа. Чавунні напірні труби класів А і Б випускаються за ГОСТом 9583-75 діаметрами 65–300 мм.

**Азбестоцементні труби** застосовуються в тих випадках, що й чавунні. Діаметри азбестоцементних напірних труб марок ВТ-6, ВТ-9 і ВТ-12 за ГОСТом 539-80 становлять 100–300 мм.

**З'єднання сталевих труб** здійснюють зварюванням, за допомогою різьбових муфт, фланців і накидних гайок. Для з'єднання оцинкованих труб застосовують зварювання в середовищі вуглекислого газу. Приєднання труб до арматури здійснюють з використанням різьби або фланців.

**З'єднання пластмасових труб** здійснюється зварюванням, розтрубним і муфтовим склеюванням, фланцями і накидними гайками.

---

---

**З'єднання чавунних труб** виконують за допомогою розтруба, який ущільнюється бітумінізованим конопляним пасмом із зачеканкою азбестоцементом або гумовими ущільнювальними кільцями.

**З'єднання азбестоцементних труб** здійснюють муфтами з герметизуванням гумовими кільцями або конопляним пасмом і азбестоцементом.

Зміна напрямку трубопроводу, приєднання бічних відгалужень, перехід від одного діаметра до іншого здійснюються за допомогою з'єднувальних частин (фітінгів). Їх виготовляють з ковкого чавуну (або із сталі) і з'єднують зі сталевим трубопроводом за допомогою циліндричної різьби, з пластмасовим – зварюванням або склеюванням. Для чавунних трубопроводів використовують розтрубні з'єднувальні частини.

Для зменшення втрат тепла трубопроводи систем гарячого водопостачання (за винятком підведень і приладів для висушування рушників) покривають теплоізоляцією. Як теплоізоляційні матеріали застосовують матеріали з низьким коефіцієнтом теплопровідності (азбест, мінеральну скловату, поропласти, керамзит, пінобетон тощо). На поверхню труби перед теплоізоляцією наносять антикорозійне покриття (звичайно бітумне).

Теплоізоляція може бути сухою, засипною і з мастик. Суха теплоізоляція влаштовується з мінеральної вати, повсті, блоків, сегментів, якими обгортають трубу з нанесеним на неї антикорозійним покриттям. Шар теплоізоляції ззовні покривають гідроізоляцією, стягують сіткою, поверх якої наносять штукатурку. Теплоізоляцію труб, прокладених у підвалі будинку, додатково покривають мішковиною і фарбують. Суха ізоляція є найзручнішою в монтажі та експлуатації.

**Засипна ізоляція** влаштовується заповненням порошкоподібним теплоізоляційним матеріалом (торфом, пінобетонною крихтою тощо) оболонкою, укладених навколо труб.

**Ізоляція з мастик** наноситься на розігріту трубу. Як покриття використовують совеліт, азбозурит, білу глину з очосами тощо. Засипну і мастикову ізоляції здебільшого застосовують для трубопроводів, які прокладають у землі.

Арматура в системах гарячого водопостачання має таку ж конструкцію, як і в системах холодного водопостачання. Для виготовлення арматури використовують термостійкі, корозієстійкі матеріали, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду. Так, арматуру  $d_s=50$  мм потрібно виготовляти з бронзи, латуні, термос-

---

---

тійких пластмас. Ущільнювальні прокладки – з фібри, термостійкої гуми, пароніту, спеціальної ебонітової маси.

**Водорозбірна арматура** влаштовується разом із санітарно-технічними приладами (умивальниками, душами тощо) і призначена для відбирання води з системи на різноманітні потреби. До неї відносяться водорозбірні крани, змішувачі різних типів. Найпростішу конструкцію має **водорозбірний кран вентиляного типу**, який працює як вентиль. Щоб полегшити ремонт арматури, клапан з маховиком і сальником виготовляють у вигляді окремого вузла – вентиляної голівки. Використовується декілька конструкцій вентиляних голівок: з нерозрізним шпінделем, який передає клапану зворотно-поступальний рух; і розбірним шпінделем, який передає тільки поступальний рух.

Змішувачі виготовляють з підведеннями холодної і гарячої води  $d_v = 15, 20, 25$  мм настінного, настільного і вбудованого типів. Відстань між підведеннями змішувачів 150 мм. За конструкцією розрізняють такі змішувачі: вентиляні, з однією рукояткою і термостатичні.

**Змішувачі вентиляного типу** мають на кожному підведенні вентиляну голівку (рис. 4.53), за допомогою якої регулюється витрата холодної або гарячої води. Простота конструкції та надійність у роботі забезпечили широке використання арматури цього типу.

**Змішувачі з однією рукояткою** дозволяють швидко установити бажану температуру і витрату води, а також зменшити втрати води і тепла. Перекривання потоку води в таких змішувачах здійснюється плоскими або циліндричними золотниками.

**Термостатичні змішувачі** є найскладнішою водорозбірною арматурою. Вони зручні, забезпечують економію води і стали температури незалежно від тиску в підведеннях.

Залежно від приладу, з яким установлено змішувач, розрізняють змішувачі для ванн, умивальників, мийок тощо.

**Змішувачі для умивальників** устатковані вигнутою виливною трубкою, розташованою на відстані 170–180 мм від стіни, яка скеровує струмінь води безпосередньо у випуск санітарно-технічного приладу з мінімальним розбризкуванням. Відстань між вихідним отвором виливу і бортом умивальника – 70–150 мм. Інколи виливи обладнуються аераторами. Найпоширеніші настільні змішувачі з нижньою камерою змішування. Компактними є центральні змішувачі. Настінні змішувачі використовують у випадку прихованого прокладання труб.

**Змішувачі для мийок** мають видовжений вилив (відстань від стіни 240–300 мм) з аератором. У громадських будинках влаштовують здебільшого настінні змішувачі, в житлових – настільні. Змішувач мо-



---

---

же устатковуватися щіткою на гнучкому шлангу. Перемикач спрямовує воду у вилив або щітку.

**Змішувачі для ванн** мають вилив для наповнення ванни і душову сітку, з'єднану з ванною душовою трубкою. Перемикач спрямовує воду у вилив чи сітку. Душові сітки з'єднуються з корпусом латунною трубкою (стаціонарна душова трубка) або гнучким гумовим (пластмасовим) обплетеним шлангом. На виході з отворів душової сітки вода утворює факел. Щоб регулювати розмір факела і силу струменя води, виготовляють душові сітки з регулюванням струменя. Вилив змішувачів для ванн, як правило, неповоротний, великого перерізу. Змішувачі монтують на стіні або на борту ванни. Для зменшення кількості змішувачів використовують загальні змішувачі для ванни й умивальника з видовженим виливом.

Сучасне обладнання ванних кімнат створює зручний інтер'єр, виконаний у гармонійному колірному і стильовому рішенні, який доповнюється красивими меблями. Це вже не просто кімнати для виконання гігієнічних процедур, а місце для відпочинку і відновлення здоров'я, отримання заряду бадьорості і енергії на цілий робочий день. Невід'ємною частиною інтер'єру ванних кімнат є ванни з гідромасажем і душем "Шарко" або душові кабінки з функціонально різноманітним обладнанням. Цілющі властивості пульсуючого струменя води відомі давно. Ще наші пращури для лікування багатьох хвороб і відновлення фізичної форми купались у бурхливих озерах водоспадів. Для створення зручного інтер'єру ретельно добираються санітарно-технічні прилади, змішувачі, меблі, дзеркала, різноманітні аксесуари, освітлення, колір і тип лицьовальної плитки для стін і підлоги, плит для стелі, декоративні елементи (глечики, вазони, акваріум, клітка з пташками тощо). Для створення теплового комфорту можна установити електрообігрів підлоги, який в будь-яку пору року забезпечить оптимальну температуру в кімнаті.

У системах централізованого гарячого водопостачання житлових будинків, лікувальних закладів, готелів, шкіл, будинків відпочинку для обігрівання ванних і душових кімнат, висушування рушників і білизни влаштовують спеціальні опалювальні прилади з гладких труб. Їх розташовують на подавальних стояках гарячої води  $d_v \leq 32$  мм або циркуляційних стояках  $d_v = 15$  і 20 мм. Прилади типу ПО-30 і ПО-20 виготовляють з латунних труб  $d_v = 30$  і 32 мм, прилад у вигляді змішувача – із сталевих водогазопровідних труб  $d_v = 32$  мм під фарбування або простої конструкції – з емальованих труб.

---

---

**Контрольно-вимірвальні прилади** системи гарячого водопостачання аналогічні приладам систем холодного водопостачання. Кількість води, що подається споживачу, вимірюється лічильниками води, які повинні забезпечувати облік з точністю до 2–5%. Для забезпечення точності роботи і довговічності водолічильники виготовляють з латуні, бронзи або термостійких пластмас.

Для вимірювання невеликих витрат води (будинки, окремі квартири) застосовують крильчасті лічильники з робочим колесом у вигляді крильчатки з вертикальною віссю. Крильчасті лічильники гарячої води випускають типу ВСТ-U-15–ВСТ-U-40 та ВСТ-U-1-15–ВСТ-U-1-403 діаметром умовного проходу 15, 20, 25, 32 та 40 мм на робочий тиск до 1,6 МПа. Технічні характеристики цих лічильників наведені в дод. 13 [21]. Також для систем гарячого водопостачання можуть використовуватись лічильники “Роса” діаметром 15 і 20 мм і “Роса 1” діаметром 25, 32 і 40 мм.

Під час встановлення водолічильника ВСТ потрібно безпосередньо перед ним передбачити пряму ділянку трубопроводу довжиною не менше  $5d_y$ , після лічильника – не менше  $d_y$ . На вхідному патрубку водолічильника після запірної арматури потрібно встановлювати фільтр, який затримує тверді частинки, що містяться у воді. Використовуються магнітні муфтові фільтри ФММ діаметром 20, 25, 32 і 40 мм.

Діаметр умовного проходу лічильника води вибирають за середньогодинною витратою гарячої води  $q_{hr} \frac{m^3}{h}$ , яка визначається за формулою (4.9), так щоб експлуатаційна витрата вибраного лічильника дорівнювала або була більшою, ніж розрахункова. Втрати тиску в лічильнику ВСТ визначаються за номограмою залежно від розрахункової витрати гарячої води.

Для вимірювання тиску і температури використовують відповідно манометри і термометри.

Для підтримування заданої температури води в системі використовують термодроселі, регулятори температури прямої дії тощо.

Запірна арматура перекриває потік рідини і відключає окремі ділянки трубопроводу для нагляду та ремонту. У системах водопостачання здебільшого застосовується запірна арматура з чавуну, менше – зі сталі та латуні. В якості запірної арматури використовують вентилі, кульові крани, засувки. Встановлюються в тих же місцях, що і в холодному водопроводі. У верхній частині стояків, з’єднаних у секційні вузли, можна встановлювати коркові крани.

---

---

Запобіжна арматура монтується на напірних баках-аккумуляторах.

Щоб не допустити перегікання гарячої води в систему холодного водопостачання або циркуляційні трубопроводи, передбачають зворотні клапани: на підведеннях холодної та гарячої води в групових змішувачах і термозмішувачах; на циркуляційному трубопроводі перед приєднанням його до нагрівача; на відгалуженні від зворотного трубопроводу в системах з безпосереднім водорозбором тощо.

Для видалення повітря в системах з верхнім розведенням за відсутності відкритого бака в місцях накопичення повітря влаштовують повітрязбірники або спускні крани.

#### 4.19.3. Установки для підвищення тиску

Установки для підвищення тиску призначені створювати додатковий до гарантійного тиску зовнішній мережі, щоб забезпечити потрібний тиск у системі водопостачання при розрахунковій витраті. Найчастіше для цього використовують насосні установки.

**Господарські підвищувальні насосні установки**, загальні для систем гарячого і холодного водопостачання, використовують у великих централізованих системах гарячого водопостачання, у системах з ємнісними водонагрівачами, а також у системах з швидкісними водонагрівачами, в яких різниця тиску у водопроводах холодної та гарячої води не перевищує 0,1 МПа.

**Окремі підвищувальні установки** для централізованого гарячого водопостачання використовують у великих системах з швидкісними водонагрівачами, втрати тиску в яких під час експлуатації досягають до 0,3 МПа.

Найбільше розповсюдження в системі гарячого водопостачання будинків здобули відцентрові консольні та моноблочні насоси типу К і КМ завдяки їх простому влаштуванню та обслуговуванню, надійності в роботі, невеликій масі і вартості. Характеристики насосів наведені в додатку .

Господарсько-питні і виробничі насосні установки без регульовальних ємностей підбирають за максимальною секундною витратою води, а установки з регульовальною ємністю – за максимальною годинною витратою.

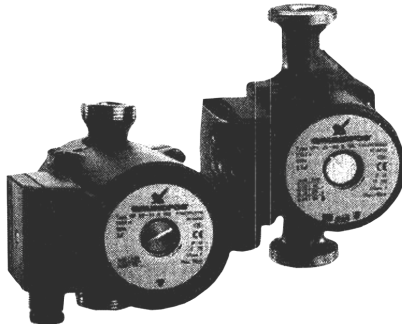
У системах гарячого водопостачання можуть застосовуватись **циркуляційні насосні установки**, які забезпечують рух води в циркуляційному контурі. Ці установки включають не менше двох

---

---

насосів (робочий і резервний). Для циркуляції використовують спеціальні насоси типу ЦВЦ, ЦНПС, основні характеристики яких наведені в дод. 13, або насоси типу К.

Для гарячого водопостачання будинків фірма GRUNDFOS пропонує використовувати циркуляційні насоси UPE, UPS, UP-N, UP(S)-B, TP та інші (рис. 4.44). Технічні характеристики наведені в дод. 7, 6 [21]. Ці насоси малі за розміром, безшумні, прості в експлуатації. Корпус насоса виготовляють з теплоізоляційною оболонкою з пористого поліпропілену для зменшення втрат внаслідок теплового випромінювання.



**Рис. 4.44. Циркуляційні насоси фірми GRUNDFOS**

Керування роботою насосів може здійснюватись вручну, тоді потрібний тиск встановлюється безпосередньо на клемній коробці насоса.

Циркуляційні насоси UPE серії 2000 устатковані автоматичним регулюванням сталого тиску, завдяки якому вони здатні підтримувати тиск на постійному рівні або змінювати залежно від тиску у водопровідній мережі. Це забезпечує безшумність роботи системи і дозволяє зменшити витрати електроенергії (економія становить близько 50% порівняно з насосами без автоматичного регулювання).

Для контролю і зміни експлуатаційних і встановлених параметрів насоса використовується безконтактний зв'язок за допомогою контролерів R 50 і R100 фірми GRUNDFOS. Контролер дозволяє отримати інформацію про такі параметри роботи насоса, як витрата води, напір, кількість спожитої електроенергії, максимальна і зменшена кількість обертів, період експлуатації, температура води та ін. Всі ці дані контролер може передати на спеціальний принтер. При потребі за допомогою контролера можна змінювати робочі

---

---

характеристики насоса. Введені сигнали керування сприймаються насосом і автоматично виконуються.

Цікаво, що контролер має своєрідний “замок” проти небажаного втручання сторонніх осіб. Одна з функцій контролера – це зберігання заданих показників роботи і захист насоса від випадкових змін або небажаного втручання. За допомогою цієї команди можна запобігти ручному введенню нових команд у клемній коробці.

Насосні установки належить розташовувати в сухому приміщенні, яке опалюється, з природним або штучним освітленням і вентиляцією. Часто їх влаштовують у приміщеннях котельень, бойлерних, теплових пунктів. У виробничих приміщеннях насоси розташовують безпосередньо в цехах біля обладнання, яке споживає воду, з обов’язковим захисним іх огороженням. У зв’язку зі значним шумом під час роботи насосні установки з насосами типу К забороняється розташовувати під житловими помешканнями, аудиторіями і класами навчальних закладів, дитячими кімнатами, палатами лікарень та іншими приміщеннями, в яких не допускається високий рівень шуму [8]. Висота приміщення, в якому влаштовуються такі насоси, має бути не менше 2,2 м і достатньою для підйому і транспортування насосного обладнання. Навколо насосів потрібно передбачити вільні проходи. Між обладнанням насосних установок приймаються такі найменші відстані [8]:

- від бічного обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 700 мм;
- між сусідніми фундаментами – 700 мм;
- від торцевого обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 1000 мм;
- від торцевого обрізу фундаменту з боку електродвигуна – не менше відстані, необхідної для витягування ротора електродвигуна без зняття останнього з фундаменту.

Насоси з діаметром нагнітального патрубка до 100 мм включно допускається встановлювати вздовж стін і перегородок без проходу між агрегатом і стіною або перегородкою, але на відстані не менше 200 мм від фундаменту будинку.

Фундаменти під насоси повинні виступати над підлогою не менш ніж на 200 мм.

Допускається влаштовувати два агрегати на одному фундаменті без проходу між ними з обов’язковим передбаченням проходу навколо такої установки шириною не менше 700 мм.

---

---

У виробничих будівлях насосні установки розташовують безпосередньо в цехах, де споживається вода. Насоси виробничих водопроводів іноді розташовують на рамах без фундаментів.

Насосні установки можна розташовувати разом з водонагрівачами та іншим обладнанням централізованої системи гарячого водопостачання в одній будівлі – центральному або індивідуальному тепловому пункті.

Залежно від площі приміщення насоси можна встановлювати послідовно або паралельно один одному.

Якщо насоси живляться з водопровідної мережі, то належить передбачати обвідну лінію із засувками і зворотнім клапаном для подавання води у внутрішню мережу, в обхід насосів.

#### **4.20. СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ**

Використання пластмасових труб і виробів санітарно-технічних систем вирішує проблему ресурсозбереження в будівництві, дозволяючи зменшити масу будівель, знизити металомісткість за рахунок заміни традиційних матеріалів пластмасовими, підвищити їх експлуатаційні якості, знизити паливно-енергетичні ресурси, спростити монтаж систем. Збільшення терміну служби пластмасових санітарно-технічних виробів обумовлює ефективність їх використання як у великих житлових, громадських і промислових будівлях, так і в малоповерхових будинках садибного типу, окремих квартирах та ін.

В індустріально розвинутих країнах понад чверть об'єму полімерних матеріалів, що використовуються в будівництві будинків і споруд, припадає на санітарно-технічне обладнання і трубопроводи. Причому виробництво пластмасових виробів для внутрішніх санітарно-технічних систем невпинно зростає.

Для виробництва труб і деталей систем гарячого водопостачання використовуються здебільшого такі полімерні матеріали: поліетилен, поліпропілен, полібутен, полівінілхлорид, хлорований полівінілхлорид та ін.

**Поліетилен** – частково кристалічний полімер, який за способом полімеризації поділяють на поліетилен високого тиску, який одержують за температур від 100°C до 300°C і тиску від 100 до 200 МПа, і поліетилен низького тиску, який одержують на спеціальних катализаторах за температури від 20°C до 75°C і тиску до 1 МПа. Поліетилен різних типів розрізняють за властивостями залежно від

---

---

густини. Із збільшенням густини зростає ступінь кристалізації, границя текучості під час розтягування, модуль пружності, хімічна стійкість, водночас знижуються газопроникність і ударна в'язкість матеріалу. За способом високого тиску одержують поліетилен низької густини, а за способом низького тиску – поліетилен високої густини.

Поліетилен має достатню механічну міцність, хімічну стійкість. Цей матеріал фізіологічно індиферентний, морозостійкий в межах широкого інтервалу температур, відзначається дешевизною сировини, що обумовлює ефективність його застосування в санітарній техніці.

**Поліпропілен** – також частково кристалічний полімер, який порівняно з поліетиленом має меншу густину, але відрізняється більшою міцністю, твердістю і теплостійкістю. Поліпропілен у більшій мірі, ніж поліетилен, підлягає старінню, тому для практичного застосування придатні композиції з поліпропілену, які містять антиоксиданти і барвники. Завдяки підвищеній теплостійкості і міцності поліпропілен використовують для виробництва деталей санітарно-технічних систем, що мають контакт із водою з температурою до 90–95°C.

**Полібутен** – кристалічний полімер, кристалізація якого продовжується тривалий час (за звичайної температури – близько семи діб). За механічними властивостями полібутен займає проміжне положення між поліетиленом низького і високого тисків. Проте, на відміну від поліетилену, він має низьку повзучість і підвищену теплостійкість, яка перевищує цей показник у поліпропілену.

**Полівінілхлорид** – аморфний полімер, який одержують полімеризацією мономеру-вінілхлориду в суспензії, у водному середовищі в присутності емульгатора або в масі рідкого мономеру. Для виробництва матеріалів з високою міцністю, твердістю і хімічною стійкістю використовують композиції на основі суспензійних полівінілхлоридів, які відзначаються незначним водопоглинанням і не містять пластифікаторів. Для вироблення еластичних матеріалів, але менш міцних, використовують емульсійні марки полівінілхлориду, які краще поєднуються з пластифікаторами. Для виробів, які мають контакт з питною водою, в якості пластифікатора застосовують диоксалфталат (до 30–40%). Також під час виготовлення матеріалів застосовують стабілізатори (солі свинцю) та інші добавки (барвники, модифікатори тощо).

Для систем внутрішнього гарячого водопостачання будинків застосовують *труби з поліетилену високої густини типу KISAN* (англійської фірми KITECHNOLOGY) із зовнішніми діаметрами 14, 16, 20 і 25 мм (рис. 4.45) і латунні з'єднувальні деталі таких же розмірів [17]. Труба виготовляється таким чином: спочатку алюмінієва

стрічка товщиною 0,2–0,25 мм скручується повздовж у трубу, а потім зварюється ультразвуком за утворенням швом. Далі алюмінієва труба покривається з зовнішнього та внутрішнього боків шаром клею та поліетилену високої густини. Завдяки такій конструкції труби називають *металопластикові*. Для систем гарячого водопостачання, центрального опалення, підлогового опалення, кондиціонерів виготовляють труби білого кольору. Максимальна робоча температура 95°C – 0,6 МПа, максимальний робочий тиск за температури 60°C – 1,0 МПа. Основні технічні дані труб наведені в таблиці 4.5.

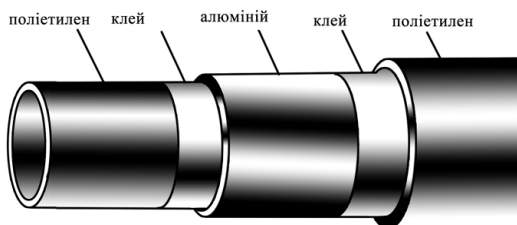


Рис. 4.45. Конструкція труби типу KISAN

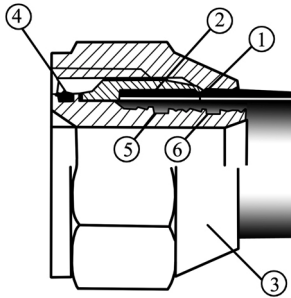
Таблиця 4.8

Основні технічні дані труб KISAN [17]

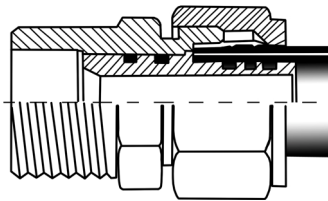
Розмір, мм	Внутрішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Місткість, дм <sup>3</sup> /м
14x2	10	2,0	0,08
16x2	12	2,0	0,12
20x2,25	16	2.25	0.19
25x2,5	20	2.5	0,33

До переваг металопластикових труб відносять: корозієстійкість, стійкість до відкладень на внутрішній поверхні, довговічність, низький коефіцієнт лінійного розширення (лише вдвічі більший, ніж у сталі), гладку внутрішню поверхню, отже, малий опір тертя, легкість монтажних робіт, простоту та надійність з'єднань, легкість і простоту транспортування труб (200 м труби важить лише 20 кг), можливість транспортування агресивних хімічних речовин та ін.



