

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І
ТОРГІВЛІ імені Михайла ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

КАФЕДРА ГОТЕЛЬНОЇ І РЕСТОРАННОЇ СПРАВИ

О.В. Кузьмін

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний
посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за
напрямом підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа»*

Донецьк
ДонНУЕТ
2014

УДК 696/697 (075.8)
ББК 38.76я73
К 89

Рецензенти:

- Левченко В.М.** - канд. техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної та виховної роботи, професор кафедри залізобетонних конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури
- Толочко О.І.** - д-р техн. наук, професор, зав. кафедри електроприводу і автоматизації промислових установок Донецького національного технічного університету
- Топольник В.Г.** - д-р техн. наук, професор, професор кафедри готельної і ресторанної справи ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського
- Югов А.М.** - д-р техн. наук, професор, директор будівельного інституту Донбаської національної академії будівництва і архітектури

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» (лист №1/ІІ–20266 від 23.12.2013 р.)

Кузьмін О. В.

К 89 Інженерне обладнання будівель : навч. посіб. / О.В. Кузьмін. -
Донецьк : ДонНУЕТ, 2014. - 248 с.
ISBN 978-966-385-355-0

У посібнику розглянуто питання влаштування, проектування та експлуатації інженерного обладнання підприємств готельно-ресторанного господарства, а саме мережі і споруди водопостачання і каналізації, санітарно-технічні системи будівель, основи формування теплового режиму і вимоги до повітряного середовища приміщень, системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря. Описані принципи роботи інженерних систем будівель, конструкції обладнання і мереж, основи розрахунку та розміщення.

Посібник розроблений відповідно до робочої програми дисципліни «Інженерне обладнання будівель» і забезпечує самостійне її вивчення студентами. Є корисним для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа».

УДК 696/697 (075.8)
ББК 38.76я73

ISBN 978-966-385-355-0

© Кузьмін О.В., 2014
© Донецький національний
університет економіки і торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського, 2014

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
1. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ.....	8
2. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ.....	8
3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ.....	9
Розділ 1. ОПАЛЕННЯ. ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕПЛОТЕХНІКИ.....	10
1.1 Основи будівельної теплотехніки.....	12
1.1.1 Теплові комфортні умови.....	12
1.2 Методика розрахунку системи опалення	20
1.3 Класифікація систем опалення.....	31
1.3.1 Системи водяного опалення.....	34
1.3.2 Системи парового опалення.....	49
1.3.3 Системи повітряного опалення.....	55
1.3.4 Системи вогнеповітряного опалення.....	61
1.3.5 Системи електричного опалення.....	67
1.3.6 Системи панельно-променевого опалення.....	72
1.3.7 Комбіновані системи опалення.....	76
1.4 Основне устаткування систем опалення.....	77
1.4.1 Опалювальні прилади.....	77
1.4.2 Трубопроводи та арматура.....	83
1.4.3 Терморегулятори.....	88
1.4.4 Розширювальний бак.....	89
1.5 Вимоги, які пред'являються до систем опалення.....	91
Контрольні питання.....	96
Розділ 2. ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ.....	97
2.1 Методика розрахунку системи вентиляції.....	101
2.1.1 Розрахунок шкідливостей, що виділяються у торговому залі.....	101
2.1.2 Розрахунок шкідливостей, що виділяються в гарячому цеху.....	106
2.1.3 Розрахунок повітрообмінів для видалення шкідливостей.....	110
2.1.4 Розрахунок вентиляційного обладнання.....	112
2.1.5 Визначення річних витрат теплоти на вентиляцію.....	114
2.2 Класифікація систем вентиляції.....	115
2.2.1 Системи з природною і механічною вентиляцією.....	115
2.2.2 Системи з припливною і витяжною вентиляцією.....	120
2.2.3 Системи з місцевою і загальнообмінною вентиляцією.....	122
2.3 Основне устаткування систем вентиляції.....	137
2.4 Методика розрахунку системи кондиціювання.....	142
2.4.1 Принципи роботи холодильної машини.....	144
2.5 Класифікація систем кондиціювання.....	147
2.5.1 Системи прямооточні і рециркуляційні.....	148
2.5.2 Системи центральні і місцеві.....	151
2.5.3 Системи кондиціювання повітря різної міри автономності.....	157
2.5.4 Системи кондиціювання повітря з агрегованими і неагрегованими кондиціонерами.....	160
2.6 Основне устаткування систем кондиціювання.....	162
2.7 Вимоги, які пред'являються до систем вентиляції та кондиціювання повітря.....	172
Контрольні питання.....	174
Розділ 3. ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЯ.....	175