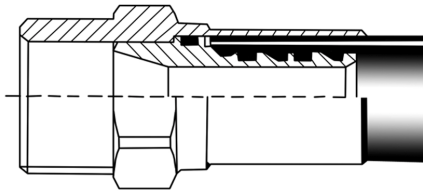


**Рис. 4.46. З'єднувач латунний типу VESTOL з O-подібною ущільнювальною прокладкою**



**Рис. 4.47. З'єднувач латунний**

Недоліки, які для інших пластмасових труб, пов'язані з можливістю механічних і термічних (від дії опалювальних та ін. приладів з високою температурою поверхонь, відкритого вогню) пошкоджень, з дією сонячних променів.



**Рис. 4.48. З'єднувач латунний запресовувальний**

Металопластикові труби використовуються в мало- і багатоповерхових будинках, котеджах, лікарнях, санаторіях, офісах, готелях, сільськогосподарських та промислових спорудах, тепличному господарстві.

Під час монтажу труб використовують латунні затискні й запресовувальні з'єднувачі заводського виготовлення.

**Латунні затискні з'єднувачі** з *O*-подібною ущільнювальною прокладкою (рис. 4.46) влаштовуються таким чином: спочатку за допомогою спеціальної розгортки потрібно підготувати кінець труби, накласти на нього затискну гайку, потім насадити корпус з'єднувача і гайку затягнути. Такий спосіб з'єднання не потребує додаткового ущільнення під час підключення до інших елементів системи, наприклад, трійника. З'єднувач, показаний на рис. 4.47, має окреме затискне кільце з латуні. Додатковими деталями до затискних з'єднань є муфти, трійники, хрестовини (розгалуження потоків), кутники (зміна напрямку течії) тощо.

**Латунні запресовувальні з'єднувачі** мають конструкцію, показану на рис. 4.48. Корпус з'єднувача виготовляється з латуні і нікелюється. Щільність з'єднання корпусу з трубою забезпечується шляхом запресовування втулки корпусу навколо труби електричним пресом. Додаткову щільність з'єднання забезпечують дві кільцеві прокладки із спеціальної гуми, розташовані на патрубку корпусу. Довжина втулки для запресовування для труб діаметром 16×2 і 20×2,25 мм приймається 19,5 мм, а для труб діаметром 25×2,5 – 24,5 мм. Мінімальна довжина труби між двома запресованими з'єднаннями повинна становити: для труб діаметром 16×2 і 20×2,25 мм – 160 мм, а для труб діаметром 25×2,5 – 170 мм.

Такі з'єднання труб дозволяють здійснювати бетонування в підлозі або інших горизонтальних перекриттях, влаштовувати теплоізоляцію (зовнішній діаметр з'єднувача не набагато перевищує діаметр труби), економити час на монтаж труб, використовувати для монтажу різні фітинги (трійники, коліна, ніпелі, засувки тощо). Всі типи з'єднань можна влаштовувати під штукатуркою (наприклад, у розвідних трубах квартирного водопроводу), при цьому вони повинні бути обгорнуті гофрованим папером або поліетиленовою плівкою.

Під час монтажу трубопроводів відстані від найближчої стіни, перегородок і труб (рис. 4.49 і 4.50) беруть з табл. 4.9 і 4.10.

Таблиця 4.9

**Відстань від стіни і труб [17]**

5	Д, мм	В, мм
16	22	48
20	24	50
25	29	57

## Відстань від перегородки і труб [17]

Зовнішній діаметр труби, мм	Д, мм	В, мм	С, мм
16	30	56	40
20	32	60	42
25	34	64	48

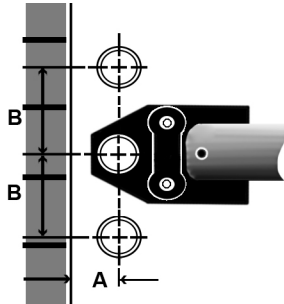


Рис. 4.49. Відстань від стін, підлоги і найближчих трубопроводів

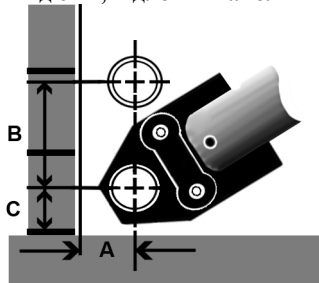
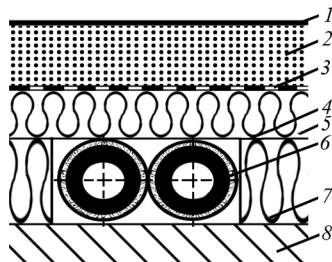


Рис. 4.50. Відстань від найближчих трубопроводів, горизонтальних і вертикальних перегородок

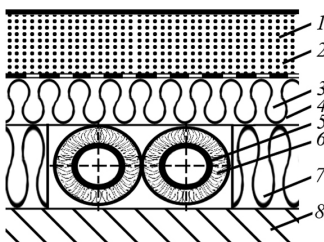
Металопластикові труби прикріплюють до стін і перекриття за допомогою хомутів, кронштейнів на спеціальних фіксаторах. Під час виконання квартирних розведень труби прокладають по стінах, в борознах, під штукатуркою в захисній трубі чи в теплоізоляції, в підлозі або плінтусі (рис. 4.51–4.52). У місцях проходження через перегородки влаштовуються захисні пластмасові втулки, простір між трубою і втулкою заповнюється пластичним матеріалом. Для компенсації

теплових видовжень труб (труби за різниці температур 10°C видовжується на 0,25 мм) застосовують нерухомі (фіксатори) і рухомі (хомути) опори і компенсатори (наприклад, коліна, відступи, U-подібні компенсатори).



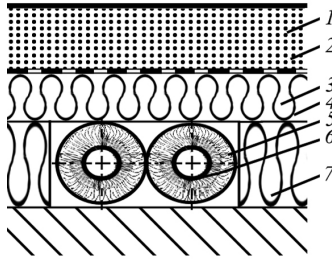
**Рис. 4.51. Укладання труб без теплоізоляції на перекриттях між житловими приміщеннями:**

1 – покриття підлоги; 2 – монолітна підлога; 3 – гідроізоляція; 4 – захисна трубка; 5 – звукоізоляція; 6 – труба KISAN; 7 – теплоізоляція; 8 – конструкція перекриття



**Рис. 4.52. Укладання трубопроводу з ізоляцією зменшеної товщини на перекриттях над приміщеннями, які не опалюються:**

1 – покриття підлоги; 2 – монолітна підлога; 3 – гідроізоляція; 4 – звукоізоляція; 5 – труба KTSAN; 6 – теплоізоляція труби; 7 – теплоізоляція; 8 – конструкція перекриття



**Рис. 4.53. Укладання трубопроводів з ізоляцією певної товщини в підвалах, зовнішніх стінах і підлозі:**

1 – покриття підлоги; 2 – монолітна підлога; 3 – гідроізоляція; 4 – звукоізоляція; 5 – теплоізоляція труби; 6 – труба KISAN; 7 – теплоізоляція

Для систем гарячого водопостачання також можуть використовуватись *труби з хлорованого полівінілхлориду* (ХПВХ) фірми NIBCO діаметрами 16–50 мм (труби світло-жовтого кольору, тип SDR 11). Максимальний тиск за температури 23 °С становить 2,76 МПа, за температури 82 °С – 0,69 МПа [18]. Труби і фітинги з ХПВХ виготовляються такими ж діаметрами, як мідні труби. Товщини стінок пропорційні зовнішнім діаметрам (SDR11), завдяки чому труби діаметром від 16 до 50 мм мають однаковий робочий тиск. Якщо необхідно застосувати труби великих діаметрів, то використовують труби ХПВХ SCH 80. Типи і параметри труб з ХПВХ наведені в табл. 4.11.

До переваг труб з ХПВХ відносять невелику масу, стійкість до механічних навантажень, корозії та багатьох хімічних речовин. Але головною їх перевагою є те, що вони самогаснучі, не підтримують процесу горіння і під час ліквідації джерела вогню їх горіння припиняється.

Монтаж трубопроводів з ХПВХ здійснюється за допомогою клеїв. Такі з'єднання міцніші і надійніші, ніж зварні та на затискних фітингах. Крім клеєних, застосовують гвинтові з'єднання, які ущільнюються за допомогою тефлонової стрічки товщиною 0,1 мм з тефлоновою пастою.

Недоліками труб з ХПВХ є недостатня ударна міцність, особливо за низьких температур, необхідність захисту від прямих сонячних променів, гарячих поверхонь тощо.

Труби з ХПВХ фірми NIBCO застосовуються для влаштування систем гарячого водопостачання в мало- і багатоповерхових будинках, магазинах, офісах, басейнах, готелях, лікарнях, промислових підприємствах, сільськогосподарських об'єктах тощо.

Для систем гарячого водопостачання можуть використовуватись труби з поліпропілену ПП-Р (тип 3) фірми AQUATHERM (виробництво Німеччини): товстостінні PN 20 діаметром 16–110 мм, довжиною 4м, в рулонах по 100 м (діаметри 16, 20, 25 мм), робочий тиск 1,0 МПа, робоча температура до 60°C, колір труби – зелений; труби STABI PN 20, PN 25, зміцнені по всій довжині перфорованою алюмінієвою стрічкою, діаметром 16–110 мм, довжиною 4 м, в рулонах по 100 м (діаметр 16 мм), робочий тиск – 0,6 МПа, робоча температура – 70°C.

Таблиця 4.11

**Труби з ХПВХ фірми NIBCO для холодної, гарячої води та опалення [18]**

Тип	Діаметр, дюйми	Макс. робочий тиск, кПа (23°C)	Мін. товщина стінки, мм	Внутр. діаметр, мм	Зовніш. діаметр, мм	Маса, кг/м
CTS(SDR11)	1/2	2760	1,73	12,20	15,86	0,131
CTS(SDR11)	3/4	2760	2,03	17,90	22,22	0,209
CTS(SDR 11)	1	2760	2,59	22,60	28,56	0,325
CTS(SDR 11)	1 1/4	2760	3 18	27 90	34,91	0,490
CTS(SDR11)	1 1/2	2760	3,76	33,10	41,26	0,685
CTS(SDR 11)	2	2760	4,7	43,20	53,96	1,180
SCH80	2 1/2	2900	7,00	58,16	73,00	2,173
SCH80	3	2:550	7,62	72,74	88,90	2,917
SCH80	4	2210	8,56	96,16	114,30	4,643

Труби з пропілену характеризуються корозієстійкістю, малою питомою масою, малою теплопровідністю, малим коефіцієнтом шорсткості внутрішньої поверхні труби (0,007 мм) та ін.

З'єднання труб здійснюється за допомогою зварювання (одночасне нагрівання труби і фітінгів з поліпропілену типу 3, робоча температура 260 °C) з використанням спеціальних інструментів. Для приєднання до металеві арматури використовуються хромовані латунні різьбові з'єднання.

У системах гарячого водопостачання можуть застосовуватись труби поліетиленові (поліетилен сіткований) системи KAN-therm: LPE і PE-Xc (VPE-c) діаметрами 18×2,0 (PN 6), 18x2,5 (PN 10), 25×3,5 (PN 10), які з'єднуються за допомогою затискних лагунних з'єднувачів з розрізним або цільним кільцем [6]. Труби виготовляють з антиди-

---

---

фузійним захистом поверхонь, максимальна робоча температура труб LPE – 70°C, PE-Xc – 95°C, тиск – 6 бар. Труби укладають відкрито або в товщі стін і підлоги. В останньому випадку передбачається укладання труб у шахтах і борознах, а також бетонування труб “назавжди”, при якому застосовується система “труба в трубі”.

Також для транспортування гарячої води можна застосовувати *труби з полівінілхлориду* системи KAN-therm: PVC-C (матеріал – хлорований полівінілхлорид) – PN 20 і PN 25 діаметрами 16–110 мм, максимальна температура 95°C, тиск 0,6 МПа [6]. З’єднання труб здійснюється шляхом склеювання. Роз’ємні з’єднання виконуються за допомогою ніпелів; спеціальних латунних з’єднувачів з внутрішньою та зовнішньою різьбою для затискання і склеювання; фланцевих втулок та ін. Для герметизації з’єднань застосовується пакування. Клеєні з’єднання можуть бути сховані в товщі стін і підлоги, роз’ємні – в доступних місцях. Використовуються такі способи укладання труб: відкритий (з улаштуванням нерухомих і рухомих опор), у перегородках (з використанням ізоляційних спінених матеріалів, мінеральної вати або гофрованого паперу) і в шахтах. Під час монтажу застосовуються компенсаційні муфти діаметрами 20–110 мм.

#### **4.21. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Після виконання всіх монтажних робіт систему перевіряють на герметичність арматури і обладнання. Випробування на герметичність проводять до закладання трубопроводів у стіни (за прихованого прокладення), накладання ізоляції та фарбування. Мережі гарячого водопроводу, як і холодного, випробовують гідравлічним способом тиском, що перевищує робочий на 0,5 МПа, але не більше 1 МПа протягом 10 хв; зниження тиску при цьому допускається не більш ніж на 0,1 МПа. Результати випробувань оформлюють актом.

У зимовий період випробування проводять тільки після введення в дію системи опалення.

Щоб прийняти водопровід в експлуатацію, перевіряють відповідність його монтажу до затвердженого проекту, міцність кріплень, наявність нахилів для спорожнення труб, відсутність витоків води в арматурі, з’єднаннях, обладнанні, ефективність вмикання і вимикання, роботу засобів автоматизації. У системі гарячого водопостачання обов’язково перевіряють температуру в різних точках системи, прогрів

---

---

приладів для висушування рушників у циркуляційному режимі, роботу водонагрівачів і циркуляційних насосів.

Рівномірність надходження води до всіх водорозбірних точок будинку забезпечують за допомогою вентилів, які встановлені в основі стояків і на підведеннях в кожну квартиру. Для перевірки роботи системи гарячого водопостачання за максимального одночасного водорозбору відкривають розрахункову кількість кранів на кожному стояку і спостерігають за роботою системи. Якщо при цьому до всіх водорозбірних точок надходить вода, і напір при вільному виливі буде становити 0,03–0,05 МПа, то регулювання системи за водорозподілом припиняють.

При цьому для рівномірнішого розподілу гарячої води поміж водорозбірними приладами, які розташовані на різних поверххах будинку, а також для економії води на підведеннях до приладів нижніх поверххів потрібно встановлювати діафрагми або обмежувачі підйому шпинделів запірних вентилів. Отвори в діафрагмах підбирають таким чином, щоб витрати води через арматуру на різних поверххах не відрізнялися більш ніж на 25%.

Відхилення температури води від розрахункової допускається в межах  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , враховуючи те, що мінімальна допустима повинна становити  $50^{\circ}\text{C}$  (для відкритих систем тепlopостачання –  $60^{\circ}\text{C}$ ). Якщо температура води не відповідає розрахунковим значенням, то перевіряють поверхню теплообміну водонагрівачів і температуру теплоносія.

Якщо у системі гарячого водопостачання встановлені регулятори температури і витрат, то ці прилади в пусковий період повинні бути відрегульовані. Потрібно пам'ятати, що протягом року належить коректувати ступінь підігріву води залежно від температури води, яка надходить у систему.

Перед пуском в експлуатацію, а також під час профілактики, систему гарячого водопостачання необхідно промивати. Промивання здійснюють водою шляхом багаторазового швидкого випуску води з підвищеними витратами із системи або гідропневматичним способом із застосуванням води і стисненого повітря. Промивання здійснюють до повного очищення води.

Випробування і прийом насосних установок проводять у період обкатування. При цьому насосні установки спочатку випробовують на холостому ходу, а потім під навантаженням. Перед випробуванням установки ретельно оглядають, перевіряють надійність кріплень, відсутність всередині будь-яких предметів (прокладок, болтів тощо).



---

---

Для цього вал насоса прокручують вручну і вмикають на 3–5 хв. У разі появи сторонніх шумів насос вимикають і розбирають. За нормальної роботи насос обкатують 12–15 хв, після чого перевіряють частини, що труться, на відсутність нагрівання та інших неполадок. Причинами нагрівання можуть бути неточності підгонки, перекося, туге затягування, забрудненість масла. Потім насос обкатують 1 год і 6 год, контролюючи його стан. Якщо не виявлено дефектів, то насос можна експлуатувати і його ставлять під навантаження.

За результатами випробувань системи водопостачання складають акт, який разом з актом на приховані роботи, актом приймання і виконавчою документацією (робочі креслення, дані про розрахункові витрати, тиск тощо) передаються організації, яка здійснює експлуатацію.

У період експлуатації систем гарячого водопостачання здійснюють:

1. Обробіток води в теплових пунктах і котельнях (термічну або вакуумну дегазацію, електрохімічне видалення з води кисню, фільтрування на магномасових фільтрах, уведення силікатів, соди, вапна, фосфатів).

2. Використовують водопровідні труби із захисним покриттям внутрішньої поверхні: металевим, переважно цинковим, яке виконують шляхом занурення труби у розплав цинку з температурою 430–460 °С; неметалевим – емалевим, на основі поліуретанових смол тощо, яке виготовляють шляхом центрифугування.

3. Використовують термостійкі пластмасові труби.

Для зменшення корозії зовнішньої поверхні трубопроводів та обладнання в системах гарячого водопостачання використовують переважно покриття на основі полівінілхлориду, поліетилену, лаків і фарб. Зовнішні покриття наносять шляхом фарбування, напилення, обмотування.

Крім корозії, під час експлуатації систем гарячого водопостачання значну увагу приділяють захисту трубопроводів і обладнання від заростання. Відкладення в трубопроводах і обладнанні є причиною зменшення отворів труб, що призводить до збільшення потужності насосів, а в деяких випадках, і до неможливості подачі розрахункових витрат води.

Відкладення спричинюють присутні у воді гідрокарбонати, сульфат кальцію, хлорид магнію, а також кремнієва кислота за наявності іонів кальцію і магнію.

Для зменшення відкладень у системах гарячого водопостачання переважно використовують електромагнітну обробку води, катіонування (метод іонного обміну) та ультразвуковий метод.

Принцип дії апарата для магнітної обробки води полягає у дії магнітного поля, що створюється в робочому зазорі апарата, певної напруженості (до  $1,6 \cdot 10^5$  А/м) на розчинені у воді солі карбонатної твердості. Під дією магнітного поля у воді утворюється велика кількість центрів кристалізації твердої фази. При цьому карбонат кальцію або зовсім не виділяється з води, або ріст кристалів припиняється, або виділяється у вигляді тонкодиспергованої зависі, яка не осідає на стінках труб у вигляді накипу [45]. Для протинакипної обробки води використовують також ультразвуковий метод. У водяному просторі теплообмінника збуджуються ультразвукові коливання, які інтенсивно кристалізують солі, що здатні утворювати накип. Утворений шлам відводиться з теплообмінника з потоком води.

У внутрішніх системах гарячого водопостачання порушення режиму роботи частіше всього відбуваються внаслідок таких явищ: корозії трубопроводів, змійовиків водонагрівачів і приладів для висушування рушників; різних температур води біля водорозбірних точок; аварій на водогрійних колонках; перевитрати теплоти системою, а також таких пошкоджень мережі, як і в системі холодного водопроводу. Найчастіші порушення роботи системи гарячого водопостачання та способи їх усунення наведені в табл. 4.12.

Таблиця 4.12

**Порушення роботи системи гарячого водопостачання**

Характерні порушення роботи системи	Причина	Спосіб усунення
1	2	3
Різна температура води біля водорозбірних точок	Повітряний корок у верхній частині стояків	Видалити повітря через водорозбірні крани на верхніх поверхах або через повітряні крани
	Засмічення в нижній частині стояків або в циркуляційній лінії	Прочистити засмічену ділянку промиванням або замінити
	Невідрегульовані стояки системи	Відрегулювати витрати води в стояках вентилями, що знаходяться в нижній частині стояків

Продовження табл. 4.12

1	2	3
Корозія трубопроводів та змійовиків водонагрівачів	Роз'їдання металу труб газами, що містяться у воді: киснем або хлором	Зруйновані ділянки трубопроводів та змійовики замінити на нові
	Погана якість цинкового покриття труб і місць зварювання	Бажано, щоб трубопроводи та водонагрівачі постійно були наповнені водою і були встановлені спеціальні фільтри для поглинання кисню та вуглекислоти
Корозія приладів для висушування рушників		Замінити прилад, приєднання до стояка виконати на різьбі
Повільний прогрів водогрійних колонок	Жарова труба колонки вкрита шаром накипу	Міцну трубу змійовика залити на 2 години трохи підігрітим 5 %-им розчином соляної кислоти, а потім тричі промити гарячою водою. Сталеву трубу змійовика колонки заповнити 2,5%-им розчином кальцієваної соди, прогріти протягом 16 годин і потім двічі промити водою. Можливе використання й інших розчинників, які рекомендують з цієї метою
Перевитрати теплоти на гаряче водопостачання	Витоки гарячої води через змішувачі	Відремонтувати змішувачі. Щоб зменшити тиск на підведеннях до змішувачів, на нижніх поверххах установити діафрагми або здійснити регулювання вентилями
Перевитрати теплоти на гаряче водопостачання	Не відрегульовані витрати води в стояках	Відрегулювати, встановленими на основі стояків, вентилями витрати в окремих стояках. На кожному вентилі потрібно прикріпити інструкцію з указаним числом повних обертів маховика у відрегульованому стані (рахуючи від повного закриття вентиля)

Продовження табл. 4.12

1	2	3
	Відсутність теплоізоляції на окремих ділянках трубопроводів системи гарячого водопостачання	Теплоізулювати всі ділянки трубопроводів, які можуть швидко охолоджуватись. Слідкувати за станом теплової ізоляції трубопроводів, захищати від зволоження
	Несправні терморегулятори	Відремонтувати терморегулятори або замінити їх новими

Для зменшення шуму в системах водопостачання передбачають установлення малошумного обладнання; усунення причин шумоутворення в обладнанні (закріплення клапанів і прокладок в арматурі, заміну зношених деталей, балансування насосів, двигунів тощо); звуко-віброізоляцію трубопроводів, насосних установок, арматури; влаштування звукоізоляції приміщень і раціональне розташування обладнання в приміщеннях. Належна організація експлуатації систем водопостачання суттєво покращить роботу системи в цілому і забезпечить раціональне використання води та енергоносіїв.

---

---

## 5. ВНУТРІШНЯ КАНАЛІЗАЦІЯ

### 5.1. СИСТЕМИ ТА ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ВНУТРІШНЬОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

Внутрішня каналізація – це система трубопроводів та інженерного обладнання, що забезпечують організований прийом стічних вод у місцях їх утворення та транспортування забруднених стоків за межі будинку у зовнішні мережі. За необхідності до системи внутрішньої каналізації можуть входити споруди місцевого підкачування або локального очищення стічних вод.

Системи внутрішньої каналізації поділяють за способом збору та видалення забруднень, характеристикою стічних вод, сферою обслуговування, наявністю спеціального обладнання та вентиляції мережі.

За способом збору та видалення забруднень розрізняють вивізну і сплавну каналізацію. Під час вивізної каналізації рідкі забруднення в неканалізованих районах збирають децентралізовано (вигріби, люфт-клозети), періодично вивозячи їх автотранспортом на очисні споруди. За сплавної системи забруднення розбавляють водою і транспортують за межі будинку в зовнішні каналізаційні мережі.

За характеристикою стічних вод системи внутрішньої каналізації бувають побутові, виробничі та дощові (водостоки). Побутова каналізація відводить забруднену воду після миття посуду, продуктів, прання білизни, санітарно-гігієнічних процедур, а також фекальні стоки, що містять рідкі та тверді виділення людини. Виробнича каналізація виводить за межі будівель виробничі стічні води, що утворилися в технологічному процесі. Внутрішні водостоки (дощова каналізація) відводять з даху будинків дощові та талі води.

За сферою обслуговування розрізняють об'єднані та роздільні системи каналізації. Об'єднані системи використовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічних вод. Роздільні системи каналізації (наприклад, побутової й виробничої) доцільно влаштовувати на підприємствах, коли виробничі стоки потребують локального очищення.

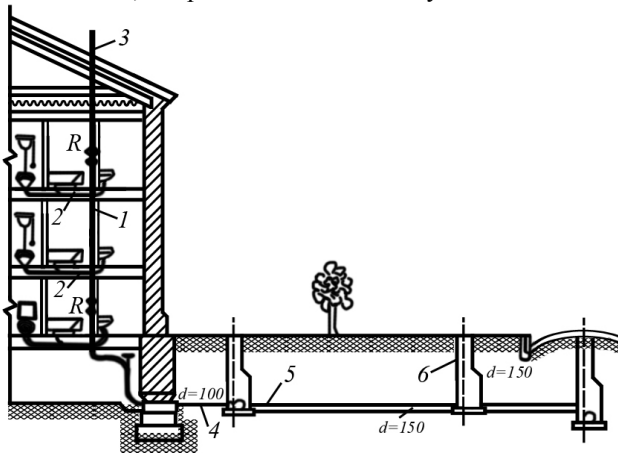
Системи внутрішньої каналізації можуть бути простими, тобто без спеціального обладнання, та зі спеціальним обладнанням (наприклад, місцеві установки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішні мережі).

Перераховані системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Тверді відходи, сміття видаляють сміттєпроводами, які також відносять до систем каналізації (каналізація твердих відходів).

Система внутрішньої каналізації (рис. 5.1) складається з таких основних елементів: приймачів стічних вод (санітарні прилади, воронки, трапи тощо), гідравлічних затворів, внутрішньої каналізаційної мережі (поверхові відвідні труби, стояки, горизонтальні ділянки і випуски).

Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Гідравлічні затвори перешкоджають попаданню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Поверхові відвідні труби з'єднують приймачі стічних вод зі стояками. Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї – невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

Внутрішня каналізація закінчується випуском, який підключається до колодезя, що розташований поза будинком.



**Рис. 5.1. Схема внутрішньої каналізації:**

- 1 – каналізаційний стояк; 2 – поверхові відвідні лінії; 3 – витяжна частина стояка; 4 – випуск; 5 – дворова мережа; 6 – контрольний колодезь (КК); 7 – вуличний колектор

---

---

## 5.2. ПРИЙМАЧІ СТІЧНИХ ВОД

Приймачі стічних вод виконують у вигляді відкритих посудин або воронок, що збирають забруднену воду.

Приймачами стічних вод служать санітарно-технічні прилади (мийки, раковини, умивальники, ванни, душові піддони, біде, унітази, пісуари); спеціальні санітарно-технічні прилади (лікувальні ванни та оздоровчі душі, медичні умивальники, спеціальні мийки тощо); пристрої для прийому виробничих стічних вод (лотки, трапи, приймальні решітки, приямки, воронки тощо); водостічні воронки, які призначені для збору і відведення з даху дощових або талих вод.

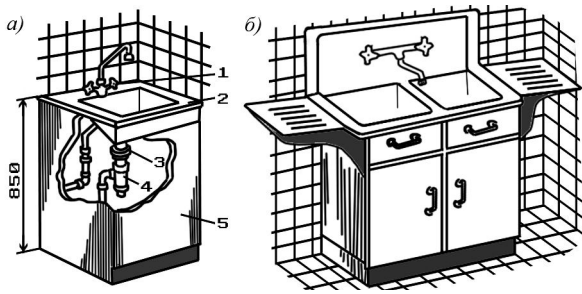
Основні вимоги, що ставляться до приймачів стічних вод, – це простота їх конструкції, високі гігієнічні показники та зручність в експлуатації. Приймачі стічних вод повинні виготовлятися з міцного водонепроникаючого матеріалу, що не піддається перепаду температур та хімічній дії стічних вод. Поверхню приладів для зручності промивання роблять гладкою із заокругленими формами. Санітарні прилади кріплять до будівельних конструкцій за допомогою дюбелів, шурупів або клею.

У випусках всіх приймачів стічних вод (крім унітазів) є решітки для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводу.

Мийки збирають забруднену воду, що утворюється під час підготовки харчових продуктів, миття посуду та столових приборів. Мийки виготовляють з чавуну або сталі з емальованим покриттям на одне або два відділення (рис. 5.2). Найчастіше для виготовлення мийок використовують нержавіючу сталь. Встановлюють мийки у кухнях житлових будинків, підприємств загального харчування, харчоблоках громадських і лікувальних закладів. Змішувачі мийок встановлюють на висоті 0,15–0,20 м від борту, що зручно для наповнення чайників, каструль та інших побутових ємностей, до випуску – решітки мийки, які розташовують у центрі або кутку, під'єднують гідрозатвір. Мийки на два відділення обладнують двома випусками і одним гідрозатвором.

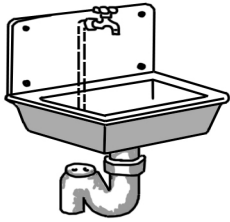
Раковини (рис. 5.3) встановлюють у тих приміщеннях, де необхідно зливати брудну воду або мити прибиральний інвентар (котельні, лабораторії, біля технологічного обладнання тощо). Іноді раковини встановлюють у кухнях житлових будинків. Стіна за раковиною захищається від води металевою стінкою. Раковини обладнують настінними водорозбірними кранами або змішувачами на

висоті 0,2–0,25 м від борту, що дозволяє наповнити відро. У центрі раковини є випуск-решітка, до якого під'єднується гідрозатвір.



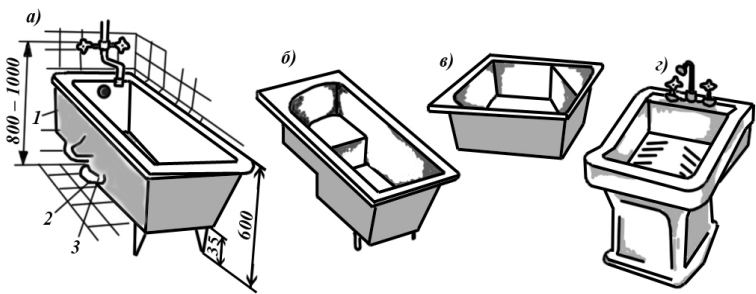
**Рис. 5.2. Мийки:**

а – на одне відділення; б – на два відділення; 1 – арматура; 2 – чаша мийки; 3 – випуск; 4 – гідрозатвір; 5 – шафа



**Рис. 5.3. Раковина**

Ванни (рис. 5.4) можуть мати різну форму, але в основному їх виготовляють круглобортними і прямобортними шириною 700 і 750 мм, довжиною – 1500 і 1700 мм, глибиною 445 і 460 мм. Висота розташування борта ванни над підлогою приймається 0,6–0,65 м. Значно рідше встановлюють сидячі ванни та напівванни (глибокі піддони).



**Рис. 5.4. Ванни:**

а – звичайна; б – сидяча; в – глибокий піддон; г – для миття ніг: 1 – перелив; 2 – гідрозатвір; 3 – випуск



---

---

Внутрішню поверхню ванни покривають емаллю, а зовнішню – фарбою. Ванни обладнують випуском, переливом і сифоном. Вся арматура (наповнювальна та злітна) встановлюються лише в торці ванни збоку ніг. Холодна і гаряча вода подається у ванни через змішувачі з душовою сіткою .

Ванни встановлюють з похилом в бік випуску і для вирівнювання електричних потенціалів корпус з'єднують з трубопроводом спеціальним металічним провідником.

Ванни для миття ніг встановлюють у дитячих закладах, таборах, будинках літнього відпочинку тощо. Найчастіше їх виготовляють у вигляді керамічної чаші, що встановлюється на підлозі.

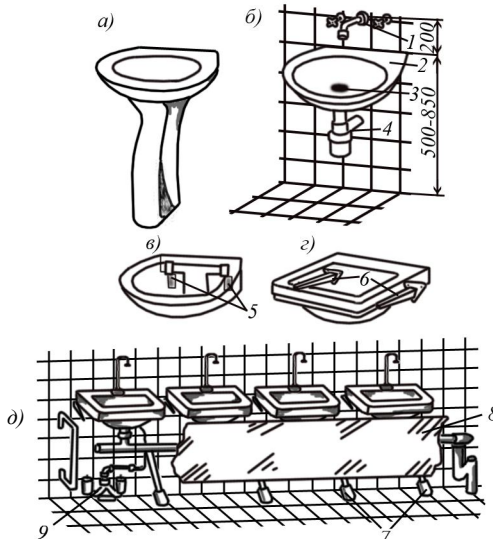
Сучасні типи ванн передбачають під'єднання насоса та компресора. Насос подає воду на борт ванни для створення водоспаду та крізь регульовані форсунки – для гідромасажу. Стиснене повітря, що подається від компресора крізь отвори для виходу повітря, утворює у ванні вирувальні потоки. Подають воду у ванну через термостатичні водорозбірні змішувачі. Управління всім інженерним обладнанням здійснюється сенсорною панеллю, яка розташована на борту ванни.

Умивальники (рис. 5.5) виготовляють довжиною 400–700 мм, шириною 300–600 мм, глибиною 135–150 мм. Форма їх може бути різною: прямокутні, увігнуті, овальні, напівкруглі, зі спинкою або без неї.

Умивальники комплектують туалетними кранами або змішувачами. Для відводу води в центрі умивальника є випуск, що з'єднує чашу умивальника та гідрозатвір. У випадку використання умивальників для прання або миття голови їх додатково обладнують корком та прихованим переливом.

Умивальники можуть встановлюватись на постаменті або кріпитися до стіни (рис. 5.5). В адміністративних будинках застосовують групові умивальники з одним спільним гідрозатвором (рис. 5.5, *д*).

Душі призначені для миття і оздоровчих процедур під проточною водою. Душі гігієнічні, займають мало місця і тому широко використовуються у виробничих і громадських будівлях. За відсутності ванн душі можуть встановлюватись у житлових будинках.

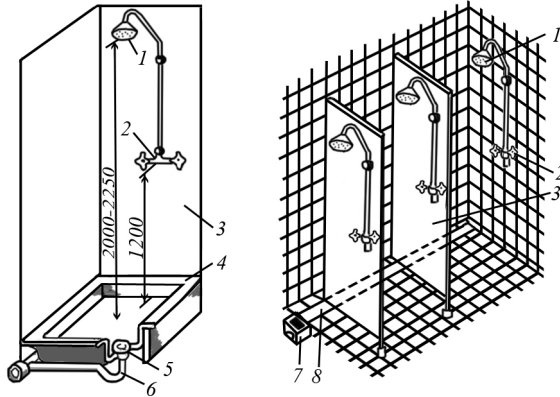


**Рис. 5.5. Умивальники:**

*а* – на постаменті; *б* – з кріпленням до стіни; *в*, *г* – схеми кріплень; *д* – групові:  
 1 – водорозбірна арматура; 2 – чаша умивальника; 3 – випуск; 4 – гідрозатвір;  
 5 – скоби; 6 – кронштейни; 7 – педаль пуску води;  
 8 – панель; 9 – груповий змішувач

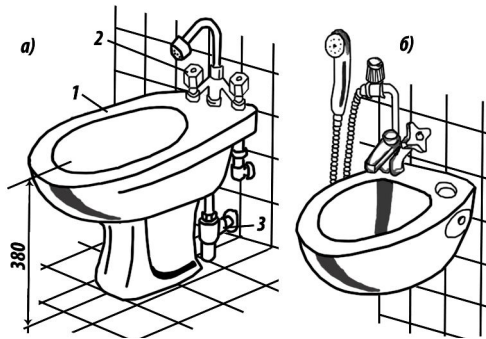
Душові кабінки, як правило, мають довжину і ширину 0,9–1,0 м, висоту перегородки – 2 м (рис. 5.6). У підлозі душових кабін встановлюють трап або піддон для спуску води в каналізацію. Матеріали стін і підлоги душових кабін не повинні вбирати вологу.

Гігієнічні душі встановлюють у кімнатах гігієни жінки на підприємствах, у пологових будинках, санітарних вузлах житлових будинків тощо. Індивідуальні гігієнічні душі (біде) можуть встановлюватись на підлозі або на стіні (рис. 5.7, *а*, *б*). Борт керамічної чаші біде обігрівається. Змішувач закріплюють на торцевій частині біде біля стіни. У змішувачі є перемикач, що направляє воду на обігрів чаші або на вилив. Чаша біде обладнується випуском діаметром 32 мм, до якого під'єднується гідрозатвір.



**Рис. 5.6. Душові кабінки:**

*a* – одиночні; *б* – групові: 1 – душова сітка; 2 – змішувач; 3 – перегородка; 4 – піддон; 5 – випуск; 6 – гідрозатвір; 7 – трап; 8 – лоток

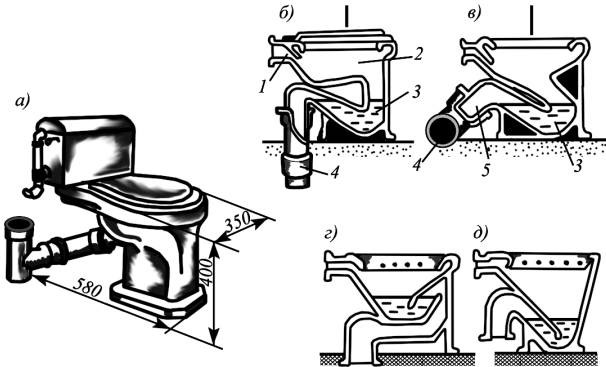


**Рис. 5.7. Гігієнічні душі (біде);**

*a* – встановлені на підлозі; *б* – закріплені на стіні: 1 – чаша; 2 – змішувач; 3 – сифон

Унітази призначені для індивідуального користування і встановлюються в туалетних кімнатах житлових будинків або невеликих туалетах адміністративних і промислових будинків. Унітази (рис. 5.8) виконують у вигляді керамічної чаші, що плавно переходить у гідрозатвір.

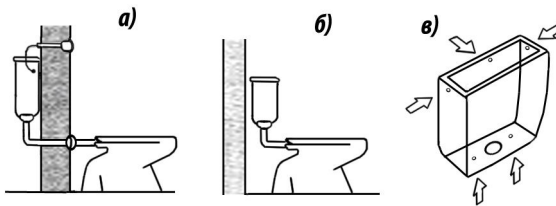
Ці прилади найнебезпечніші, з санітарної точки зору, і вимагають швидкого та ефективного видалення забруднень. Для цього унітази обладнують індивідуальними промивними пристроями – зливними бачками або кранами.



**Рис. 5.8. Унітази:**

*a* – схема встановлення; *б, в, з, д* – типи унітазів: тарільчатий (*б*), козирковий (*в*), сифонувальний (*з*), воронкоподібний (*д*): 1 – патрубок; 2 – чаша; 3 – гідрозатвір; 4 – відвідні труби

По відношенню до унітазу розрізняють бачки високорозташовані, низькорозташовані та розташовані безпосередньо на полиці унітаза. Зливні бачки виготовляють з пластмаси та кераміки. Раніше поширені високорозташовані чавунні зливні бачки нині практично не виготовляються. Можливе як приховане (рис. 5.9, *a*), так і відкрите (рис. 5.9, *б*) розміщення зливних бачків з різними варіантами підведення води (рис. 5.9, *в*). Встановлюють унітази так, щоб їх борт був на висоті 0,4–0,42 м над підлогою, а в дитячих дошкільних закладах – на 0,33 м.

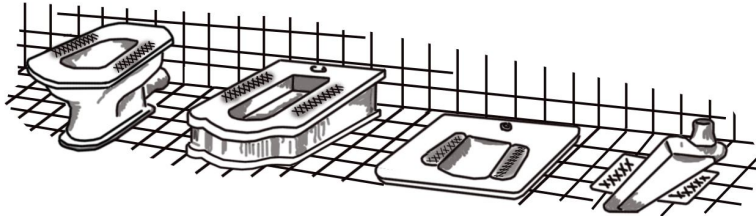


**Рис. 5.9. Схеми прихованого (*a*) та відкритого (*б*) розташування зливних бачків і можливі варіанти підведення води до них (*в*)**

Окремі типи унітазів (наприклад, унітази швейцарської фірми Geberit) обладнують теплим душем і феном для висихання тіла. У цих унітазах під час натаскування кнопки з корпусу унітаза висовується

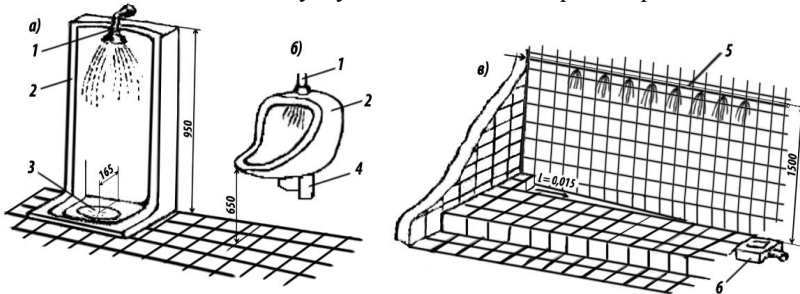
важіль-розпилювач з теплою водою. Змив забруднень з тіла триває весь час доки натиснута кнопка. Під час відпускання кнопки важіль ховається і вмикається фен, який утворює слабкий потік теплового повітря.

Надпідлогові чаші (рис. 5.10) відрізняються від унітазів тим, що ними користуються не торкаючись до поверхні приладів. Це забезпечує більшу гігієнічність, і тому надпідлогові чаші широко застосовуються в громадських і промислових будинках.



**Рис. 5.10. Надпідлогові чаші**

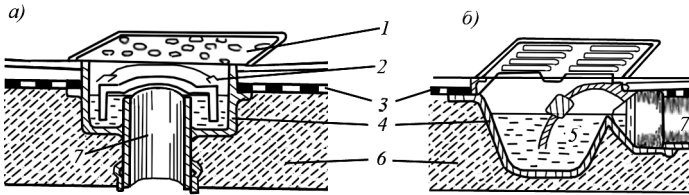
Пісуари (рис. 5.11) встановлюють у чоловічих туалетах громадських, промислових і лікувальних будинків. Вони бувають настінні, надпідлогові та лоткові. Забруднення з пісуарів повинні швидко видалятися, оскільки вони здатні утворювати осад, що призводить до заростання труб і має неприємний запах. Промивання пісуарів здійснюють пісуарними кранами або через автоматичні змивні бачки. У лоткові пісуари воду подають постійно. Забруднена вода з пісуарів відводиться через випуск – решітку, яка затримує папір, недопалки тощо. Після випуску встановлюють гідрозатвір.



**Рис. 5.11. Пісуари:**

- a* – встановлені на підлогу (уринади); *б* – настінні; *в* – лоткові; 1 – кран пісуарний; 2 – чаша; 3 – випуск-решітка; 4 – гідрозатвір; 5 – труба з отворами; 6 – трап

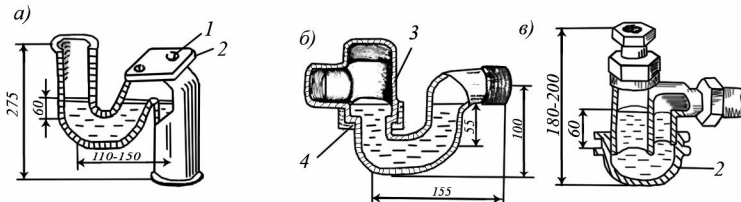
Трапи (рис. 5.12) збирають забруднену воду з підлоги приміщень (сміттєзбиральні камери, лазні, душові, громадські туалети тощо) або від технологічного обладнання. Їх встановлюють у найнижчих місцях підлоги з забезпеченням герметичності. У корпус трапу вбудований гідрозатвір. Випуск трапу може бути направлений до низу (прямий випуск) або вбік (косий випуск). Зверху трап закривається решіткою, що знімається. Верх решітки трапу повинен бути на 5–10 мм нижче рівня чистої підлогу приміщення.



**Рис. 5.12. Трапи:**

- a* – з прямим випуском; *б* – з косим випуском: 1 – кришка з отворами; 2 – гайка для затискування; 3 – гідроізоляція; 4 – корпус; 5 – перекриття; 6 – гідрозатвір; 7 – відвідна труба

Гідрозатвори (сифони) розміщують після кожного санітарно-технічного приладу, крім тих, що мають його в своїй конструкції (унітази, трапи, пісуари). Водяний гідрозатвір (шар води висотою 50–70 мм) затримує шкідливі гази з системи каналізації, не дозволяючи їм потрапляти в приміщення. Шар води утворюється в згині трубопроводу (U-подібні) (рис. 5.13 *a*, *б*) або між двома циліндрами (пляшкового типу) (рис. 5.13, *в*).



**Рис. 5.13. Гідрозатвори:**

- 1 – болт; 2 – кришка з герметичною прокладкою; 3 – трійник; 4 – гайка

Оскільки сифони можуть засмічуватись, то передбачають отвори, які закриваються корками або кришками, що дозволяє прочистити сифони та трубопроводи біля них.

Частіше всього гідрозатори виготовляють з чавуну або пластмаси. U-подібні сифони встановлюють з умивальниками, мийками, пісуарами. Сифони пляшкового типу монтують у житлових будинках з умивальниками, мийками, біде. Для ванн випускають спеціальні сифони, що мають невелику висоту і трійник для під'єднання переливної труби (рис.5.13).

### 5.3. КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ. ТРУБИ ТА ФАСОННІ ЧАСТИНИ

Мережа внутрішньої каналізації (рис. 5.14) складається з поверхових відвідних трубопроводів 2, стояків 3 з витяжною частиною 1, горизонтальних збірних ділянок 4, випусків 6 пристроїв для прочистки 5.

Відвідні поверхові труби з'єднують санітарні прилади із стояками. Їх прокладають по стінах над підлогою на висоті 0–150 мм, а інколи і під стелею у вигляді підвісних трубопроводів у нежитловому приміщенні, що розташоване нижче. При підвищених вимогах до внутрішнього оздоблення приміщень прокладання поверхових відвідних труб здійснюється приховано в борознах, нішах стін, панелях, монтажних коридорах, підвісних стелях.

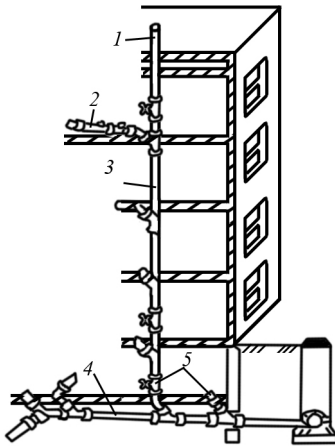


Рис. 5.14. Внутрішня каналізаційна мережа

Труби прокладають з ухилом у бік стояка. Санітарні прилади, які розташовані в різних квартирах на одному поверсі, під'єднувати до одного відвідного трубопроводу не допускається.

На відвідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення очищування або ревізій. Ревізії (рис. 5.15, а) дозволяють прочищати трубу в обох напрямках. Їх виготовляють у вигляді люків у трубі, то закривають кришкою, яка кріпиться до корпусу двома або чотирма болтами (виготовлення з металу) або різьбовим з'єднанням (виготовлення з пластмаси). Між кришкою і люком для герметичності встановлюють гумову прокладку.

---

---

Прочистки виконують у вигляді косо́го трійника або двох відводів  $135^\circ$  з заглушкою (рис. 5.15, б). Заглушка герметизується легкоплавкою мастикою або суриково-крейдяною замазкою. Прочистка забезпечує плавний вхід тросу в трубу в одному напрямку під час чищення цієї ділянки.