3.1	Методика розрахунку внутрішніх водопроводів.....	176
3.2	Внутрішній водопровід будівель.....	179
3.2.1	Господарсько-питний водопровід.....	182
3.2.2	Протипожежний водопровід.....	186
3.2.3	Виробничий водопровід.....	188
3.2.4	Гарячий водопровід.....	189
3.3	Методика розрахунку внутрішньої каналізації.....	192
3.4	Внутрішня каналізація будівель.....	194
3.4.1	Побутова каналізація.....	200
3.4.2	Дощова каналізація.....	201
3.4.3	Виробнича каналізація.....	203
	Контрольні питання.....	207
	4. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ.....	208
	5. ГЛОСАРІЙ.....	210
	6. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	216
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	225
	ДОДАТКИ.....	228

ПЕРЕДМОВА

В сучасному будівництві підприємства готельно-ресторанного господарства (ГРГ) обладнуються усіма інженерними системами, які є комплексом технічних пристроїв інженерного обладнання будівель, що забезпечують сприятливі (комфортні) умови побуту, трудової діяльності населення і технологічного процесу в приміщеннях, що включає: водопостачання (холодне і гаряче), газопостачання, опалення, вентиляцію, кондиціонування повітря, каналізацію, електроустаткування, засоби сміттєвидалення і пожежогасіння, ліфти, телефонізацію, радіофікацію та інші види внутрішнього благоустрою. Ці системи суттєво впливають на архітектуру, об'ємно-планувальні рішення будівель та інтер'єр приміщень.

Область їх проектування характеризується рядом специфічних особливостей, що відрізняють її від інших областей архітектурно-будівельного проектування: великою номенклатурою технологічних процесів в будівлі і численними особливостями організації інженерного обладнання, що забезпечують можливість здійснення технологічного процесу; необхідністю глибоких знань різних областей фізики, аерогідромеханіки і математики, які кількісно та якісно визначають специфіку роботи інженерного обладнання.

Крім того, при проектуванні і будівництві інженерних систем будівель і споруд приділяється велика увага зниженню вартості будівельно-монтажних робіт, економії металу та інших матеріалів при поліпшенні якості будівництва та підвищенні надійності роботи обладнання в процесі експлуатації, а також за рахунок економії паливно-енергетичних ресурсів та раціональних витратах води.

Для цього потрібні фахівці високої кваліфікації, які здатні на сучасному рівні приймати архітектурно-технічні та техніко-економічні рішення як при проектуванні і будівництві, так і при реконструкції інженерних систем.

«Інженерне обладнання будівель» - дисципліна, що вивчається студентами факультету готельно-ресторанного бізнесу напряму підготовки 6.140101 «Готельно-ресторанна справа». Метою курсу є створення теоретичного фундаменту знань студентів з питань побудови основних структурних елементів готельно-ресторанних закладів, які дозволяють студентам не тільки ознайомитись із елементами та конструкціями інженерного обладнання окремих будівель і приміщень, але і методами їх проектування та розрахунку. Для реалізації

поставленої мети необхідно на сучасному рівні самостійно навчитися вирішувати проблеми взаємозв'язку функціонально-технологічних та архітектурно-планувальних рішень, для подальшого використання на практиці.