На горизонтальних ділянках прочистки і ревізії встановлюють на віддалі 6–15 м при діаметрі труб 50 мм і 8–20 м – 100–150 мм залежно від кількості забруднень у стічних водах. У квартирах довжина поверхових відвідних труб, як правило, не перевищує 6 м і тому досить рідко на цих ділянках встановлюють окремі прочистки або ревізії, а чищення трубопроводів здійснюють через сифони-ревізії.

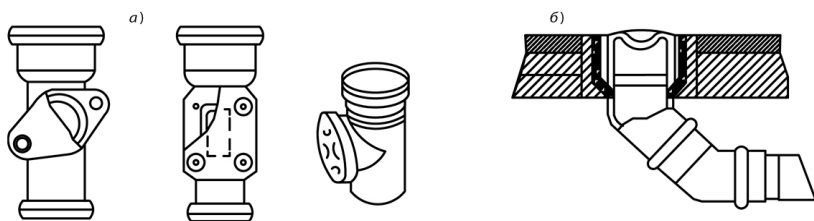


Рис. 5.15. Ревізії (а) та прочистка (б)

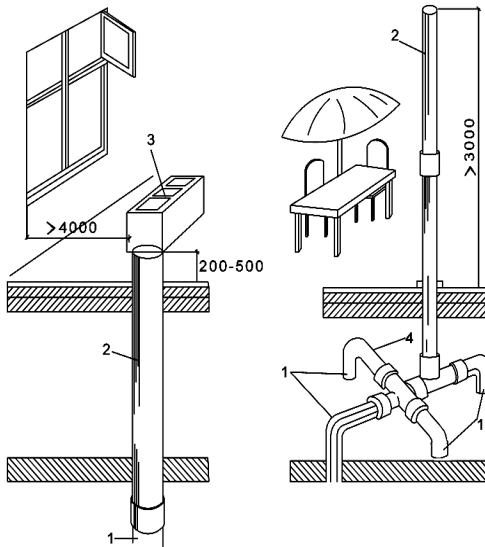
Ревізії на стояках у житлових будинках встановлюють на першому та останньому поверхах і, якщо будинок висотою 5 чи більше поверхів, то не рідше, ніж через три поверхи. Не дозволяється встановлювати ревізії у таких місцях: на стояках побутової каналізації, яка проходить через приміщення громадського харчування; на мережі, яка проходить через виробничі та складські приміщення для прийняття, зберігання та підготовки товарів до продажу; у підсобних приміщеннях магазинів. Каналізаційні стояки транспортують воду від відвідних ліній в нижню частину будинку. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано – в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів). Не слід розміщувати стояки біля перегородок, що відокремлюють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, що виникає під час роботи санприладів. Для зменшення кількості стояків приймачі стічних вод розташовують компактними групами як у плані, так і в розрізі будинку по висоті. Стояки повинні мати один діаметр, не менший за найбільший діаметр відвідних труб. До одного каналізаційного стояка можуть бути приєднані поверхові відвідні труби двох суміжних



санвузлів на поверсі. Для ліквідації засмічень на стояках на висоті 1 м від підлоги на першому, останньому і не рідше, ніж через три поверхи, обов'язково встановлюють ревізії.

Під час прихованого прокладання каналізаційних стояків у місцях встановлення ревізій роблять люки розмірами не менш ніж 0,3×0,4м. Стояки під'єднують до збірних горизонтальних ділянок або випусків, використовуючи косий трійник і відвід 135°, два відводи 135° або видовжений відвід 90°, тобто ті фасонні частини, що забезпечують плавний перехід вертикального потоку рідини в горизонтальний. В основі стояк повинен мати жорстку опору.

Як правило, каналізаційні стояки мають витяжну частину, яка є продовженням стояка і виходить за межі даху будинку на 0,3–0,5 м в звичайних умовах і на 3 м, якщо дах експлуатується. Наявність витяжної частини забезпечує вентиляцію зовнішніх каналізаційних мереж і захищає гідрозатвори від відсмоктування води ("зрив гідрозатвору"). Витяжну частину каналізаційного стояка флюгаркою не накривають. Для зменшення кількості перетинів покрівлі будинку можуть влаштовувати одну спільну витяжну частину для декількох стояків (рис. 5.16).



**Рис. 5.16. Витяжна частина каналізаційних стояків;**

1 – каналізаційний стояк; 2 – витяжна частина;  
3 – вентиляційна шахта; 4 – збірний трубопровід

Віддаль по горизонталі від витяжної частини стояка до вікон чи балконів, що відкриваються, повинна бути не меншою, ніж 4 м.

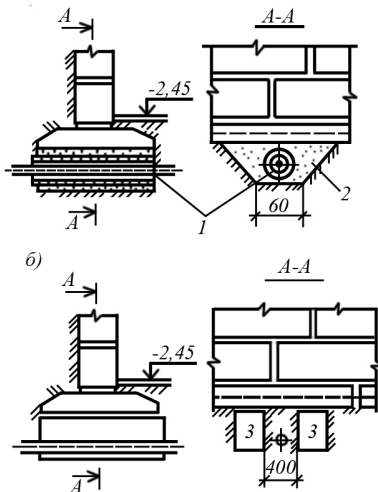
Дозволяється влаштування невентильованих каналізаційних стояків, які конструктивно відрізняються від звичайних тим, що не мають витяжної частини. Такі стояки можуть встановлюватись у сільських одноповерхових житлових будинках або в інших випадках за розрахунком та за умови, що в будинку є ще хоча б один вентиляційний стояк.

Невентильований каналізаційний стояк повинен закінчуватись прочисткою, що встановлюється в розтруб прямого відводу хрестовини або трійника найвище розташованого приладу.

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендується об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектується один випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в бік розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. Під час обґрунтування дозволяється проектувати один загальний торцевий випуск.

Мінімальну глибину випуску приймають на 0,3 м вище глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м до верху труби. Довжина випуску, що вимірюється від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя, повинна бути не більшою 6 м при діаметрі труби 50 мм і не більшою 8 м при 100 мм і більше.

У місцях перетину фундаментів будинку з випуском необхідно передбачати отвори у фундаменті (0,30,3 м для діаметрів 50–100 мм і 0,40,4 м для діаметрів 125–150 мм). Відстань від верху труби до верху



**Рис. 5.17. Перетин випусків з фундаментами:**

1 – футляр; 2 – бетон; 3 – фундаментні блоки

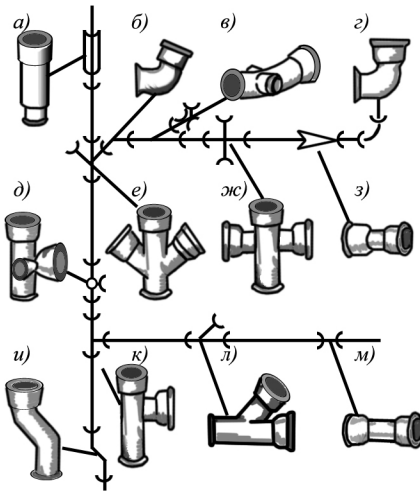
отвору повинна бути не меншою за 0,15 м. Після прокладання труб отвори замоноличують м'якою глиною з дрібним щебенем. За рівня підземних вод вище випуску в стіні підвалу необхідно закладати металеву гільзу із сальниковим набиванням.

Під час прокладання каналізаційних випусків нижче підлоги фундаменту влаштовують футляри з бетонних чи залізо-бетонних труб (рис. 5.17, а), або передбачають місцеве заглиблення фундаментів не менше, ніж на 0,1 м нижче основи труби (рис. 5.17, б).

Випуски необхідно під'єднувати до зовнішньої мережі “шелига в шелигу” або

з влаштуванням перепаду. Діаметр випуску визначають за розрахунком, але приймають не меншим за діаметр найбільшого із стояків, що приєднані до цього випуску.

Для мереж внутрішньої каналізації використовують чавунні, пластмасові, азбестоцементні, керамічні, бетонні та, в окремих випадках, скляні й сталеві труби. У житлових будинках використовують переважно чавунні й пластмасові труби. Чавунні каналізаційні труби діаметром 50, 100, 150 мм випускають довжиною 0,5–2,2 м. Для захисту труб від агресивної дії стічних вод їх поверхню покривають антикорозійним захистом. Чавунні труби з'єднують за допомогою розтрубів. Кільцевий простір розтрубу герметизують просмоленим пасмом і азбестоцементом або асфальтовою мастикою. Для герметизації стику можуть використовувати також розплавлену сірку з каоліном, гумові кільця або цемент. Під час монтажу каналізаційних мереж використовують різні фасонні частини (рис. 5.18).



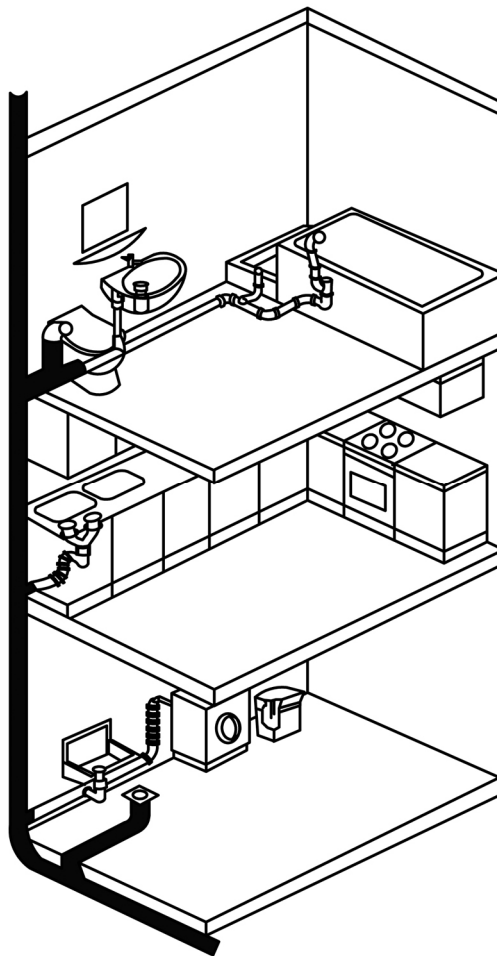
**Рис. 5.18. Фасонні каналізаційні частини:**  
*а* – компенсаційні прости патрубки; *б* – відводи; *г* – коліна; *в*, *д*, *ж*, *е* – хрестовини; *к*, *л* – трійники; *з* – патрубки перехідні; *и* – відступи; *м* – муфти

Пластмасові каналізаційні труби використовують у господарсько-побутових системах та виробничих будівлях для відводу агресивних стоків з температурою не вище 40–60°C. З'єднують труби за допомогою муфт або розтрубів і, крім того, стики можуть зварюватись або склеюватись. З'єднувальні пластмасові фасонні частини за конфігурацією і переліком подібні до чавунних.

---

---

Під час використання пластмасових труб каналізаційні стояки необхідно прокладати приховано, огорожувальні конструкції виконувати з матеріалів, що не горять. Лише в санвузлі житлового приміщення, підвалах та на горищі пластмасові каналізаційні трубопроводи дозволяється прокладати відкритим способом (рис. 5.19).



**Рис. 5.19.** Внутрішня каналізація з пластмасових труб

---

---

Керамічні каналізаційні, азбестоцементні, бетонні та залізобетонні труби переважно використовують для прокладання зовнішніх або внутрішніх виробничих мереж. Скляні труби використовують у внутрішній каналізації лише для транспортування агресивних стоків (наприклад, травильні розчини металообробки).

Сталеві (неоцинковані) труби можуть використовуватись для відводу стічних вод від питних фонтанчиків, умивальників та технологічного обладнання у виробничих приміщеннях.

#### ***5.4. МІСЦЕВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА ПЕРЕКАЧУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД***

Виробничі стічні води, які містять горючі рідини, багато завислих речовин, жири, масла, кислоти, луги та інші шкідливі речовини, що порушують нормальну роботу мережі та очисних споруд, а також стоки з цінними відходами виробництва повинні бути очищені до скидання в зовнішню мережу на місцевих локальних установках.

Залежно від мети очищення в будинку або біля нього передбачають влаштування таких місцевих локальних споруд: решіток; піскоуловлювачів; відстійників; жиरो-, бензо- та маслоуловлювачів; усереднювачів; нейтралізаційних установок; теплоуловлювачів; уловлювачів цінних речовин; установок обробки осаду та ін. За малої потужності локальні очисні споруди можуть бути заблоковані з основним технологічним обладнанням.

Під час проектування локальних каналізаційних споруд малої потужності для окремих будівель і споруд слід керуватися рекомендаціями та положеннями СНиП 2.04.03-85 та спеціальною літературою. Під час вибору схеми та споруд очищення невеликої кількості стічних вод (індивідуальна забудова, дачні ділянки, бази відпочинку тощо) за відсутності централізованої каналізації користуються, як правило, типовими рішеннями.

Для повного біологічного очищення невеликої кількості стічних вод використовують септики, фільтрувальні колодязі, траншеї, компактні установки та інші споруди.

Септик – це горизонтальний проточний резервуар, у який надходять неочищені стічні води з об'єктів каналізування. Експлуатується септик без очищення протягом чотирьох–шести місяців. Осад, який перегнів у септику, періодично один–два рази за рік вивозять на поля як органічне добриво. Проте септики мають низку істотних недоліків:

---

---

їх необхідно будувати досить великих розмірів, оскільки вони розраховані на дво-, тридобовий приплив стічних вод. Крім того, бульбашки газу, що виділяються в процесі анаеробного розкладу осаду, спливають у стічних водах і несуть на їхню поверхню легкі частинки мулу, з яких утворюється ущільнена товста кірка, що ускладнює експлуатацію септика. Для ліквідації повторного забруднення септик поділяють на камери поперечними перегородками, які мають вікна для переходу стічних вод з однієї камери в іншу. Повний розрахунковий об'єм септика, кількість та об'єм камер визначають залежно від добової витрати стічних вод, що надходять на очисну споруду. Септики будують зі збірного залізобетону або цегли, з люками з подвійними кришками. Септики розміщують на відстані 5–20 м від будівель залежно від добової витрати стічних вод.

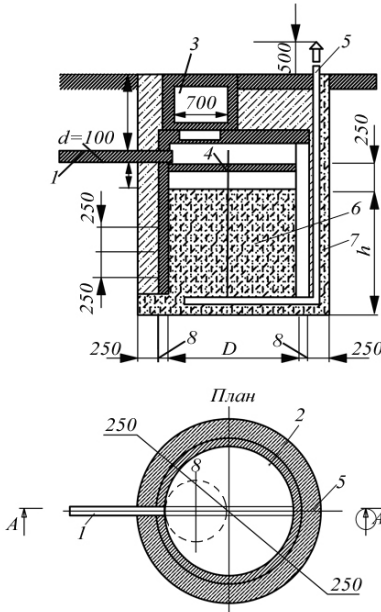
Фільтрувальні колодязі (рис. 5.20) застосовують за розрахункового притоку стічних вод до 1 м<sup>3</sup>/добу та наявності піщаних або супіщаних ґрунтів. Фільтрувальний колодязь – це шахта круглого або квадратного перерізу до 2,5 м завглибшки, діаметром до 2 м, перерізом до 2×2 м. Колодязь будують із залізобетону, цегли або бутового каменю. У його нижній частині роблять фільтр з гравію, щебеню, коксу або інших фільтрувальних матеріалів до 1 м завтовшки. Ззовні фільтрувальний колодязь обсипають таким самим фільтрувальним матеріалом, що й фільтр. Товщина шару обсіпання 20–25 см, що відповідає висоті фільтрувальної частини колодязя. На дні і стінках колодязя в межах фільтру роблять отвори. У залізобетонних колодязях отвори мають діаметр до 30 мм і розміщені по фільтрувальній поверхні в шаховому порядку через 250 мм. У стінках колодязів з цегли і бутового каменю залишають вертикальні шви до 2 см завширшки, які не заповнені цементним розчином.

Фільтрувальні колодязі, призначені для біологічного очищення стічних вод, будують за септиками і розміщують на відстані 8–10 м від житлових будинків. Розрахункова площа фільтрувальної поверхні колодязів залежить від навантаження стічних вод на 1 м<sup>2</sup>, а також від ґрунтів, у яких передбачається будівництво фільтрувальних колодязів. Навантаження на 1 м<sup>2</sup> фільтрувальної поверхні колодязя для піщаних ґрунтів беруть рівним 80 л/добу, а для супіщаних – 40 л/добу.

Фільтрувальні траншеї (рис. 5.22) – це траншеї прямокутної форми, заповнені фільтрувальним матеріалом 0,8–1,0 м завтовшки та обладнані мережею зрошувальних і дренажних труб. Зрошувальні труби укладають у шарі гравію або щебеню. На дні траншеї укладають труби дренажної мережі з похилом 0,005 у бік відведення фільтрату.

Фільтрувальні траншеї будують у ґрунтах з малою фільтрацією або зовсім нефільтрувальних ґрунтах (глина, суглинок).

Розміри фільтрувальних траншей залежать від витрат стічних вод та навантаження на зрошувальні труби. Навантаження на 1 м зрошувальних труб дорівнює 50–70 л/добу. Довжина фільтрувальних траншей має бути до 30 м, а ширина – не менш ніж 0,5 м.

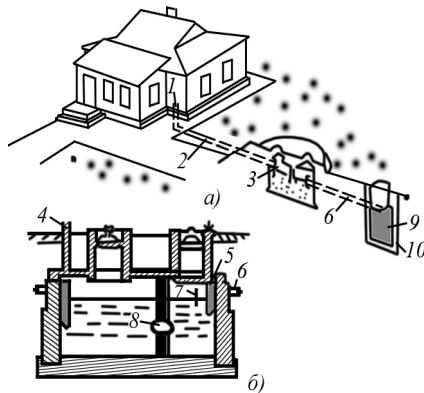


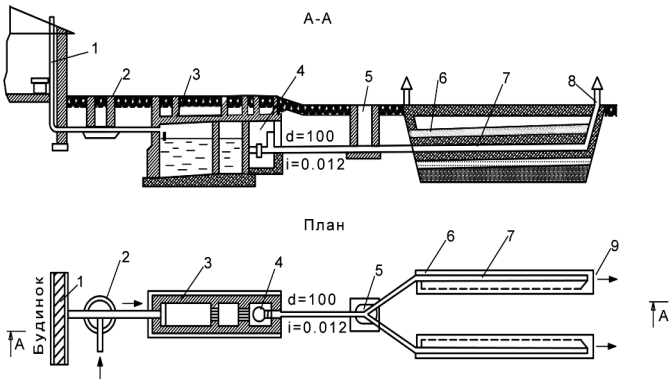
**Рис. 5.20. Фільтрувальний колодязь з круглих залізобетонних кілець:**

- 1 – випускна труба із септика;
- 2 – залізобетонні кільця;
- 3 – горловина;
- 4 – розподільний жолоб із зубчатим водозливом;
- 5 – вентиляційний стояк;
- 6 – фільтр; 7 – обсіпка;
- 8 – вентиляційний канал

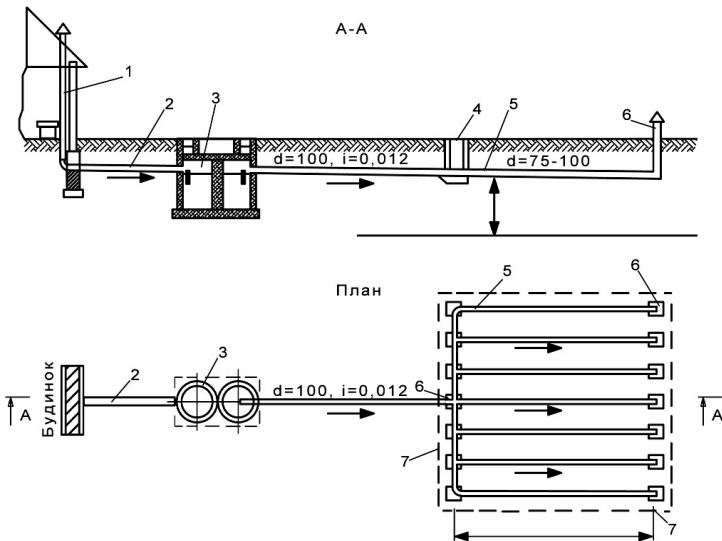
**Рис. 5.21. Очищення стічних вод у септиках і фільтрувальних колодязях:**

- а* – загальний вигляд;
- б* – двокамерний септик;
- 1 – каналізаційний стояк;
- 2 – випуск з будинку;
- 3 – септик; 4 – вентиляційний стояк; 5 – трійник;
- 6 – відвідний трубопровід;
- 7 – занурена дошка;
- 8 – перепускний отвір;
- 9 – фільтрувальне завантаження;
- 10 – фільтрувальний колодязь





**Рис. 5.22. Схема очисних споруд із фільтрувальними траншеями:**  
 1 – стояк; 2 – колодязь; 3 – септик; 4 – дозувальна камера; 5 – розподільчий колодязь, 6 – фільтрувальна траншея; 7 – зрошувальна мережа; 8 – вентиляційний стояк; 9 – дренажна мережа



**Рис. 5.23. Схема очисних споруд місцевої каналізації з ділянками підземної фільтрації:**  
 1 – стояк внутрішньої каналізації; 2 – випуск з будинку; 3 – септик; 4 – розподільчий колодязь; 5 – зрошувальні труби; 6 – вентиляційні труби; 7 – межа підземної фільтрації



---

---

Замість фільтрувальних траншей можуть використовуватись поля підземної фільтрації (рис. 5.23) – земельні ділянки, де на глибині 0,5–1,8 м вище від рівня ґрунтових вод укладено розподільчу та зрошувальну мережі з дренажних керамічних, азбестоцементних або пластмасових труб діаметром 75–100 мм. Ці поля розміщують на території з піщаними та супіщаними ґрунтами.

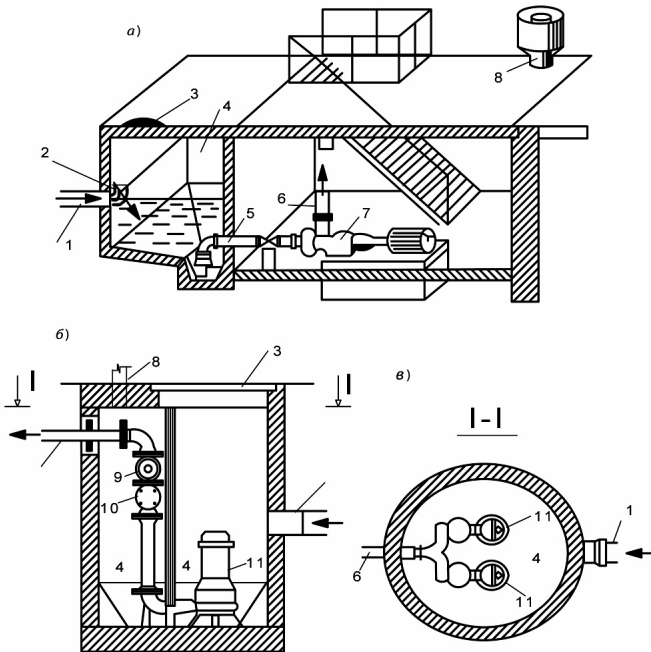
Зрошувальну мережу з керамічних труб укладають із щілинами між стиками труб 15–20 мм. Стики труб зверху перекривають накладками з водостійкого листового матеріалу (толю, руберойду тощо). Під час укладання зрошувальної мережі з азбестоцементних або пластмасових труб у них знизу вздовж роблять розрізи на відстані до 0,2 м один від одного, довжина розрізів дорівнює половині діаметра труби, ширина – 15 мм. Зрошувальні труби спочатку укладають на шар гравію, щебеню або шлаку 5 см завтовшки, а потім обсіпають. Товщина шару обсіпання – 17–20 см.

Відстань між паралельними зрошувальними трубами у пісках – 1,5–2,0 м, у супісках – 2,5 м. Труби укладають у піщаних ґрунтах з похилом 0,001–0,003, а в супіщаних – горизонтально. Загальну довжину зрошувальних труб визначають діленням середньодобової витрати стічних вод об'єкта каналізування на норму їх навантаження на 1 м. Довжина зрошувачів не має перевищувати 20 м. Величина навантаження труби залежить від типу ґрунтів, середньорічної температури повітря і глибини найвищого рівня ґрунтових вод. Її визначають при глибині рівня ґрунтових вод 2 м і середньорічній температурі повітря від 6, 1 до 11°C на 1 м дрени: для піску – 24 л/добу, для супісків – 12 л/добу. Очищені в септиках стічні води через дозувальний пристрій надходять у розподільчий колодязь та зрошувальну мережу.

У тих випадках, коли до зовнішніх каналізаційних мереж не можливо підключитися самопливом, стічні води направляють у збірні резервуари, звідки їх перекачують насосами або пневматичними пристроями в мережу. Такі збірні резервуари встановлюють зовні будинку і виконують з бетону, залізобетону та цегли з надійною гідроізоляцією. У виробничих приміщеннях дозволяється розташовувати збірні резервуари всередині приміщення, але лише у тих випадках, коли виробничі стічні води не виділяють шкідливих або вибухонебезпечних газів. Під час визначення об'єму резервуару враховують графіки притоку і відкачування стічних вод. Як правило, цей об'єм становить приблизно 5–10 % максимального годинного притоку стічних вод.

Для місцевого перекачування стічних вод найчастіше проєктують насосні установки з приймальним резервуаром (рис. 5.24, а) або

використовують спеціальні глибинні насоси, які розміщують безпосередньо в колодязях (рис. 5.24, б). Роботу таких насосних установок рекомендують проектувати з автоматизованим управлінням та системою сигналізації, що спрацьовує під час переповнення резервуару. Під час проектування таких насосних установок враховують загальні вимоги щодо проектування каналізаційних насосних станцій. Насосні установки повинні обов'язково мати приточно-витяжну вентиляцію. Насосні агрегати та трубопровідну арматуру розміщують таким чином, щоб забезпечити вільний доступ для монтажних робіт, обслуговування та ремонту.



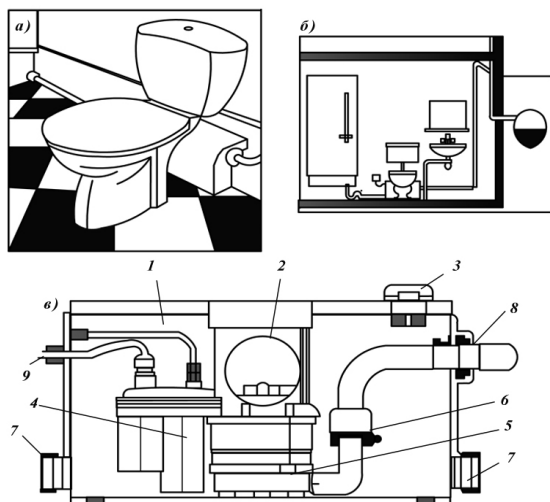
**Рис. 5.24. Місцеві установки для перекачування стоків:**

- 1 – труба подачі стоків; 2 – решітка; 3 – люк; 4 – приймальний резервуар;  
 5 – всмоктувальна труба; 6 – напірна труба; 7 – насос; 8 – витяжка; 9 – щит управління; 10 – трубопровід; 11 – глибинні насоси; 12 – металевий резервуар;  
 13 – поплавок; 14 – кришка; 15 – кран

Для перекачування невеликої кількості стічних вод інколи застосовують пневматичні установки, які перекачують стоки за допомогою стисненого повітря. У цих установках під час наповнення

резервуару поплавков вмикає систему подачі стисненого повітря, яке витісняє стоки в напірний трубопровід. Під час спорожнення резервуару поплавков опускається і вмикає подачу стисненого повітря. Такі установки можуть виготовлятися заводським способом.

Під час переобладнання приміщень, зокрема підвальних, – під офіси, магазини чи іншого призначення, досить часто виникає потреба встановити санвузол у тому місці, де відсутній каналізаційний стояк і не має змоги під'єднатися до вуличної (дворової) каналізації самопливом. Цю проблему можливо вирішити за рахунок встановлення місцевої компактної установки СОЛОЛІФТ фірми GRUNDFOS (рис. 5.25) для перекачування стічних вод.



**Рис.5.25. Компактна каналізаційна установка СОЛОЛІФТ фірми GRUNDFOS для перекачування стоків від санвузла:**

*а* – загальний вигляд; *б* – технологічна схема; *в* – схема установки в розрізі:  
 1 – корпус; 2 – з'єднання з унітазом; 3 – вентиляційний отвір; 4 – напірний патрубок; 5 – зворотний клапан (тарільчатого типу); 6 – насос з ріжучим елементам; 7 – додаткове з'єднання; 8 – реле напору; 9 – електрокабель

За розмірами ця установка не більша за зливний бачок унітаза і під'єднується безпосередньо до нього. При цьому відвід стоків від СОЛОЛІФТА до каналізаційної мережі здійснюється не трубою

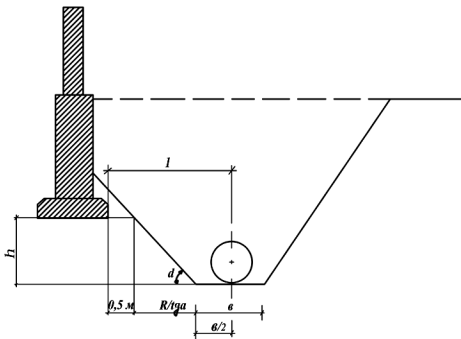
діаметром 100 мм як звичайно, а лише діаметром 25 мм. Насос з ріжучим пристроєм, що міститься в установці на вході, забезпечує подрібнення твердих і волокнистих складових. Установка потужністю 0,44 кВт потребує однофазного живлення напругою 230 В (50Гц), працює в автоматичному режимі з подачею до 4 м<sup>3</sup> дод та напором до 6,5 м<sup>3</sup>.

## 5.5. ДВОРОВІ ТА КВАРТАЛЬНІ МЕРЕЖІ

На території житлових кварталів і підприємств проектується система каналізаційних трубопроводів, через яку стоки з внутрішньої каналізації відводяться у вуличні мережі. Залежно від розташування трубопроводів на території населеного пункту чи підприємства ця система називається дворовою, квартальною або заводською мережею.

Дворова мережа обслуговує один або декілька будинків, квартальна – значно більшу групу будинків у межах кварталу, а заводська прокладається на території підприємства.

Дворові, квартальні та заводські мережі прокладають з керамічних, азбестоцементних, бетонних, залізобетонних і пластмасових труб. Металеві труби використовують лише за особливих умов (наприклад, просідні ґрунти). Трубопроводи каналізаційної мережі прокладають, як



**Рис. 5.26.** Схема визначення відстані між фундаментом будівлі та водовідвідним трубопроводом

правило, паралельно будинкам, об'єднуючи всі випуски внутрішніх каналізаційних мереж цих будинків. Відстань від стіни будинку приймається не менше 3,5–5,0 м, щоб під час проведення земляних робіт не пошкодити основу фундаменту будинку (рис. 5.26). Подальший відвід стічних вод здійснюється самопливом найкоротшим напрямком до

контрольного колодязя, а потім у вуличний колектор зовнішньої каналізації

населеного пункту. Для попередження від пошкодження каналізаційних мереж наземним автотранспортом, як правило, приймають міні-

---

---

мальне заглиблення труб дворової і квартальної мережі 0,7 м, а вуличних міських мереж – 1,5 м до верху труби.

Відстань у плані між трубопроводами і підземними частинами фундаментів будинків та іншими підземними спорудами приймається для напірних трубопроводів – не менш ніж 5 м, а для самопливних – 3 м. За відкритого способу прокладання трубопроводів ця відстань не повинна бути меншою, ніж визначена за такою формулою:

$$L = h/\operatorname{tga} + b/2 + 0,5, \quad (5.1)$$

де  $h$  – відстань по висоті між підшвою фундаменту та лотком труби;

$a$  – кут відкосу ґрунту (траншеї без кріплення);

$b$  – ширина траншеї, м.

Не слід прокладати мережі територією, де в подальшому передбачається забудова. Під час проектування та будівництва обов'язково ув'язують прокладання каналізаційних мереж з іншими підземними комунікаціями: до теплотрас – 1,0–1,5 м; до ліній електропередач до 35 кВ – 5 м; до ліній електропередач більше 35 кВ – 1 Ом; до дерев цінних порід – 2,0 м; до щогл та опор освітлення, зв'язку, контактної мережі – 1,5 м; до бортового каменя автодоріг – 1,5 м; до краю кювету – 1,0 м; до трамвайних та заводських колій – 1,5 м; до залізничних колій загальної  $I$  мережі – 4 м (до осі колій); до підшви насипу – не менше глибини траншеї.

Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та газопроводом за паралельного прокладання приймається залежно від тиску газу в гектарах: при низькому тиску до 5 кПа – 1,0 м; при середньому тиску до 0,3 мПа – 1,5 м; при високому тиску до 0,6 мПа – 2 м, теж саме до 1,2 мПа – 5 м.

Мінімальна відстань між водовідвідною мережею та водопроводом приймається:

- за паралельного прокладання на одному рівні та діаметрі водопроводу до 200 мм – не менша за 1,5 м, при більшому діаметрі – не менша за 3 м;

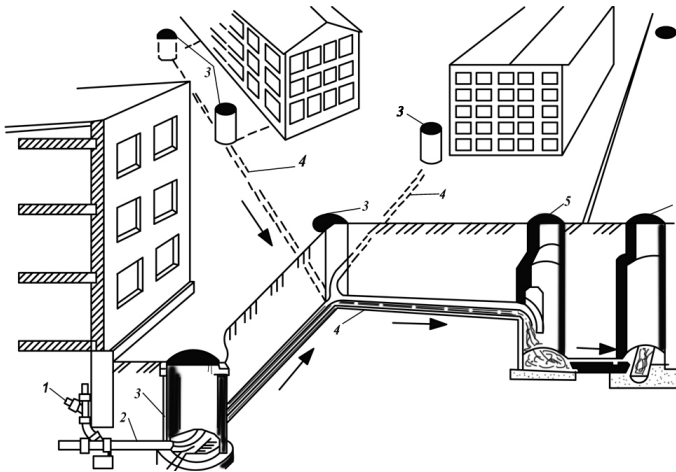
- під час прокладання мереж водовідведення вище від водопроводу на 0,5 м і більше – не менша за 5 м.

- під час перетину з водопроводом водовідвідна мережа прокладається нижче від водопроводу не менш ніж на 0,4 м, а у випадках коли водовідвідна мережа прокладається вище від водопроводу, то необхідно розміщати водопровід у футляр. Довжина захищеної

ділянки по обидва боки від перетину приймається: у водонепроникних ґрунтах (глинистих) – не меншою за 3 м, у фільтрувальних – 10 м.

Діаметр і уклон труб дворової та квартальної каналізації визначають за розрахунком, але приймають діаметри труб не менше 150 мм для господарсько-побутової каналізації і не менше 200 мм – для дощової та загальносплавної. На ділянках між колодезями прокладають труби одного діаметру з постійним уклоном без переломів. Труби різних діаметрів з'єднують у колодезях “шелига в шелигу”, тобто верх труб знаходиться на одному рівні. Початкова глибина закладання дворової мережі визначається глибиною випуску в колодезі.

Колодезі на мережах влаштовують у місцях приєднання випусків з будинків, приєднань бокових підключень, зміни діаметра і уклону труб, повороту лінії в плані та під час перепадів. Оглядові колодезі розташовують на прямих ділянках на віддалі один від одного не більше 35 м за діаметру труб 150 мм і 40–50 м – за діаметру труб більше 150 мм. Для контролю за складом стічних вод, що скидаються в міську каналізацію, в кінці дворової каналізації на відстані 1,0–1,5 м від червоної лінії забудови влаштовують контрольний колодезь. Досить часто в ньому роблять перепад, оскільки заглиблення вуличного колектора, як правило, значно більше, ніж дворових мереж (рис. 5.27).



**Рис. 5.27. Дворова каналізаційна мережа:**

- 1 – прочистка; 2 – випуск; 3 – дворовий колодезь; 4 – дворові мережі;  
5 – контрольний колодезь; 6 – колодезь вуличної мережі

## 5.6. РОЗРАХУНОК МЕРЕЖ ВНУТРІШНЬОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ

Розрахунок мереж внутрішньої каналізації зводиться до визначення діаметрів трубопроводів, уклонів труб і перевірки пропускної здатності труб. Правильно запроєктована мережа забезпечує нормальне водовідведення розрахункових витрат стічних вод.

Максимальні секундні витрати стічних вод  $q^s$ , л/с, на ділянках каналізаційних мереж у будинках і спорудах слід визначати:

- за загальних витрат холодної та гарячої води на відповідній ділянці водопровідної мережі  $q^{tot} \leq 8$  л/с за формулою

$$q^s = q^{tot} + q^s_0 ; \quad (5.2)$$

- в інших випадках, тобто при  $q^{tot} > 8$  л/с

$$q^s = q^{tot} , \quad (5.3)$$

де  $q^s_g$  – найбільші секундні витрати стічних вод від санітарних приладів (дод. 2, СНиП 2.04,01-85). Для санітарних приладів, що зустрічаються найчастіше, значення величини  $q^s_g$  такі: для умивальників – 0,15 л/с, для мийок – 0,6 л/с, для ванн – 0,8–1,1 л/с, для унітазів зі зливним бачком (краном) – 1,6 (1,1) л/с.

Пропускную здатність горизонтальних ділянок каналізаційних трубопроводів рекомендується визначати за таблицями для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж. Швидкість руху стічних вод в трубопроводах діаметром більше 150 мм приймають не менше 0,7 м/с. Наповнення  $A/c$  для трубопроводів 50–100 мм рекомендується приймати 0,3–0,5 м. Уклони трубопроводів приймають такими, щоб забезпечити швидкість руху води і наповнення труб у вказаних межах. При цьому уклон труб не може бути меншим, ніж 0,1 м і більшим 0,15 м (за виключенням коротких – до 1,5 м труб). За дуже малих уклонів зростає небезпека засмічення труб, а за великих – механічне руйнування труб за рахунок стирання внутрішньої поверхні.

Під час розрахунку мереж повинна виконуватись умова

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K , \quad (5.4)$$

де  $K = 0,5$  м – для трубопроводів із пластмаси та скла і  $0,6$  м – для трубопроводів з інших матеріалів.

У тих випадках, коли виконати умову (5.4) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, ділянки мережі є без-

розрахунковими; їх слід прокладати з уклоном 0,03 при діаметрах труб 40–50 мм і 0,02 – при діаметрі труб 85–100 мм.

У житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 85 або 100 мм, а від решти санітарних приладів 40 або 50 мм. Уклони приймають такими, як і для безрозрахункових ділянок, коли не виконується умова (5.4).

Діаметри вентиляваних каналізаційних стояків визначають за табл. 5.1 залежно від величини розрахункових витрат стічних вод і найбільшого діаметру поверхового відвідного трубопроводу. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднуються до цього стояка. Якщо у будинку є невентильовані стояки, то конструктивні розміри таких стояків та їх пропускну здатність слід визначати за табл. 5.2.

Таблиця 5.1

**Характеристика пропускної здатності вентиляваних каналізаційних стояків**

Діаметр поверхових відводів, мм	Кут приєднання поверхових відводів до стояка, град	Максимальна пропускна здатність вентиляваного каналізаційного стояка, л/с, за його діаметру, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3,2	8,5
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5



Таблиця 5.2

**Характеристика пропускної здатності невентильованих  
каналізаційних стояків**

Робоча висота стояка, м	Максимальна пропускна здатність не вентильованого каналізаційного стояка, л/с, за діаметру, мм		
	50	85	100
1	1,6	5,3	6,3
2	1,0	3,1	3,7
3	0,6	2,0	2,4
4	0,5	1,4	1,8
5	0,4	0,8	1,4
6	0,4	0,7	1,0
7	0,4	0,5	0,9
8	0,4	0,5	0,7
9	0,4	0,5	0,6
10	0,4	0,5	0,6
11	0,4	0,5	0,6
12	0,4	0,5	0,6
13 і більше	0,4	0,5	0,6

Гідравлічний розрахунок каналізаційних стояків, горизонтальних ділянок і випусків доцільно проводити в табличній формі (табл. 5.3 і 5.4).

Таблиця 5.3

**Розрахунок каналізаційних стояків**

Номер стояків	Розрахункові витрати, л/с			Діаметр поверхових відвідних труб, мм	Кут підключення до стояка	Діаметр стояка, мм	Пропускна здатність стояка, л/с
	$q^{\text{tot}}$	$q_0^s$	$q^s$				
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблиця 5.4

**Гідравлічний розрахунок каналізаційних випусків**

Номер ділянки	Довжина, м	Витрати стоків, $q^s$ , л/с	Діаметр, мм	h/d	Уклон, i	Швидкість, V, м/с	Перевірка $V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}}$	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9

---

---

У системах виробничої каналізації швидкість руху води та наповнення трубопроводів визначаються необхідністю забезпечення в трубопроводах самоочисної швидкості руху стічних вод.

### **5.7. ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЇ БУДИНКІВ ТА СПОРУД СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

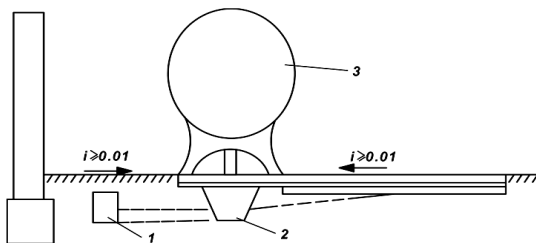
**Лікувальні заклади.** Трубопроводи каналізації в лікувальних закладах прокладають, як правило, приховано в стінах, монтажних шахтах, перекриттях будинку. Встановлювати відкриті лінії каналізації, прочистки та ревізії в приміщеннях медично-санітарного призначення (палати, перев'язочні тощо) не дозволяється. Під час проектування мереж водопроводу та каналізації передбачають заходи проти поширення шуму.

У водолікувальних кабінетах, як правило, влаштовують одну загальну каналізацію. Стоки від душових відводять через трапи, що встановлюються в підлозі або лотках мокрих приміщень. Трапи від душових грязелікувальних кабінетів мають спеціальну конструкцію (без гідрозатворів). Стічна вода з цих кабінетів подається в грязевідстійники і лише потім може бути скинута в міську каналізацію.

Стоки від інфекційних відділень відводять окремими мережами в збірні резервуари, де вони знезаражуються і лише після цього скидаються в загальну каналізаційну мережу.

**Комунальні підприємства.** Каналізація лазні складається з трубопроводів і лоткових мереж з необхідними прочистками і ревізіями. Розрахунок лотків і трубопроводів проводять за загальноприйнятими формулами або таблицями. Діаметри каналізаційних труб приймають рівними 50–100 мм. Трапи діаметром 100 мм встановлюють з розрахунку один на 3–4 душові сітки і на 8 місць у мильному або парильному відділенні, а 50 мм – якщо запроектовано один трап на дві суміжні кабінети або трапи призначені для відводу стоків від миття підлоги в тамбурах, роздягальнях та інших приміщеннях.

У лазнях на 100 відвідувачів і більше рекомендується встановлювати теплоуловлювачі, при цьому проектують роздільні системи побутової і технологічної каналізації. Після теплоуловлювачів вода направляється в мережу господарсько-побутової каналізації.



**Рис. 5.28. Схема відведення стічних вод від пральної машини:**

1 – збірний лоток; 2 – збірний приямок; 3 – пральна машина

Відвід стічних вод з пралень здійснюють за допомогою лотків, які закривають решітками або дірчастими плитами, і системою труб. Відвід стічних вод від пральних машин може здійснюватись або безпосередньо в каналізаційні трубопроводи і лотки, або в спеціальні приямки, які влаштовують під машинами (рис. 5.28). Воду з приямків відводять у збірний резервуар. У пральнях проектують роздільні мережі господарсько-фекальної і виробничої каналізації. На виробничій каналізації доцільно встановлювати теплоуловлювачі. Крім утилізації тепла від стічних вод, у пральнях з великою продуктивністю передбачають регенерацію лугу і мила та повторне використання відпрацьованих розчинів миючих засобів. Мильні розчини та розчини миючих речовин можуть бути скинуті в міську каналізацію за умови їх розбавлення не менш ніж 1:1 побутовими стоками.

*Будинки сільськогосподарського призначення.* Під час проектування каналізації будинків сільськогосподарського призначення слід передбачати роздільні системи водовідведення господарсько-побутових, дощових, виробничих стоків і гноївки. Якщо стоки та їхні осади після відповідного очищення та обробки відповідають меліоративним, агрономічним, ветеринарним, водоохоронним і санітарним вимогам, їх необхідно використати для зрошення та підживлення сільськогосподарських культур.

Значна кількість води витрачається в тваринницьких фермах на прибирання приміщень, змивання і видалення гною. Слід зазначити, що гідрозмив гною застосовують у свинарниках і на фермах у тих випадках, коли є можливість використовувати гноївку в якості добрив. Стічні води лотками і трубами подаються в гноєвідстійники, а потім на локальні очисні споруди. Стічні води з молочних пунктів скидають у господарсько-побутову каналізацію.

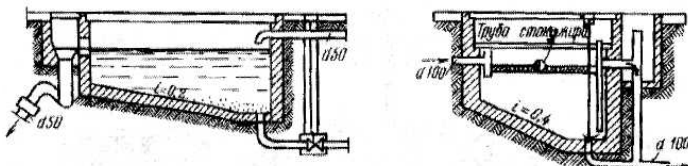
Технологія підготовки коренеплодів для годування тварин передбачає очищення від бруду та інших сторонніх предметів, миття і за необхідності подрібнення. Ці технологічні процеси виконують, як правило, на барабаних або шнекових установках заводського виготовлення. Стічні води від кормокухонь направляють на локальне очищення у відстійники.

На випусках стічних вод від проточних напувалок встановлюють уловлювачі для пуху та пір'я.

*Підприємства загального харчування.* Підприємства загального харчування обладнують окремими системами господарсько-побутової та виробничої каналізації. Стоки виробничої каналізації проходять очищення на локальних спорудах і лише потім їх скидають у зовнішні мережі. Стічні води від миття посуду, м'яса, риби пропускають через відстійник і жировловлювачі (рис. 5.29). Стічні води від миття овочів проходять через пісковловлювачі; від картопличесток – через крохмалеуловлювачі.

Виробничі приміщення підприємств загального харчування обладнують як звичайним, так і спеціальним технологічним та санітарно-технічним обладнанням (посудо- і овочемийні машини, картопличестки, спеціальні мийки для м'яса і риби та ін.).

Локальні очисні споруди можуть встановлюватись зовні будинку або бути вбудованими в технологічне обладнання. На невеликих підприємствах загального харчування, де кількість приладів, що мають виробниче призначення, не більше двох, дозволяється скидати виробничі стоки від цих приладів безпосередньо в мережу господарсько-побутової каналізації.