Крім того, під час вивчення дисципліни суттєва увага приділяється наступним питанням: проектуванню та експлуатації інженерного обладнання підприємств ГРГ, а саме мережам і спорудам водопостачання і каналізації, санітарно-технічним системам, основам формування теплового режиму та вимогам до повітряного середовища приміщень, системам опалення, вентиляції та кондиціонування повітря приміщень різного призначення.

Також розглянуто основні принципи роботи інженерних систем будівель ГРГ, конструкції обладнання і мереж, основи розрахунку та розміщення цих систем і, крім того, наведені шляхи підвищення ефективності роботи систем інженерного обладнання за рахунок застосування прогресивних рішень і використання сучасного обладнання з метою забезпечення максимальної комфортності житла та оптимальних умов робочих місць.

В процесі вивчення дисципліни у студентів виникає необхідність перевірити свої знання та рівень засвоєння певних понять курсу. І запропонований метод тестування дозволить у достатній мірі об'єктивності визначити результати навчання. Метою даного видання є збільшення ефективності процесу засвоєння знань, надання певної допомоги студентам під час самоконтролю за визначенням програмного матеріалу, а також під час підготовки до захисту змістових модулів.

Навчальний посібник розроблено відповідно до структури та змісту дисципліни «Інженерне обладнання будівель», які відображають вимоги щодо професійно-кваліфікаційної характеристики студентів напрямку підготовки 6.14101 «Готельно-ресторанна справа».

Навчальний посібник складено в межах трьох змістових модулів та охоплюють наступні теми:

I. «Опалення. Основи будівельної теплотехніки»:

- Основи будівельної теплотехніки.
- Класифікація систем опалення.
- Системи водяного опалення.
- Системи парового опалення.
- Системи повітряного опалення.
- Комбіновані системи опалення.

- Основне устаткування систем опалення.

II. «Вентиляція і кондиціонування»:

- Основи розрахунку систем вентиляції та кондиціонування.
- Визначення кількості шкідливостей, що надходять у приміщення.
- Системи вентиляції.
- Системи кондиціонування.
- Основне устаткування систем вентиляції та кондиціонування.

III. «Водопостачання і каналізація»:

- Системи холодного водопостачання.
- Системи гарячого водопостачання.
- Основне устаткування систем холодного і гарячого водопостачання.
- Системи внутрішньої каналізації.
- Основне устаткування систем каналізації.

Навчальний посібник рекомендовано використовувати систематично в процесі вивчення курсу «Інженерне обладнання будівель». Перше ніж приступати до виконання тестових завдань, необхідно ретельно вивчити теоретичний матеріал з конкретної теми навчального посібника, ознайомившись з конспектом лекцій, програмними вимогами, рекомендованою та додатковою літературою. Під час роботи з тестовими завданнями слід пам'ятати, що кожний тест має тільки одну правильну відповідь. Якщо студент не має впевненості щодо вірної відповіді на поставлене питання, доцільно ще раз повернутися до вивчення теоретичного матеріалу.

Бажаємо успіхів!

1. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

№	Назва теми	Кількість годин за видами занять			
		Разом	Аудиторні заняття		Поза-аудиторні заняття
			лекції	ПР	СРС
Змістовий модуль І. Опалення. Основи будівельної теплотехніки					
1.	Опалення. Основи будівельної теплотехніки	26	6	6	14
Змістовий модуль ІІ. Вентиляція і кондиціонування					
2.	Вентиляція і кондиціонування	25	6	6	13
Змістовий модуль ІІІ. Водопостачання і каналізація					
3.	Водопостачання і каналізація	21	5	5	11
Усього годин (кредитів)		72/ 2,00	17	17	38

2. НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

№	Назва теми	Кількість годин за видами занять			
		Разом	Аудиторні заняття		Поза-аудиторні заняття
			лекції	ПР	СРС
Змістовий модуль І. Опалення. Основи будівельної теплотехніки					
1.	Опалення. Основи будівельної теплотехніки	39	2	4	33
Змістовий модуль ІІ. Вентиляція і кондиціонування					
2.	Вентиляція і кондиціонування	37	3	4	30
Змістовий модуль ІІІ. Водопостачання і каналізація					
3.	Водопостачання і каналізація	32	3	4	25
Усього годин (кредитів)		108/ 3,00	8	12	88

3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

I. «Опалення. Основи будівельної теплотехніки»:

- Основи будівельної теплотехніки.
- Класифікація систем опалення.
- Системи водяного опалення.
- Системи парового опалення.
- Системи повітряного опалення.
- Комбіновані системи опалення.
- Основне устаткування систем опалення.