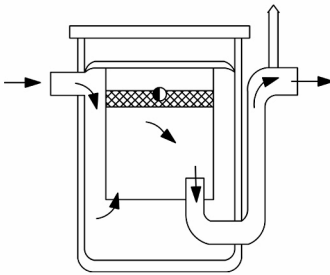
**Рис. 5.29. Локальні установки для очищення стічних вод:**

а – пісковловлювачі або відстійники; б – жировловлювачі

У всіх виробничих приміщеннях встановлюють трапи для збору і відведення стічних вод від миття підлоги. Діаметр відвідних ліній приймають не меншим найбільшого діаметра випуску приймачів стічних вод, апаратів і установок, що підключені до каналізації. Всі раковини і мийки для миття продуктів і посуду під'єднуються до каналізації через трапи або сифони з повітряним розривом 20–30 мм

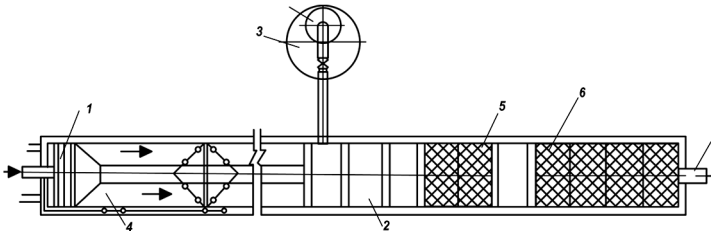
між ними. Прокладання внутрішніх каналізаційних мереж у торгових залах, залах харчування, складських приміщеннях, як правило, не дозволяється. Діаметри і уклони трубопроводів визначають за розрахунком.

*Підприємства обслуговування автомобілів.* На підприємствах обслуговування автомобілів проектують роздільні системи каналізації: господарсько-побутової, виробничої та дощової. Виробничі та дощові стічні води повинні проходити локальне очищення на місцевих очисних спорудах. Для очищення виробничих стічних вод частіше всього використовують відстійники і бензинонафтовловлювачі (рис. 5.30). Після очищення дозволяється скидати стоки в міську каналізаційну мережу, але доцільніше застосовувати зворотні схеми водопостачання. У цьому випадку виробничі стічні води додатково пропускають через фільтри (рис. 5.31).



**Рис. 5.30. Бензинонафтовловлювач**

Дощові води, що стікають з територій підприємств з обслуговування автомобілів, як правило, містять ті ж самі забруднення, що і виробничі стоки. Тому технологія очищення таких дощових вод не відрізняється від технології очищення виробничих стоків.



**Рис. 5.31. Очисні споруди для очищення стічних вод, що містять нафту:**  
 1 – розподільчий лоток; 2 – лоток для збору нафту; 3 – колодязь для нафту;  
 4 – відстійник; 5 – фільтри попереднього очищення; 6 – фільтри глибокого очищення; 7 – випуск (або подача на зворотне водопостачання)

---

---

*Об'єкти виробничого призначення.* Системи водовідведення виробничих будинків досить різноманітні і суттєво залежать від технології виробництва. Каналізація всередині будинків виробничого призначення застосовується для збору та видалення господарсько-побутових, виробничих і дощових вод. Мережа каналізації може бути єдиною для всіх стоків або, що частіше, роздільною.

Мережі господарсько-побутової каналізації промислових підприємств проектуються як і мережі житлових і громадських будинків. Під час проектування виробничої та дощової каналізації враховують можливість і необхідність утилізації цінних речовин, що знаходяться в стоках; можливість повторного використання води для технічного водопостачання; доцільність, можливість і необхідність скидання виробничих стоків у міську каналізацію.

Мережі виробничої каналізації залежно від складу та агресивності стічних вод можуть бути з керамічних, чавунних, пластмасових та інших труб, що не руйнуються під дією стоків. Проектуючи мережу, особливу увагу приділяють змішуванню різних виробничих стоків, оскільки в цьому випадку можуть суттєво змінюватись властивості стічних вод (швидке заростання труб, виділення токсичних і вибухонебезпечних газів та ін.).

Виробничі каналізаційні мережі розраховують за максимальними витратами. Пропускна здатність каналізаційних мереж перевіряють за СНиП 2.04.01-85. У кожному окремому випадку значення самоочисних швидкостей руху стічних вод, уклонів і наповнень у трубах повинно бути ретельно перевірено.

*Об'єкти будівництва.* Системи водовідведення об'єктів будівництва можуть бути тимчасовими або діючими постійно. Для зниження капітальних витрат на влаштування тимчасової каналізації необхідно передбачати будівництво і ввід в експлуатацію, в першу чергу, тих елементів водопроводу та каналізації, які потім будуть працювати в якості постійно діючих для цього об'єкта.

Вибір системи тимчасової каналізації залежить від об'єму будівництва і місці його розташування. При розрахунку об'ємів вигрібних ям враховують кількість очищень на рік і приймають середньорічну норму стічних вод із розрахунку 0,7 л/добу на одного працюючого. Для каналізування об'єктів будівництва приймають тимчасові стаціонарні або пересувні каналізаційні споруди. Найчастіше влаштовують люфт-клозети з водонепроникними вигрібами та дворові туалети з вигрібами. При об'ємі стічних вод від 2 м<sup>3</sup>/добу і більше

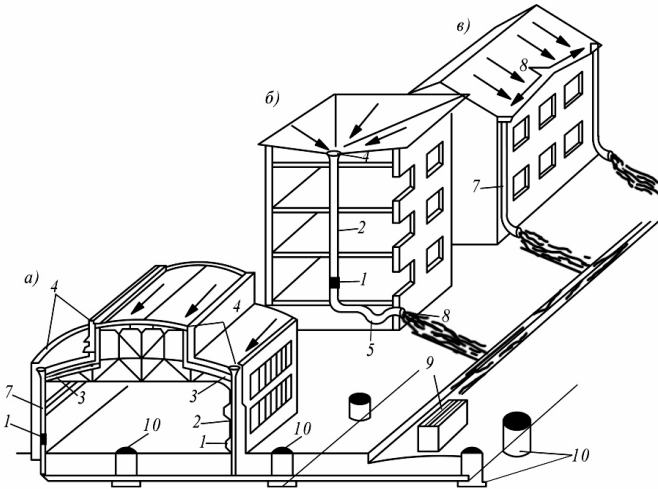
можуть застосовувати тимчасові очисні споруди (септики, фільтрувальні траншеї тощо).

### 5.8. ВОДОСТОКИ БУДИНКІВ

Відвід дощових і талих вод з даху будинку може бути неорганізованим з вільним скиданням води по звисах карнизу та організованим під час скидання води через зовнішні та внутрішні водостоки (рис. 5.32).

Зовнішні водостоки складаються з жолобів і водостічних труб. Труби і деталі до них виготовляють з оцинкованої сталі або пластмаси. Випуск зовнішніх водостічних труб повинен бути вище тротуару або вимощення на 0,2 м. Під час влаштування відкритих випусків слід передбачати заходи щодо запобігання розмиву поверхні ґрунту біля будинку.

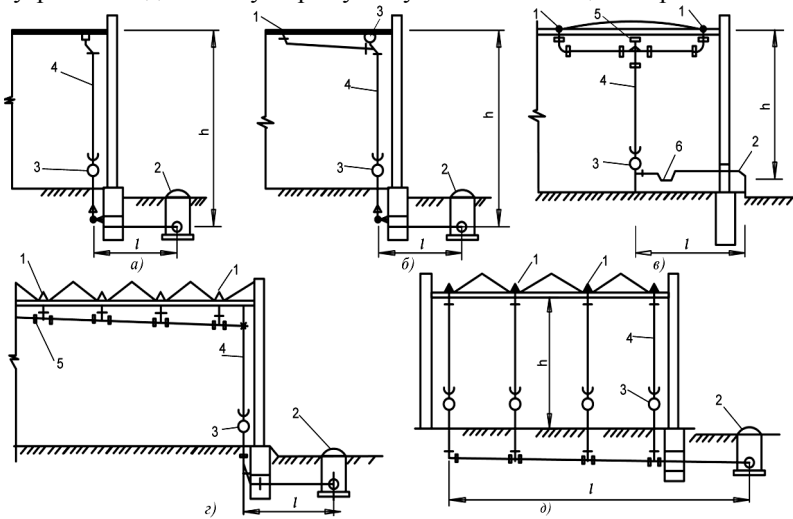
У зимові періоди зовнішні водостоки обмерзають і талі води відводяться з даху не повністю, що призводить до замокання та руйнування будівельних конструкцій. Зовнішні водостоки недовговічні й трудомісткі в ремонті.



**Рис. 5.32. Водостоки будинків:**

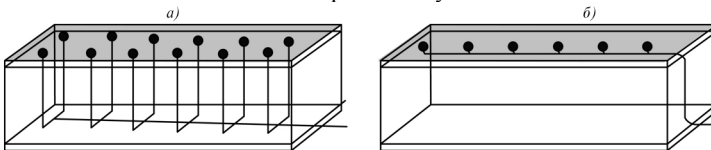
*a, б* – внутрішні; *в* – зовнішні; 1 – ревізії; 2 – стояк; 3 – відвідні труби;  
4 – воронка; 5 – гідрозатвір; 6 – відкритий випуск; 7 – водостічна труба;  
8 – жолоб; 9 – дощоприймач; 10 – оглядові колодязі

Надійніші в роботі внутрішні водостоки (рис. 5.32, 5.33), які складаються з таких основних елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та прочищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів). Вода з внутрішніх водостоків може відводитись на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дошової чи загальносплавної каналізації (закриті випуски). Відвід води з системи внутрішніх водостоків у мережу побутової каналізації забороняється.



**Рис. 5.33. Основні схеми внутрішніх водостоків:**

*a* – система з однією воронкою на стояку; *б* – система з однією воронкою на стояку та підвісним трубопроводом; *в* – система з двома воронками, які розташовані симетрично відносно стояка; *г* – система з декількома воронками і самопливним підвісним трубопроводом; *д* – система з декількома воронками і самопливним підпільним трубопроводом. 1 – водостічна воронка; 2 – колодязь на випуску; 3 – ревізія; 4 – водостічний стояк; 5 – прочистка; 6 – гідрозатвір; 7 – відкритий випуск

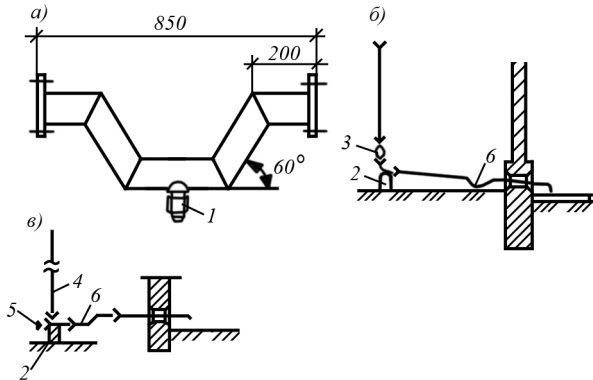


**Рис. 5.34. Об'ємні схеми розташування внутрішніх водостоків:**

*a* – з підпільним трубопроводом; *б* – з підвісним трубопроводом



На відкритих випусках водостоків для запобігання надходженню в зимовий період охолодженого повітря і промерзання водостоків встановлюють гідрозатвори, які під час експлуатації вимагають значно більшої уваги, ніж решта елементів системи. Гідрозатвори висотою 100 мм встановлюють у приміщеннях з температурою не нижче 5°C. Відкритий випуск у місці перетину із зовнішньою стіною повинен мати ізоляцію, отвір з внутрішнього та зовнішнього боків необхідно заштукатурити цементним розчином.



**Рис. 5.35. Влаштування відкритого випуску:**

*a* – загальний вигляд гідрозатвору; *б* – гідрозатвір на сталевому трубопроводі; *в* – гідрозатвір із фасонних частин (триїник, відступ): 1 – отвір із заглушкою; 2 – упор; 3 – ревізія; 4 – стояк; 5 – прочистка; 6 – гідрозатвір

Водостічні воронки (рис. 5.37) розташовують на даху з врахуванням рельєфу даху та водозбірної площі, що припадає на одну воронку. Ця площа визначається за розрахунком залежно від пропускної здатності воронки та розрахункових витрат дощових вод, які визначаються, л/с:

- для плоского даху

$$q_{pd} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} ; \quad (5.5)$$

- для похилого даху

$$q_{pd} = \frac{F \cdot q_5}{10000} , \quad (5.6)$$

де  $F$  – водозбірна площа, м<sup>2</sup>;

$q_{20}$  – інтенсивність дощу, л/с з 1 га, (для даної місцевості), тривалістю 20 хв. при періоді однократного перевищення розрахункової інтенсивності  $P$  рівному одному року;

$q_5$  – теж саме, тривалістю 5 хв –  $q_5 = 4^n q_{20}$ , тут  $n$  – кліматичний коефіцієнт ( $q_{20}$ ,  $n$  визначаються за СНиП 2.04.03-85).

Значення параметру  $q_{20}$  в межах України можливо визначити за рис. 5.36; значення кліматичного коефіцієнту  $n$  при  $P=1$  рік: для рівнинних областей України  $n=0,71$ , для східних –  $n=0,67$ , для Чорноморського узбережжя –  $n=0,62$ .

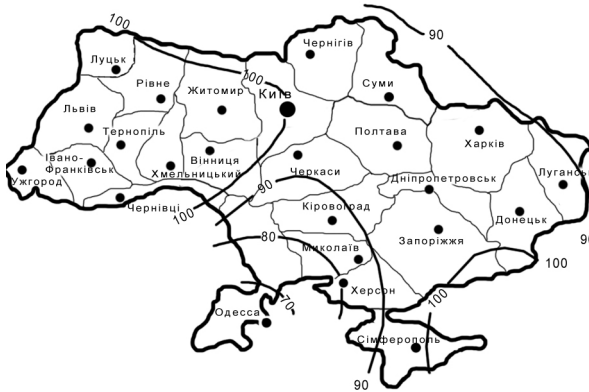


Рис. 5.36. Значення параметру  $q_{20}$  у межах України

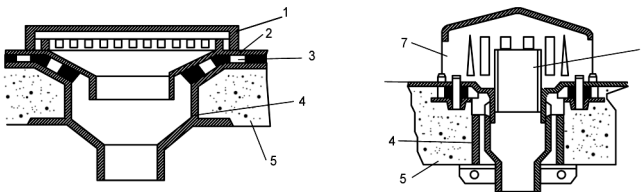


Рис. 5.37. Воронки:

$a$  – плоска;  $b$  – ковпакового типу: 1 – решітка; 2 – рама; 3 – гідроізоляція; 4 – корпус; 5 – перекриття; 6 – переливний патрубок; 7 – ковпак

Розрахункові витрати дощу з водозбірної площі, що припадають на одну водостічну воронку, не повинні перевищувати допустимих величин, які визначаються за паспортними даними прийнятого типу воронки або за відсутності цих даних можливо прийняти: для воронок діаметром 85; 100; 150 та 200 мм, відповідно 4,0; 9,6; 19,5 та 35 л/с. Розрахункові витрати дощових вод, які припадають на один

водостічний стояк діаметром 85; 100; 150 та 200 мм, не повинні перевищувати відповідно 10; 20; 50 та 80 л/с.

Діаметр стояка, до якого під'єднані один чи декілька підвісних трубопроводів, приймають не меншим за найбільший діаметр підвісного трубопроводу.

Систему відвідних трубопроводів розраховують, як правило, у самопливному режимі; пропускну здатність трубопроводів визначають з умови їх наповнення  $h/d = 0,8$ . Мінімальні уклони відвідних трубопроводів слід приймати рівними: для підвісних трубопроводів – 0,005; для підпільних – за розрахунком.

Максимальні (критичні) витрати, які пропускає водостічна система без підвищення рівня води над воронкою у напірному режимі, слід розраховувати за формулою:

$$q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \quad (5.7)$$

де  $q_{кр}$  – критичні витрати, л/с;

$H$  – напір, який має система, м;

$S_0$  – повний опір системи,  $мс^2/л^2$ .

Напір водостічної системи визначають за різницею геодезичних відміток воронки і осі випуску.

Повний опір системи визначають

$$S_0 = A \cdot l + A_M \sum \zeta, \quad (5.8)$$

де  $A$  – питомий опір тертю;

$l$  – довжина трубопроводу, м;

$A_M$  – питомий місцевий опір;

$\sum \zeta$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів у системі (включаючи вхід у воронку та вихід із неї, місцеві опори та випуск).

Таблиця 5.5

**Питомі опори тертю  $A$  ( $\times 10^{-4}$ ) для витрат, л/с**

Матеріал труб	Діаметр умовного проходу труб, мм				
	80	100	150	200	250
Чавунні	-	3,63	0,42	0,09	0,028
Азбестоцементні безнапірні	7,35	1,65	0,28	0,06	0,02
Пластмасові	6,62	1,11	0,23	0,05	—
Сталеві безшовні	11,7	2,67	0,45	0,09	0,026

Питомі місцеві опори тертю  $A_m$  приймають залежно від діаметра:

Таблиця 5.6

**Питомі місцеві опори тертю  $A_m$  ( $\times 10^{-4}$ ) у фасонних частинах для витрат, л/с**

d, мм	75	80	100	125	150	200
	26	20	8,3	3,4	1,65	0,52

Таблиця 5.7

**Коефіцієнти місцевих опорів  $\zeta$**

Назва місцевого опору	Значення коефіцієнта $\zeta$
Ворожа водостічна	1,54,6
Відвід чавунний 90°	0,65
Відвід чавунний 135	0,45
Відступ чавунний	1
Трійник прямий "на прохід"	0,25
Трійник прямий "на поворот"	0,9
Трійник косий "на поворот"	0,8
Хрестовина коса	1,2
Гідравлічний затвор сталевий	2
Гідравлічний затвор чавунний	1,5
Випуск (у колодязь, з воронки в трубу, відкритий)	1

Для трубопроводів з різними діаметрами на окремих ділянках значення  $S_0$  слід вирахувати для кожної ділянки, а потім їх додати.

Конструкція водостічної системи повинна забезпечувати пропуск розрахункових витрат води з водозбірної площі за мінімальних діаметрів труб, тобто повинна виконуватись умова

$$q_{рд} \leq q_{кр} \cdot \quad (5.9)$$

Водостічні воронки встановлюють з таким розрахунком, щоб максимальна віддаль між ними не перевищувала 48 м, їх слід встановлювати в конструкцію даху з влаштуванням герметичного з'єднання. Гідроізоляційний шар покрівлі випускають на фланець зливного патрубку, затискують зверху фланцем приймальної решітки і заливають бітумною мастикою.

---

---

У будинках відвідні трубопроводи від воронок рекомендується прокладати на горищах, технічних поверхах, підвалах. Не дозволено прокладати їх над обладнанням, що боїться потрапляння вологи. Стояки розташовують біля стін відкрито або в нішах. Замонолічування їх у блоки або панелі не дозволяється. У житлових будинках стояки внутрішніх водостоків рекомендується розташовувати на сходових клітинах біля стін нежилых кімнат.

Для очищення мережі внутрішніх водостоків так само, як і на мережі побутової каналізації, встановлюють ревізії та прочистки.

Мережі внутрішніх водостоків монтують з чавунних, бетонних, сталевих, азбестоцементних і пластмасових труб залежно від схеми розташування внутрішніх водостоків, висоти та призначення будинку. Для водостічних стояків і відвідних трубопроводів слід приймати труби, що витримують гідростатичний тиск під час засмічувань і переповнень. Сталеві труби з ізоляцією від корозії приймають у виробничих приміщеннях, де можлива вібрація, яка буде передаватись на водостоки. Для стояків використовують чавунні, азбестоцементні та пластмасові труби.

### **5.9. СМІТТЄВИДАЛЕННЯ**

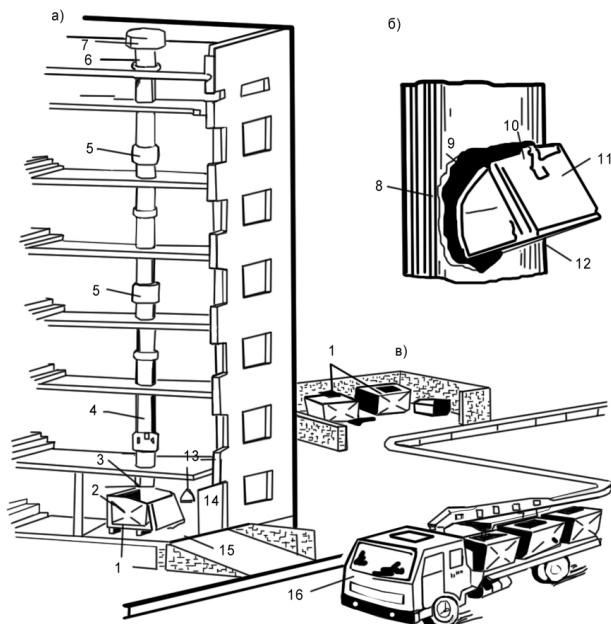
У побутовому смітті добре почувають себе різні збудники хвороб, воно приваблює мишей, пацюків і мух-переносників заразних хвороб. Для підтримання гігієнічних умов у будинках слід видаляти сміття, до складу якого входять папір, харчові відходи, шмаття, скло та інші органічні і неорганічні домішки. Кількість твердих відходів у житлових будинках в середньому на людину складає 1,5 л, в адміністративних – 0,3 л.

У житлових будинках висотою до п'яти поверхів сміття збирають у квартирах у спеціальні відра і виносять у дворові сміттезбірні контейнери або безпосередньо на спеціальні автомашини. Сміттезбірний майданчик з асфальтовим або бетонним покриттям розташовують на віддалі 15–100 м від дверей жилих будинків.

У багатоповерхових житлових будинках, гуртожитках, готелях влаштовують систему централізованого видалення сміття в камери, що розташовані в підвалах або на першому поверсі. Централізоване сміттевидалення в будинках буває трьох типів: сухе холодне, сухе гаряче (вогневе) і мокре.

Найпоширеніші сухі холодні сміттепроводи (рис. 5.38), які складаються з приймальних клапанів 5 та вертикального стовбура 4,

під яким розташована сміттєзбірна камера 14. Сміття, що потрапило в контейнер 1, вивозиться спеціальними автомобілями на звалище або на сміттєпереробний завод.



**Рис. 5.38. Видалення сміття:**

*а* – сміттєпровід; *б* – приймальний клапан сміттєпроводу; *в* – майданчик для контейнерів: 1 – контейнер; 2 – шибер; 3 – кріплення стовбура; 4 – стовбур; 5 – приймальний клапан; 6 – витяжна частина; 7 – дефлектор; 8, 9 – козирки; 10 – ручка; 11 – рухома коробка; 12 – горизонтальна вісь; 13 – раковина; 14 – камера для збору сміття; 15 – трап; 16 – спеціальний автотранспорт

Приймальні клапани (рис. 5.38, б) призначені для прийому сміття і скидання його в стовбур. Клапан за будь-якого положення ізолює стовбур сміттєпроводу від приміщення. Гумові прокладки між коробкою і корпусом зменшують шум і герметизують клапан. Віддаль від клапана до дверей квартири приймають до 25 м і до 50 м для службових приміщень. Висота встановлення від підлоги до низу клапана – 0,85–1 м. Вертикальний стовбур сміттєпроводу виконують з гладких безнапірних азбестоцементних труб діаметром 400–500 мм. Стовбур встановлюють на сходових клітинах у спеціальних шахтах.

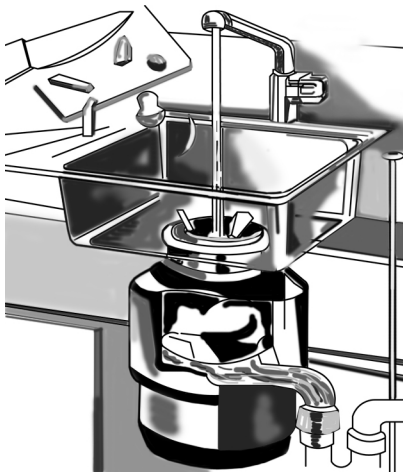
Нижня частина стовбура повинна мати жорстку опору. Стики труб повинні бути газонепроникними, вогнестійкими, гладкими. Число стиків повинно бути не більше, ніж один на поверх. Їх виконують у вигляді насувних муфт з цементуванням. Стовбур відокремлюється від будівельних конструкцій звукоізолювальними прокладками. Зовнішня поверхня азбестоцементних труб обов'язково фарбується.

Для вентиляції системи стовбур виводиться вище даху на 1 м. Витяжна частина стовбура закінчується дефлектором.

Сміттєзбірна камера повинна мати площу не менше 3 м<sup>2</sup> під час розташування на першому поверсі і не менше 4 м<sup>2</sup> – у підвалі. При цьому висота повинна бути не меншою 2,2 і 1,5 м відповідно. Огороджувальні конструкції камери повинні бути газонепроникними і виконані з негорючих матеріалів. Камера повинна мати окремий зовнішній вхід, бути обладнаною гарячим і холодним поливальними кранами, приточно-витяжною системою вентиляції. Сміття з камери повинно видалятись щоденно.

Гарячий (вогневий) сміттєпровід відрізняється від холодного тим, що сміття зі стовбура потрапляє в сміттєспалювальну камеру. Спалюють сміття один раз на добу і, як правило, в нічний час; решту часу система працює як холодний сухий сміттєпровід. Переваги таких сміттєпроводів в тому, що камера і стовбури добре дезінфікуються гарячими газами, а недоліки – потреба в паливі, наявність шлаку, забруднення повітря. Такі сміттєпроводи застосовуються досить рідко і лише в тих випадках, де це доцільно (наприклад, у лікувальних закладах, де вимагається знищення і дезінфекція різних відходів).

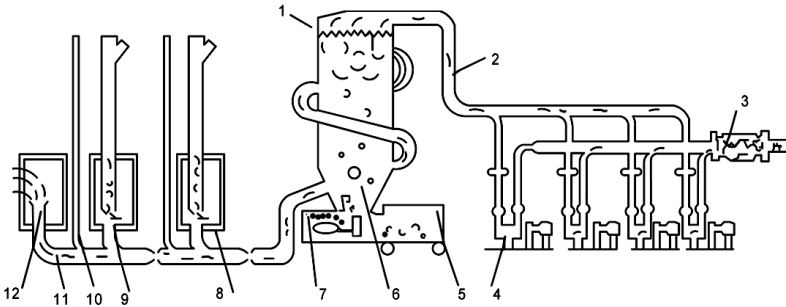
Ще рідше для видалення сміття використовують господарсько-побутову каналізацію. Для цього сміття подрібнюють спеціальними дробарками, які встановлюють на випусках мийок, розбавляють водою і скидають у каналізацію (мокре сміттєвидалення) (рис.5.39). Такі подрібнювачі побутових харчо-



**Рис. 5.39. Подрібнювач побутових харчових відходів**

вих відходів дозволяють утримувати кухні в чистоті без накопичення та зберігання відходів.

Прогресивнішим є централізовані системи сміттєвидалення, що обслуговують декілька будинків або цілі мікрорайони. Сміттєпроводи будинків об'єднують системою трубопроводів, яка транспортує відходи в центральний збірний пункт, де вони сортуються, ущільнюються і вивозяться на сміттєпереробні підприємства (рис. 5.40).



**Рис. 5.40. Пневмовакумна система видалення твердих побутових відходів:**

- 1 – фільтр для очищення повітря; 2 – трубопровід очищеного повітря;
- 3 – шумопоглинач; 4 – вакуум-турбіна; 5 – контейнер; 6 – бункер-циклон;
- 7 – ущільнювач; 8 – заслінка-кран; 9 – сміттєпровід; 10 – повітряний стояк для вакуумного прибирання приміщень; 11 – магістральний трубопровід;
- 12 – повітряний клапан

## ***5.10. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВНУТРІШНЬОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ***

Підтримання в належному стані санітарно-технічного обладнання та своєчасний ремонт внутрішніх каналізаційних мереж допомагає уникнути зайвих неприємностей та турбот (затоплення квартири, пошкодження штукатурки, підлоги, меблів, проникнення шкідливих газів з каналізації в квартиру та ін.). Перед прийняттям в експлуатацію проводять випробування систем внутрішньої каналізації методом проливу води шляхом одночасного відкриття 75% санітарних приладів, що підключені до ділянки, яка перевіряється. Система (окрема ділянка системи) є такою, що витримала випробування, якщо під час її огляду не виявлено протікання води через стінки трубопроводів і місця з'єднань. Випробування відвідних трубо-



---

---

проводів каналізації та випусків, що прокладені в землі чи підпільних каналах, повинні проводитись до їх закриття шляхом наповнення водою до рівня підлоги першого поверху.

Основне завдання експлуатації внутрішньої каналізації – попередження та усунення порушень роботи системи. До порушень роботи каналізації відносять: засмічення гідрозатворів і трубопроводів, пошкодження трубопроводів і санітарно-технічних приладів, витоки через зливні бачки, замерзання води в трубах, проникнення газів з каналізації в приміщення.

Засмічення гідрозатворів і трубопроводів усувають промиванням (гарячою водою або спеціальними розчинами), прокачуванням вантузами або прочищенням гнучкими валами, тросами, йоржами. При цьому використовувати металічні засоби для прочищення пластмасових труб заборонено. Засмічення в пластмасових каналізаційних трубопроводах усувають за допомогою поліетиленової труби діаметром до 25 мм, або жорстким гумовим шлангом. Для видалення забруднень з пляшкоподібного сифона знімають нижню кришку. Відвідні трубопроводи і стояки прочищаються через найближчі ревізії або прочистки. Випуски, як правило, прочищають через оглядові колодязі.

Проникнення газів у приміщення з системи каналізації здійснюється під час пошкодження каналізаційних труб, з'єднувальних частин, стиків, негерметичного кріплення кришок ревізій і корків у прочистках, а також за відсутності води в гідрозатворах. Оскільки каналізаційні гази токсичні і за певних концентрацій вибухонебезпечні, необхідно уважно слідкувати за запобіганням їх проникнення з каналізації в приміщення.

Водостоки перед введенням в експлуатацію випробовують шляхом наповнення їх водою до водоприймальної воронки (протягом 10 хв не повинно бути витоків води). Під час експлуатації воронки звертають увагу на герметичність їх кріплення. Восени і весною водостоки рекомендується прочищати зверху через воронку і знизу через ревізії. Ремонт гідроізоляції здійснюють за можливістю в теплу пору року.

Сміттєпроводи оглядають один–два рази на місяць. При цьому перевіряють герметичність закриття клапанів, дію вентиляції, наявність комах. Виявлені недоліки терміново усуваються. Наповнені контейнери повинні своєчасно, але не рідше одного разу на добу, замінюватись порожніми. Не допускається розсипати сміття по підлозі. Всі елементи сміттєпроводів повинні утримуватись у чистоті.

Нагляд за системами внутрішньої каналізації повинні здійснювати спеціалізовані бригади, що підвищить технічний рівень експлуатації і продовжить термін користування санітарно-технічними системами. Найчастіші характерні порушення роботи внутрішньої каналізації та способи їх усунення наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

**Характерні порушення роботи внутрішньої каналізації та способи їх усунення**

Характерні порушення роботи	Причина	Способи усунення
1	2	3
Засмічення санітарних приладів (вода повільно витікає з приладів)	Засмітився сифон або відвідний трубопровід	Прочистити сифон та відвідну трубу (промивання гарячою водою або спеціальними розчинами; прочищення через кришки сифону; із застосуванням гумової чи пластмасової вакуумної прочистки)
	Випуск або діаметр відвідної труби не відповідає приладу	Встановити відповідний випуск та відвідну трубу потрібного діаметру
	Відвідна труба пошкоджена або нещільно закріплена	Полагодити або замінити відвідну трубу, забезпечити герметичне з'єднання
Засмічення трубопроводів (вода повільно витікає з приладів)	Засмітився трубопровід (частіше всього в колінах, трійниках тощо)	Промити гарячою водою або спеціальними розчинами, прочистити гнучким тросом, а в пластмасових каналізаційних трубопроводах поліетиленовою трубою діаметром до 25 мм чи жорстким гумовим шлангом
Пошкодження санітарних приладів	Механічні пошкодження	Замінити прилад

Продовження табл. 5.5













1	2	3
Витоки води із зливних бачків в унітаз	Невідрегульовано положення поплавка	Відрегулювати положення клапану
	Наявність тріщин в поплавку	Замінити поплавок
	Негерметично посаджений клапан на прокладку	Забезпечити герметичність посадки клапану
Витоки води з трубопроводів	Нещільне розтрубне з'єднання	Забезпечити герметичність з'єднання
	Відсутня прокладка під кришкою ревізії	Встановити еластичну прокладку
	Тріщини в трубі	Встановити хомути, герметичний пластир або замінити трубу
Проникнення каналізаційних газів у приміщення	Не працює труба витяжної вентиляції	Прочистити витяжну частину труби з даху; якщо є льодовий корок, то розтопити його гарячою водою
	У водяних затворах сифонів, якими тривалий час не користувались, випарувалась вода	Перед від'їздом з квартири на тривалий час у всі сифони залити декілька крапель машинного масла

---

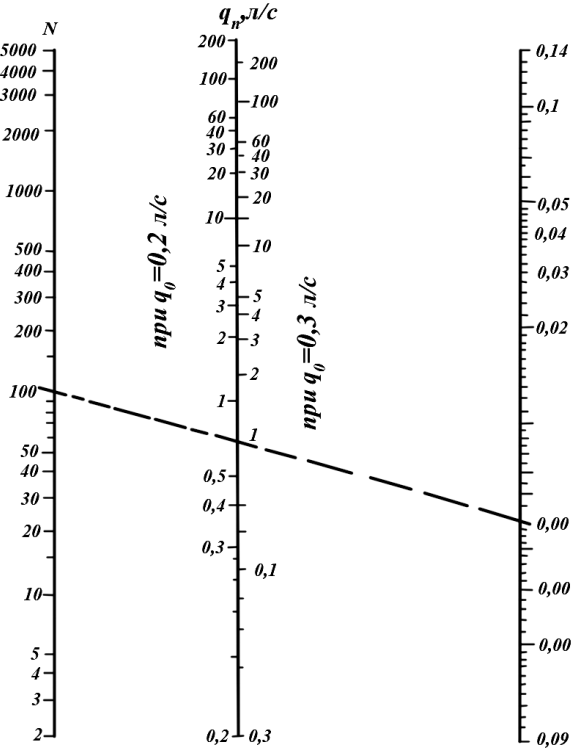
## **ДОДАТКИ**

**Умовні графічні позначення елементів санітарно-технічних систем  
(ДСТУ Б А.2.4-8-95, ГОСТ21.205-93)**

№	Найменування	Умовні позначення	
		На видах зверху і на планах	На видах спереду або збоку, на розрізах і схемах
1	2	3	4
1	Раковина		
2	Мийка		
3	Умивальник		
4	Ванна		
5	Піддон душовий		
6	Біде		
7	Унітаз		
8	Чаша підлогова		
9	Трап		
10	Воронка внутрішньої ринки		
11	Сітка душова		
12	Напрямок потоку рідини		
13	Насос відцентровий		
14	Ізольована ділянка трубопровода		
15	Трубопровід і трубі (футляр)		
16	Трубопровід у сальнику		

17	Сифон (гідрозатвір)		
18	Вставка амортизаційна		
19	Місце опору в трубопроводі (шайба дросельна, звужувальний пристрій витратомірний, діафрагма)		
20	Ревізія		
21	Клапан (вентиль) запірний: а) прохідний б) кутовий		
22	Клапан зворотний: а) прохідний б) кутовий		
23	Засувка		
24	Кран водозбірний		
25	Кран (клапан) пожежний		
26	Кран поливальний		
27	Змішувач: а) загальне позначення б) з душовою сіткою		
28	Водолічильник		

Нормограмма для визначення секундних витрат води  $q$  при  $q_0 = 0,3$  і  $0,2$  л/с та  $P < 0,15$



## АКТ

## Гідростатичного чи манометричного випробування на герметичність

(найменування системи)

змонтованої в \_\_\_\_\_

М. \_\_\_\_\_ “ ” \_\_\_\_\_

Комісія у складі представників:

замовника \_\_\_\_\_

(найменування організації, посада, прізвище та ініціали)

монтажної (будівельної) організації \_\_\_\_\_

(найменування організації, посада, прізвище та ініціали)

провела огляд і перевірку якості монтажу і склала справжній акт про таке:

1. Монтаж виконаний за проектом \_\_\_\_\_  
(назва проектної організації і номера креслень)2. Випробування проведено \_\_\_\_\_  
(гідростатичним чи манометричним методом)тиском \_\_\_\_\_ МПа ( \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>)

протягом \_\_\_\_\_ хв

3. Падіння тиску склало \_\_\_\_\_ МПа ( \_\_\_\_\_ кгс/см<sup>2</sup>)4. *Ознак розриву чи порушення міцності з'єднання котлів і водонагрівачів, краплин у зварних швах, різьбових з'єднаннях, опалювальних приладах, на поверхні труб, арматури і витіку води через водороздільну арматуру, мивні пристрої не виявлено (непотрібне закреслити).***Рішення комісії:***Монтаж зроблений відповідно до проектною документації, чинних технічних умов, стандартів, будівельних норм, правил виробництва і прийняття робіт.*

Система признається такою, що витримала випробування на герметичність.

Представник замовника \_\_\_\_\_ (підпис)

Представник генерального підрядника \_\_\_\_\_ (підпис)

Представник монтажної  
(будівельної) організації \_\_\_\_\_ (підпис)



### Норми витрат теплоти споживання газу

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норми витрат теплоти, МДж
<b>1. Житлові будинки</b>		
За наявності в квартирі газової плити і централізованого гарячого водопостачання під час газопостачання: природним газом ЗВГ За наявності в квартирі газової плити і газового водонагрівача (за відсутності централізованого гарячого водопостачання) при газопостачанні: природним газом ЗВГ За наявності в квартирі газової плити і відсутності централізованого гарячого водопостачання та газового водонагрівача при газопостачанні: природним газом ЗВГ	На одну людину в рік	2800
	Те саме	2540
	-	8000
	-	7300
<b>2. Лікувальні заклади, будинки громадського харчування та комунального призначення, хлібокомбінати</b>		
<b>Фабрики-пральні:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на прання білизни в механізованих пральнях;</li> <li>• на прання білизни в немеханізованих пральнях із сушилними шафами;</li> <li>• на прання білизни в механізованих пральнях, включаючи сушіння і прасування</li> </ul> Лазні: миття без ванн <ul style="list-style-type: none"> <li>• миття з ванними</li> <li>• їдальні, ресторани, кафе на приготування обідів (незалежно від пропускну здатності)</li> </ul> <b>Лікарні, пологові будинки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на приготування їжі</li> <li>• на приготування гарячої води для господарсько-побутових потреб і лікувальних процедур (без прання білизни)</li> </ul> Хлібозаводи, комбінати, пекарні		88001
	На 1 т сухої білизни	26001
	На 1 миття	8800
	На 1 обід	40
	На 1 ліжко в рік	50
	На 1 ліжко в рік	4,2
	На 1 т виробів	3200
	На 1 т виробів	9200
	На 1 т виробів	2500–7750

**Примітка 1.** Норми витрат теплоти на житлові будинки враховують витрату теплоти на прання білизни в домашніх умовах.

**Примітка 2.** Під час застосування газу для лабораторних потреб шкіл, ВНЗ, технікумів та інших спеціальних навчальних закладів норму витрат теплоти необхідно приймати із розрахунку 50 МДж у рік на одного учня.

**Примітка 3.** Норми витрат теплоти не враховують витрати на опалення.

**Значення коефіцієнтів годинного максимуму витрат газу (без опалення),  $K_{max}^g$**

Найменування споживачів газу	Коефіцієнт годинного максимуму витрат газу (без опалення), $K_{max}^g$
Населення – кількість жителів, що забезпечується газом, тис.	
1	1/1800
2	1/2000
3	1/2050
5	1/2100
10	1/2200
20	1/2300
30	1/2400
40	1/2500
50	1/2600
100	1/2800
300	1/3000
500	1/3300
750	1/3500
1000	1/3700
2000 і більше	1/4700
Підприємства:	1/ 2700
• лазні;	
• пральні;	1/ 2900
• їдальні, ресторани, кафе тощо;	1/2000
• хлібозаводи, хлібокомбінати, пекарні	1/6000
<p><b>Примітки. 1.</b> Для відособлених житлових районів, окремих вулиць, груп житлових будинків за кількості жителів до 0,5 тисяч осіб розрахункову годинну витрату газу слід визначати за сумою номінальних витрат газовими приладами з урахуванням коефіцієнта одночасності їхньої дії (додаток) за формулою (3). Для лазень і пралень коефіцієнти годинного максимуму витрат газу наведені з урахуванням витрат газу на потреби опалення та вентиляції</p>	

## Основні технічні характеристики насосів

Марка насоса	Подача, л/с	Повний напір, м	Число обертів, хв	Потужність електро- двигуна	К.к.д. насоса, %, не більше	Діаметр робочого колеса, мм	Маса агрегата
Насоси відцентрові типу К і КМ (горизонтальні, одноступінчасті, консольні)							
К 8/18	1,7–3,9	20,3–14	2850	1,5	53	128	79
КМ 8/18	1,7–3,9	20,3–14	2850	1,5	53	128	50,5
К 8/18 а	1,4–3,8	16–11,2	2850	1,5	50	115	79
КМ 8/18 а	1,4–3,8	16–11,2	2850	1,5	50	115	50,5
К 8/18 б	1,2–3,6	12,8–8,8	2850	1,1	45	105	75
КМ 8/18б	1,2–3,6	12,8–8,8	2850	1,1	45	105	50,
Насоси відцентровані типу ЦНШ (горизонтальні, одноступінчасті, консольні для перекачування води з температурою до 80 <sup>0</sup> С)							
ЦНШ-40	1,9–3,3	6–4	1360	0,8	-	-	62
Електронасоси циркуляційні малощумні типу ЦВЦ (для перекачування води з температурою до 100 <sup>0</sup> С)							
ЦВЦ 2,5-2	0,7	2	3000	0,11	17	52	8
ЦВЦ 4-2,8	1,1	2,8	3000	0,18	20	57	10
ЦВЦ 6,3-3,5	1,75	3,5	3000	0,24	25	67	12
ЦВЦ 10-4,7	2,8	4,7	3000	0,425	36	74	34
Насоси відцентрові діагональні типу ЦНПС (для циркуляції води з температурою до 90 <sup>0</sup> С при тиску до 0,5 МПа)							
ЦНПС-10	0,56–4,45	2,5–0,5	1450	0,27	-	105	35
ЦНПС-20	0,56–6,1	2,4–1,1	1450	0,27	-	105	39

## Параметри зовнішнього повітря для міст України [14]

Назва міста	T <sub>хд</sub>	T <sub>хп</sub>	T <sub>рхп</sub>	K <sub>оп</sub>	T <sub>з</sub>	Параметри зовнішнього повітря холодної пори року для категорії			
						А		Б	
						T <sub>г</sub> , °С	Ш <sub>в</sub>	T <sub>г</sub> , °С	Ш <sub>в</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бердянськ	-22	-19	168	3024	II	-7	5	-19	5
Вінниця	-26	-21	189	3610	I	-10	7Д	-21	5.2
Джанкой	-21	-17	160	2640	III	-5	6.3	-17	6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дніпропетровськ	-26	-23	175	3325	II	-9	7	-23	5,7
Донецьк	-27	-23	183	3623	I	-10	6,2	-23	6,2
Євпаторія	-20	-16	149	2324	IV	3	7,1	-16	7,1
Житомир	-25	-22	192	3610	I	-9	5,4	-22	5,4
Запоріжжя	-25	-22	174	3202	II	-8	7,8	-22	7,1
Івано-Франківськ	-24	-20	184	3330	II	-9	5,8	-20	5,8
Ізмаїл	-17	-14	165	2805	III	-5	9	-14	7
Керч	-19	-15	144	2174	IV	-4	10,2	-15	9
Київ	-26	-22	187	3572	I	-10	5,3	-22	4,2
Кіровоград	-26	-22	185	3515	I	-9	6,7	-22	5,7
Конотоп	-28	-24	195	3920	I	-11	5	-24	4,3
Луганськ	-29	-25	180	3528	I	-10	6,7	-25	5,2
Луцьк	-24	-20	187	3403	II	-8	6,3	-20	6,3
Львів	-23	-19	191	3476	II	-9	7,1	-19	5,1
Маріуполь	-27	-23	168	3259	II	-9	12	-23	8
Миколаїв	-23	-20	165	2904	III	-7	11	-20	10
Одеса	-21	-18	165	2805	III	-6	12	-18	11
Полтава	-27	-23	187	3721	I	-11	6,8	-23	6,2
Рівне	-25	-21	191	3534	I	-9	6,8	-21	5,1
Севастополь	-14	-11	140	2016	IV	0	10,2	-11	9
Сімферополь	-20	-16	158	2544	III	-4	3,2	-16	8
Суми	-28	-24	195	^3998	I	-12	5,9	-24	5,9
Тернопіль	-24	-21	190	3515	I	-9	7,1	-21	5,1
Ужгород	-22	-18	162	2657	III	-6	6	-18	4,3
Феодосія	-19	-15	144	2174	IV	-2	6	-15	6
Харків	-28	-23	189	3799	I	-11	6,7	-23	6,1
Херсон	-23	-19	167	2906	III	-7	9,9	-19	8
Хмельницький	-25	-21	191	3553	I	-9	5,7	-21	5,7
Черкаси	-26	-22	189	3591	I	-9	6	-22	6
Чернівці	-24	-20	179	3258	II	-9	5,4	-20	5,4
Чернігів	-27	-23	191	3763	I	-10	4,2	-23	3,8
Ялта	-8	-6	126	1613	IV	1	9	-6	8,7

**Примітки:**  $T_{х0}$  – температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92, °C;

$T_{хп}$  – температура найбільш холодної п'ятиденки;

$T_{рхп}$  – тривалість холодного періоду з температурою повітря  $d^{>8^{\circ}C}$ , діб;

$K_{оп}$  – кількість градусо-діб опалювального періоду, г-д;

$T_3$  – температурна зона;

$Ш_е$  – швидкість вітру, м/с



**Рис 1. Зони вологості території України:**  
1 – нормальної вологості; 2 – суха



**Рис 2. Температурні зони території України**  
I зона – 3501 градусо-днів та більше; II зона – від 3001 до 3500 градусо-днів; III зона – від 2501 до 3000 градусо-днів; IV зона – 2500 градусо-днів та менше

**Нормований опір теплопередачі огорожувальних конструкцій для житлових і громадських будинків ( $t_b=18\text{ }^\circ\text{C}$ )<sup>1</sup> [33]**

Найменування огорожувальних конструкцій	Нормований опір теплопередачі $R''$ , $\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ огорожувальної конструкції в температурних зонах			
	I	II	III	IV
<b>А. Нове будівництво</b>				
1. Стіни панельні, монолітні та об'ємоблочні з утеплювачем: • із полімерних матеріалів	2,5	2,4	2,2	2,0
• із мінеральної вати або інших подібних матеріалів	2,2	2,1	1,9	1,8
2. Стіни блочні: • із ніздрюватого бетону	2,0	1,9	1,7	1,5
• із бетону з пористим заповнювачем	1,8		1,5	1,3
3. Стіни цегляні, з керамічних каменів і дрібних блоків: • повнотілі з утеплювачем	2,2	2,1	1,9	1,7
• багатошарові	1,8	1,7	1,5	1,3
4. Покрівлі та перекриття горищ	2,7	2,5	2,4	2,0
5. Перекриття над проїздами та холодними підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0
6. Перекриття над неопалюваними підвалами: • із світловими отворами у стінах	2,5	2,4	2,2	2,0
• без світлових отворів у стінах	2,3	2,2	2,0	1,8
7. Вікна та балконні двері	0,5	0,42	0,42	0,39
<b>Б. Реконструкція та капітальний ремонт</b>				
1. Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2. Покрівлі та перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3. Перекриття над проїздами та підвалами	Як для нового будівництва			
4. Вікна та балконні двері	Як для нового будівництва			

**Примітки:** 1. Нормовані опори теплопередачі огорожувальної конструкції запроваджені Мінбудархітектури України, наказ № 247 від 27.12.1993 р.