II. «Вентиляція і кондиціонування»:

- Основи розрахунку систем вентиляції та кондиціонування.
- Визначення кількості шкідливостей, що надходять у приміщення.
- Системи вентиляції.
- Системи кондиціонування.
- Основне устаткування систем вентиляції та кондиціонування.

III. «Водопостачання і каналізація»:

- Системи холодного водопостачання.
- Системи гарячого водопостачання.
- Основне устаткування систем холодного і гарячого водопостачання.
- Системи внутрішньої каналізації.
- Основне устаткування систем каналізації.

РОЗДІЛ І

ОПАЛЕННЯ.

ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕПЛОТЕХНІКИ

Для оволодіння теоретичними, науково-технічними і практичними знаннями, що відносяться до модулю «Опалення. Основи будівельної теплотехніки», необхідне глибоке розуміння і засвоєння фізичних процесів і явищ, що відбуваються як у будівлях, що обігріваються, так і безпосередньо в системах опалення. До них відносяться процеси, пов'язані з тепловим режимом будівлі, рух води, пари і повітря по трубах і каналах, явища їх нагрівання та охолодження, зміни температури, густини, об'єму, фазові перетворення, а також регулювання теплових і гідравлічних процесів.

Основними серед тепловитрат на комунально-побутові потреби в будівлях (опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання) являються витрати на опалення. Це пояснюється умовами експлуатації будівель в період опалювального сезону в Україні, коли тепловтрати через їх зовнішні конструкції, що захищають, значно перевищують внутрішні тепловиділення. Для підтримки необхідної температурної обстановки доводиться обладнати будівлі опалювальними установками або системами.

Таким чином, **опаленням** називається штучний, за допомогою спеціальних установок або систем, обігрів приміщень будівлі для компенсації тепловтрат і підтримки в них температурних параметрів на рівні, визначуваному умовами теплового комфорту для людей, що знаходяться в приміщенні, або вимогами технологічних процесів, що протікають у виробничих приміщеннях.

Опалення є галуззю будівельної техніки. Монтаж стаціонарної опалювальної системи проводиться в процесі зведення будівлі, її елементи при проектуванні ув'язуються з будівельними конструкціями і поєднуються з плануванням і інтер'єром приміщень.

В той же час, опалення - один із видів технологічного обладнання. Параметри роботи опалювальної системи повинні враховувати теплофізичні особливості конструктивних елементів будівлі і бути пов'язані з роботою інших інженерних систем, передусім, з робочими параметрами системи вентиляції і кондиціонування повітря.

Функціонування опалення характеризується певною періодичністю впродовж року і мінливістю використовуваної потужності установки, залежної від метеорологічних умов в районі будівництва. При пониженні температури зовнішнього повітря і посиленні вітру теплопередача від опалювальних установок в приміщення повинна збільшуватися, а при підвищенні температури зовнішнього повітря, дії сонячної радіації – зменшуватися, тобто процес передачі теплоти повинен постійно регулюватися. Зміна зовнішніх дій поєднується з нерівномірними тепловступами від внутрішніх виробничих і побутових джерел, що також викликає необхідність регулювання дії опалювальних установок.

Для створення і підтримки теплового комфорту в приміщеннях будівель вимагаються технічно здійснені і надійні опалювальні установки. І чим суворіше клімат місцевості і вище за вимогу до забезпечення сприятливих теплових умов в будівлі, тим більше потужними і гнучкими мають бути ці установки.