2. Якщо розрахункова температура внутрішнього повітря не дорівнює 18 °С, то нормований опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою

$$R'' = (0,1 + 0,05t_b)R''$$

3. Нормований опір теплопередачі дверей (крім балконних) та воріт дорівнює 0,6 R<sup>н</sup> стін, в яких вони розташовані.

Додаток 10

### Вологісний режим приміщень [39]

Вологісний режим приміщень	Вологість внутрішнього повітря, %		
	до 12 °С	12–24 °С	понад 24 °С
Сухий	до 60	до 50	до 40
Нормальний	60–75	50–60	40–50
Вологий	понад 75	60–75	50–60
Мокрий	-	понад 75	Понад 60

Додаток 11

### Умови експлуатації огорожувальних конструкцій [39]

Вологісний режим приміщень (дод. 17)	Умови експлуатації А і Б у зонах вологості (рис. 1 з додатка )		
	суха	нормальна	волога
Сухий	А	А	Б
Нормальний	А	Б	Б
Вологий або мокрий	Б	Б	Б

**Коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів [39]**

Матеріал, конструкція	Густина матеріалу в сухому стані $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності (при умовах експлуатації з додатка) $\lambda$ , Вт/(м·°С)	
		А	Б
1	2	3	4
1. Залізобетон	2500	1,92	2,04
2. Бетон на гравію або щебеню з природного каменю	2400	1.74	1.86
3. Туфобетон	1800	0,87	0,99
4. "-	1200	0.41	0.47
5. Пемзобетон	1600	0,62	0,68
6. "-	800	0,22	0,26
7. Керамзитобетон на керамзитовому піску і керамзитопінобетоні	1800	0.80	0.92
8. "-	500	0.17	0.23
9. Керамзитобетон на кварцовому піску з поризацією	1200	0,52	0,58
10. "-	800	0,29	0,35
11. Керамзитобетон на перлітовому піску	1000	0,35	0,41
12. "-	800	0,29	0.35
13. Перлітобетон	1200	0,44	0,50
14. "-	600	0,19	0,23
15. Шлакопемзобетон	1800	0,63	0,76
16. "-	1000	0,31	0,37
17. Газо- і пінобетон, газо- і піносилікат	1000	0,41	0,47
18. "-	300	0,11	0,13
19. Газо- і пінозолобетон	1200	0.52	0.58
20. "-	800	Г1,35	0,41
21. Цементно-піщаний розчин	1800	0,76	0,93
22. Складний розчин (пісок, вапно, цемент)	1700	0,70	0.87
23. Вапняно-піщаний розчин	1600	0,70	0,81
24. Плити з гіпсу	1200	0,41	0,47
25. "-	1000	0,29	0,35
26. Листи з гіпсу обшивні (сухий тиньк)	800	0,19	0,21



1	2	3	4
29. Кладка з суцільної трепельної цегли на цементно-піщаному розчині	1200	0,47	0,52
30. Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	1500	0,64	0,70
31. Облицювання гранітом, гнейсом, базальтом	2800	3,49	3,49
32. Облицювання мармуром	2800	2,91	2,91
33. Облицювання вапняком	2000	1,16	1,28
34. "-	1400	0,56	0,58
35. Облицювання туфом	2000	0,93	1,05
36. "-	1000	0,24	0,29
37. Сосна поперек волокон	500	0,14	0,18
38. Сосна вздовж волокон	500	0,29	0,35
39. Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23
40. Дуб уздовж волокон	700	0,35	0,41
41. Фанера клесна	600	0,15	0,18
42. Картон лицовальний	1000	0,21	0,23
43. Плити деревно-волокнисті і деревно-стружкові	1000	0,23	0,29
44. "-	200	0,07	0,08
45. Плити фібролітові на портландцементі	800	0,24	0,30
46. "-	300	0,11	0,14
47. Клоччя	150	0,06	0,07
48. Мати мінераловатні прошивні на синтетичному сполучнику	125	0,064	0,07
49. "-	50	0,052	0,06
50. Плити м'які, напівжорсткі і жорсткі мінераловатні на синтетичному і бітумному сполучниках	350	0,09	0,11
51. "-	50	0,052	0,06
52. Пінополістирол	150	0,052	0,06
53. "-	40	0,041	0,05
54. Пінопласт	125	0,06	0,064
55. "-	100	0,05	0,052
56. Пінополіуретан	80	0,05	0,05
57. "-	40	0,04	0,04
58. Гравій керамзитовий	800	0,21	0,23
59. "-	200	0,11	0,12
60. Пісок для будівельних робіт	1600	0,47	0,58
61. Піноскло або газоскло	400	0,12	0,14
62. "-	200	0,08	0,09
63. Листи азбоцементні плоскі	1800	0,47	0,52
64. "-	1600	0,35	0,41
65. Бітум нафтовий будівельний і покрівельний	1400	0,27	0,27

1	2	3	4
66. "-	1000	0,17	0,17
67. Асфальтобетон	2100	1,05	1,05
68. Руберойд	600	0,17	0,17
69. Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий	1800	0,38	0,38
70. "-	1600	0,33	0,33

Додаток 13

### Опір теплопередачі вікон, балконних дверей та ліхтарів [33]

Заповнення світлового прорізу	Наведений опір теплопередачі, $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$
1. Одинарне засклення у дерев'яній рамі	ОД 8
2. Одинарне засклення у металевій рам	0,15
3. Подвійне засклення у дерев'яній спареній рамі	0,39
4. Подвійне засклення у дерев'яних окремих рамах	0,42
5. Подвійне засклення у металевих окремих рамах	0,34
6. Подвійне засклення вітрин у металевих окремих рамах	0,31
7. Потрійне засклення у дерев'яних окремо спарених рамах	0,55
8. Потрійне засклення вітрин у металевих окремих рамах	0,46
9. Блоки скляні порожнисті розмірами 194×194×98 мм при ширині швів 6 мм	0,31
10. Блоки скляні порожнисті розмірами 244×244×98 мм при ширині швів 6 мм	0,33
11. Профільне скло швелерного перерізу	0,16
12. Профільне скло коробчатого перерізу	0,31
13. Органічне скло одинарне	0,19
14. Органічне скло подвійне	0,36
15. Органічне скло потрійне	0,52
16. Двошарові склопакети у дерев'яній рамі	0,36
17. Двошарові склопакети у металевій рамі	0,31
18. Двошарові склопакети та одинарне засклення у окремих дерев'яних рамах	0,53

**Примітка.** Значення наведених термічних опорів теплопередачі світлових прорізів у дерев'яних рамах для випадків, коли відношення площі засклення до площі заповнень світлових прорізів становить 0,75–0,85.

При відношенні площі засклення до площі заповнення світлового прорізу у дерев'яних рамах, рівному 0,6–0,74, вказані у таблиці значення слід збільшити на 10%, а при відношенні площ, рівному 0,86 і більше, відповідно зменшити на 5%.

Додаток 14

### Термічний опір замкнених повітряних прошарків [33]

Товщина повітряного прошарку, м	Термічний опір замкненого повітряного прошарку, $\text{m}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$			
	горизонтального при потоку тепла знизу вгору та вертикального		горизонтального при потоку тепла зверху вниз	
	при температурі повітря в прошарку			
	додатний	від'ємний	додатний	від'ємний
1. 0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
2. 0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
3. 0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
4. 0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
5. 0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
6. 0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
7. 0,2–03	0,15	0,19	0,19	0,24

**Примітка.** Під час обклеювання однієї чи обох поверхонь, між якими знаходиться повітряний прошарок, алюмінієвою фольгою термічний опір потрібно збільшити у 2-а рази.

Додаток 15

### Значення поправкового коефіцієнта на різницю температур [39]

Огороджувальні конструкції	Коефіцієнти
1. Зовнішні стіни і покриття (зокрема вентилявані зовнішнім повітрям), горищні перекриття (з покрівлею із штучних матеріалів) і над проїздами	1
2. Перекриття над холодними підвалами, які сполучені з зовнішнім повітрям	0,9
3. Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами у стінах	0,75
4. Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташованих вище рівня землі	0,6
5. Перекриття над неопалюваними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі	0,4

**Значення коефіцієнта тепловіддачі  $a_e$  на внутрішній поверхні  
огородження [39]**

Внутрішня поверхня огорожувальних конструкцій	Коефіцієнт тепловіддачі $a_e$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
1. Стін, підлог, гладких стель, стель з виступаючими ребрами при відношенні виступу ребер $h$ до відстані $a$ між гранями сусідніх ребер $h/a < 03$	8,7
2. Стель з виступаючими ребрами при відношенні $h/a > 03$	7,6
3. Зенітних ліхтарів	9,9

**Значення коефіцієнта тепловіддачі  $a_e$  на зовнішній поверхні  
огородження для зимових умов [39]**

Зовнішня поверхня огорожувальних конструкцій	Коефіцієнт тепловіддачі $a_e$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
1. Зовнішніх стін, покриття, перекриття над проїздами	23
2. Перекриття над холодними підвалами, які сполучені з зовнішнім повітрям	17
3. Перекриття горіщного і наднеопалюваними підвалами з світловими прорізами у стінах, а також зовнішніх стін з повітряним прошарком, вентиляльованим зовнішнім повітрям	12
4. Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташованих вище рівня землі, і над неопалюваними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі	6

**Номенклатура і технічні характеристики сталевих панельних  
радіаторів "RADIK KLASSIK" фірми KORADO [30]**

Умовне позначення (тип) радіатора	Номінальний тепловий потік, Вт	Габаритні розміри, м		Маса радіато- ра, кг	Площа зовнішньої поверхні на- гріву, м <sup>2</sup>	Об'єм води в радіаторі, л
		висота	довжи- на			
1	2	3	4	5	6	7
10-300-500	274	300	500	3Д	0,33	0,9
10-500-600	517	500	600	6,2	0,68	1,62
10-500-800	689	500	800	8,2	0,9	2,16
10-600-600	608	600	600	7,4	0,81	1,86
10-600-800	810	600	800	9,9	1,08	2,48
11-500-500	645	500	500	10,6	2,0	1,8
11-500-600	773	500	600	11,3	2,4	1,9
11-500-800	1030	500	800	12,4	3,2	2,1
11-500-1000	1289	500	1000	15,6	4,0	2,7
11-500-1200	1546	500	1200	17,5	4,8	3,0
11-600-600	911	600	600	11,2	2,88	1,8
11-600-800	1215	600	800	15,4	3,84	2,7
11-600-1000	1519	600	1000	18,5	4,8	3,0
11-600-1200	1822	600	1200	21,6	5,76	3,3
21-500-500	865	500	500	14,1	2,21	2,8
21-500-600	1039	500	600	15,9	2,65	3,0
21-500-800	1385	500	800	20,7	3,53	4,0
21-500-900	1558	500	900	22,9	3,97	4,86
21-500-1000	1731	500	1000	26,3	4,41	5,0
21-500-1200	2078	500	1200	32,3	5,29	6,0
21-600-500	1012	600	500	15,2	2,65	3,0
21-600-600	1215	600	600	19,2	3,17	3,9
21-600-800	1620	600	800	25,1	4,23	5,1
21-600-1000	2025	600	1000	31,3	5,29	6,1
21-600-1200	2430	600	1200	37,4	6,35	7,5
21-900-600	1705	900	600	29,3	4,82	5,8
21-900-800	2273	900	800	32,3	6,43	6,2
21-900-1000	2841	900	1000	35,4	8,04	7,0
22-300-800	1199	300	800	15,4	2,96	2,96
22-300-900	1349	300	900	16,5	3,33	3,33
22-300-1000	1499	300	1000	18,6	3,7	3,7

1	2	3	4	5	6	7
22-300-1200	1799	300	1200	21,5	4,44	4,44
22-300-1400	2099	300	1400	25,6	5,18	5,18
22-300-1600	2398	300	1600	27,7	5,92	5,92
22-300-1800	2698	300	1800	33,0	6,65	6,6
22-300-2000	2998	300	2000	37,9	7,39	7,4
22-500-500	1153	500	500	15,4	3,26	2,7
22-500-600	1384	500	600	18,7	3,91	3,0
22-500-800	1845	500	800	25,6	5,2Г	4,0
22-500-1000	2307	500	1000	30,8	6,51	5,0
22-500-1200	2768	500	1200	37,7	7,81	6,1
22-500-1400	3230	500	1400	42,6	9,11	7,56
22-600-500	1350	600	500	18,4	3,98	3,5
22-600-600	1620	600	600	22,6	4,77	3,9
22-600-700	1890	600	700	25,5	5,57	4,34
22-600-800	2160	600	800	30,4	6,36	5,0
22-600-900	2430	600	900	32,8	7,16	5,58
22-600-1000	2700	600	1000	37,4	7,96	6,1
22-600-1200	3240	600	1200	43,8	9,55	7,4
22-600-1400	3780	600	1400	51,0	11,14	8,68
22-600-1600	4320	600	1600	58,3	12,73	9,92
22-600-1800	4860	6СЮ	1800	65,6	14,32	11,1
22-900-500	1894	900	500	28,7	6,07	8,0
22-900-600	2273	900	600	30,8	7,28	5,5
22-900-800	3030	900	800	35,9	9,71	6,3
22-900-1000	3788	900	1000	42,0	12,14	7,0
33-300-800	1680	300	800	22,2	4,4	5,1
33-300-1000	2100	300	1000	27,7	5,5	5,6
33-300-1200	2520	300	1200	33,3	6,6	6,0
33-300-1400	2940	300	1400	38,7	7,7	7,7
33-300-1600	3360	300	1600	44,3	8,8	8,8
33-300-1800	3780	300	1800	49,8	9,89	9,9
33-300-2000	4200	300	2000	55,4	11,0	11,2
33-300-3000	6300	300	3000	83,1	16,49	13,0

**Примітка.** Схематичне зображення типів опалювальних приладів зображене на рисунку.

**Густина теплового потоку для теплої підлоги залежно від опору  
теплопередачі і модуля укладання труб при температурі приміщення  
20°C[25]**

$R$ , $m^2 \cdot ^\circ C / W$	$t_{сеп}, ^\circ C$												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	$q, W/m^2$												
	$t_{ноє}, ^\circ C$												
$\alpha = 0,10 \text{ м}$													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0,02	53	56	68	74	82	90	97	103	110	120	125	131	
	26,7	26,8	27,3	27,8	28,2	28,6	29	29,4	29,8	30,3	30,6	30,9	
0,05	45	51	58	63	65	76	81	87	93	100	106	112	
	25,8	26,1	26,3	26,9	27,0	27,6	28,1	28,3	28,7	29,2	29,6	30,1	
0,09	40	45	50	55	61	67	73	78	82	89	95	100	
	24,0	24,3	24,7	25,0	25,6	25,8	26,2	26,6	27,0	27,3	27,8	28,2	
$\alpha = 0,15 \text{ м}$													
0,02	48	51	62	69	78	83	89	95	102	110	117	122	
	26,3	26,4	27,1	27,5	27,9	28,3	28,5	29,0	29,4	29,7	30,2	30,4	
0,05	40	47	53	59	65	71	77	82	87	94	100	107	
	25,6	25,8	26,2	26,6	27,0	27,4	27,7	28,1	28,4	28,8	29,3	29,6	
0,09	36	40	44	50	57	60	67	71	76	82	87	92	
	23,7	24,0	24,3	24,7	25,2	25,3	25,8	26,1	26,5	26,9	27,2	27,6	
$\alpha = 0,20 \text{ м}$													
0,02	33	42	54	60	69	73	80	87	98	100	106	111	
	26,0	26,1	26,8	27,0	27,4	27,8	28,1	28,4	28,9	29,2	29,4	29,8	
0,05	29	39	47	53	59	64	70	76	86	88	92	99	
	25,2	25,3	25,8	26,3	26,5	26,9	27,3	27,7	28,3	28,4	28,7	29,2	
0,09	27	34	39	44	49	52	59	62	68	73	77	83	
	23,2	23,6	23,9	24,3	24,6	24,9	25,3	25,6	25,8	26,3	26,6	26,9	
$\alpha = 0,25 \text{ м}$													
0,02			50	54	63	68	72	79	85	91	97	101	
			26,5	26,8	27,2	27,3	27,7	27,9	28,4	28,8	29,0	29,3	
0,05			40	47	52	58	63	69	73	78	83	89	
			25,6	25,8	26,2	26,4	26,8	27,2	27,5	27,8	28,3	28,5	
0,09			36	40	44	49	53	58	61	67	70	75	
			23,7	23,9	24,3	24,5	24,9	25,2	25,6	25,8	26,1	26,4	
$\alpha = 0,30 \text{ м}$													
0,02			30	48	53	59	63	69	74	80	87	90	
			26,0	26,3	26,7	26,9	27,2	27,4	27,8	28,1	28,4	28,7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,05			30 25,0	38 25,4	43 25,7	50 26,0	55 26,4	60 26,7	63 26,8	69 27,1	72 27,5	79 27,9
0,09			30 23,3	33 23,7	38 23,8	42 24,2	47 24,3	49,5 24,6	54 25,0	58 25,2	62 25,5	66 25,7
$\alpha = 0,35 \text{ м}$												
0,02					42 26,2	48 26,3	53 26,6	58 26,8	63 27,3	70 27,6	72 27,8	79 27,9
0,05					30 25,0	37 25,4	45 25,8	50 26,0	53 26,2	59 26,5	62 26,8	68 27,2
0,09					30 23,2	33 23,7	39 23,9	41 24,2	46 24,3	50 24,7	53 24,9	57 25,2
$R,$ $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$t_{\text{сеп}}, \text{°C}$											
	24	25	26	27	28	29	30	32	35	36	37	39
	$q, \text{Вт} / \text{м}^2$											
	$t_{\text{ног}}, \text{°C}$											
$\alpha = 0,10 \text{ м}$												
0,02	140 31,3	147 31,7	155 32,2	163 32,7	170 33,0	177 33,3	184 33,8	191 34,6	194 35,8	195 36,2	196 36,6	199 37,2
0,05	118 30,3	124 30,7	130 31,2	136 31,7	142 31,9	148 32,3	154 32,7	166 33,6	185 34,6	190 35,1		
0,09	105 28,5	110 28,9	117 29,2	122 29,7	128 30,0	132 30,4	139 30,8	150 31,6	167 32,8	173 33,3	176 33,6	188 34,3
$\alpha = 0,5 \text{ м}$												
0,02	130 30,8	136 31,2	145 31,6	151 32,0	158 32,3	163 32,8	170 33,0	183 33,8	192 34,9	193 35,3	194 35,7	195 36,3
0,05	110 30,0	118 30,3	123 30,7	130 31,2	136 31,5	141 31,9	147 32,3	159 32,9	177 34,3	181 34,6	188 34,9	190 35,7
0,09	97 27,8	100 28,2	107 28,6	но 28,7	117 29,3	121 29,7	128 30,0	138 30,7	153 31,8	159 32,2	163 32,6	173 33,2
$\alpha = 0,20 \text{ м}$												
0,02	118 30,1	125 30,6	131 30,9	140 31,3	143 31,7	150 31,9	157 32,2	170 33,0	190 34,2	191 34,4	192 34,8	193 35,3
0,05	104 29,5	110 29,8	115 30,2	121 30,7	127 31,0	132 31,4	138 31,7	150 32,4	167 33,6	172 33,8	178 34,2	189 35,0
0,09	87 27,2	90 27,4	97 27,8	100 28,2	105 28,4	110 28,9	116 29,2	125 29,9	139 30,8	144 31,3	149 31,5	157 32,1
$\alpha = 0,15 \text{ м}$												
0,02	107 29,5	113 29,9	120 30,3	126 30,6	132 30,9	138 31,2	142 31,5	154 32,1	170 33,3	178 33,3	183 33,7	191 34,2
0,05	93 28,8	99 29,1	103 29,5	110 29,9	114 30,2	119 30,4	123 30,8	133 31,4	150 32,4	154 32,8	160 33,1	170 33,7



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,09	78 26,7	82 26,9	88 27,2	91 27,4	95 27,8	99 28,1	103 28,3	112 28,9	126 29,8	130 30,2	134 30,5	142 31,1
$\alpha=0,30 \text{ м}$												
0,02	97 29,0	101 29,3	109 29,7	113 29,9	118 30,1	123 30,4	129 30,8	140 31,3	158 32,2	162 32,6	168 32,8	180 33,6
0,05	84 28,2	88 28,3	92 28,7	98 29,1	104 29,5	108 29,7	112 30,0	121 30,6	137 31,6	140 31,8	144 32,1	155 32,8
0,09	69 26,0	73 26,3	78 26,6	81 26,9	86 27,1	89 27,3	93 27,7	101 28,2	113 29,1	118 29,3	120 29,6	128 30,2
$\alpha=0,35 \text{ м}$												
0,02	82 28,3	90 28,7	93 28,9	100 29,2	102 29,3	110 29,7	114 30	126 30,5	140 31,3	146 31,7	150 31,9	160 32,4
0,05	73 27,4	77 27,6	81 28,1	86 28,3	90 28,6	97 28,9	100 29,2	108 29,7	122 30,7	128 30,9	130 31,2	140 31,8
0,09	60 25,3	64 25,7	69 25,9	72 26,2	75 26,4	79 26,7	82 26,9	90 27,4	102 28,3	105 28,5	109 28,7	117 29,2

**Примітка.** Для температури приміщення  $t_{\text{в}}$  – 25°C розраховану температуру  $t_{\text{сеп}}$  потрібно збільшити на 4°C. Густина потоку тепла не змінюється.

---

---

## Література

1. Нормативи опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій житлово-цивільних будинків і споруд для нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту: Додаток 1 до наказу Мінбудархітектури України від 27 грудня 1993 року № 247.
2. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция, кондиционирование.
3. СНИП 11-3-79. Строительная теплотехника.
4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
5. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий.
6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
7. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
8. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети.
9. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания.
10. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания.
11. ДБН В.2.5.-20-2001. Газопостачання. – К., 2001.
12. ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.
13. ДБН В.2.2.-9-99. Громадські будинки та споруди.
14. Богуславський Л.Д., Малинина В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 1988.
15. Кедров В.С., Исаев В.Н., Гайдукевич В.П., Петров Л.В. Инженерное оборудование зданий. – М.: Высшая школа, 1987.
16. Пальгунов П.П., Исаев В.П. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Высшая школа, 1982.
17. Сканава А.Н. Отопление. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1988.
18. Кравченко В.С. Водопостачання і каналізація. – К.: Кондор, 2003.
19. Перешивкін А.К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. – М.: Стройиздат, 1988.
20. Карамбиров Н.А. Сельскохозяйственное водоснабжение. – М.: Агропромиздат.
21. Кравченко В.С. та інші Санітарно-технічне обладнання.: Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 458 с.

---

---

**Навчальне видання**

**Валерій Іванович Гуденко  
Валентина Михайлівна Гуденко**

**САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ  
ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ**

Навчальний посібник

*Українською мовою*

Відповідальна за випуск *О.Ткачук*

Редактор *С. Світельська*

Комп'ютерна верстка *Т. Кудін*

Підписано до друку 13.10.2010 р.

Умов. друк. арк. 13,1

Наклад 1000 прим. Зам. № 449

Редакційно-видавничий відділ  
Наукметодцентру  
Міністерства аграрної політики України  
Технікумівська, 1, смт Немішаєве  
Бородянського Київської  
тел. 04577-41-2-69

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ДК № 2435