Опалення будівель починають при стійкому (протягом 5 діб) пониженні середньодобової температури зовнішнього повітря до 8°C і нижче, а закінчують при стійкому підвищенні температури зовнішнього повітря до 8°C . Період опалення будівель впродовж року називають **опалювальним сезоном**. Тривалість опалювального сезону встановлюють на підставі багаторічних спостережень як середнє число днів в році із стійкою середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$.

Суворість або м'якість зими повніше виражається не тривалістю опалення будівель, а значенням градусо-діб - добутком числа діб дії опалення на різницю внутрішньої і зовнішньої температури, середньої для цього періоду часу. У Донецьку кількість градусо-діб опалювального періоду дорівнює 3623, а, для порівняння, у Києві кількість градусо-діб дорівнює 3572, максимальне значення доходить до 3997 у Сумах, а мінімальне – 1613 у Ялті. Це свідчить про різноманітність місцевих кліматичних умов в Україні, де практично усі будівлі повинні мати ту або іншу опалювальну установку.

Стан повітряного середовища в приміщеннях в холодну пору року визначається дією не лише опалення, але і вентиляції. Опалення і вентиляція призначені для підтримки в приміщеннях окрім необхідної температурної обстановки визначених вологості, рухливості, тиску, газового складу і чистоти повітря. У багатьох

цивільних і виробничих будівлях опалення і вентиляція невід'ємні. Вони спільно створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, що сприяє зниженню числа захворювань людей, поліпшенню їх самопочуття, підвищенню продуктивності праці та якості продукції.

Будівлі та їх робочі приміщення, виробнича продукція вимагають для свого нормального стану належних температурних умов. При їх порушенні значно скорочується термін служби захисних конструкцій. Багато технологічних процесів отримання і зберігання ряду продуктів, виробів і речовин (точної електроніки, текстильних виробів, виробів хімічної і скляної промисловості, борошна і паперу і т.д.) вимагають строгої підтримки заданих температурних умов в приміщеннях.

1.1 Основи будівельної теплотехніки

1.1.1 Теплові комфортні умови

Оскільки більшу частину свого життя людина проводить у приміщеннях, то для забезпечення нормального самопочуття і працездатності ці приміщення повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам і в них повинен бути сприятливий мікроклімат.

Мікроклімат приміщення впливає на тепловідчуття людини за рахунок підтримки необхідних рівнів: температури і вологості повітря, швидкості його переміщення (рухливості) і температури огороджувальних поверхонь приміщення. При різних комбінаціях цих параметрів теплові відчуття людини можуть виявлятися однаковими.

Необхідно мати на увазі, що, хоча, тепловідчуття і визначається перерахованими параметрами, не абияке їх поєднання забезпечує комфортні умови. Кожен з цих параметрів може бути змінений не довільно, а тільки в деяких певних межах, що задовольняють умовам комфортних тепловідчуттів.

Якщо людина не відчуває ні холоду, ні перегрівання, ні руху повітря біля тіла, метеорологічні кондиції його повітряного довкілля (з урахуванням температури поверхні обгороджувальних) вважаються в тепловому відношенні комфортними.

Іншими словами, він почуває себе комфортно у тому випадку, коли від нього нормально (без форсування тепловіддачі) відводиться стільки теплоти, скільки виробляє його організм, тобто комфортне

тепловідчуття людини залежить від балансу між теплогенерацією і тепловтратами в докiлля. В результаті теплогенерації і тепловтрат внутрішня температура людського тіла підтримується на рівні 36,6...36,8 °C і управляється досить складним механізмом автоматичної терморегуляції організму: зменшенням або збільшенням потоку крові через шкірний покрив, а також посиленням або загальмованим обміном речовин (витратою енергії). Температура шкірного покриву людини залежить від параметрів навколишнього повітря і, в середньому, рівна 33 °C.

На рис. 1.1 представлені криві, які показують зміну температури шкірного покриву різних ділянок тіла людини.

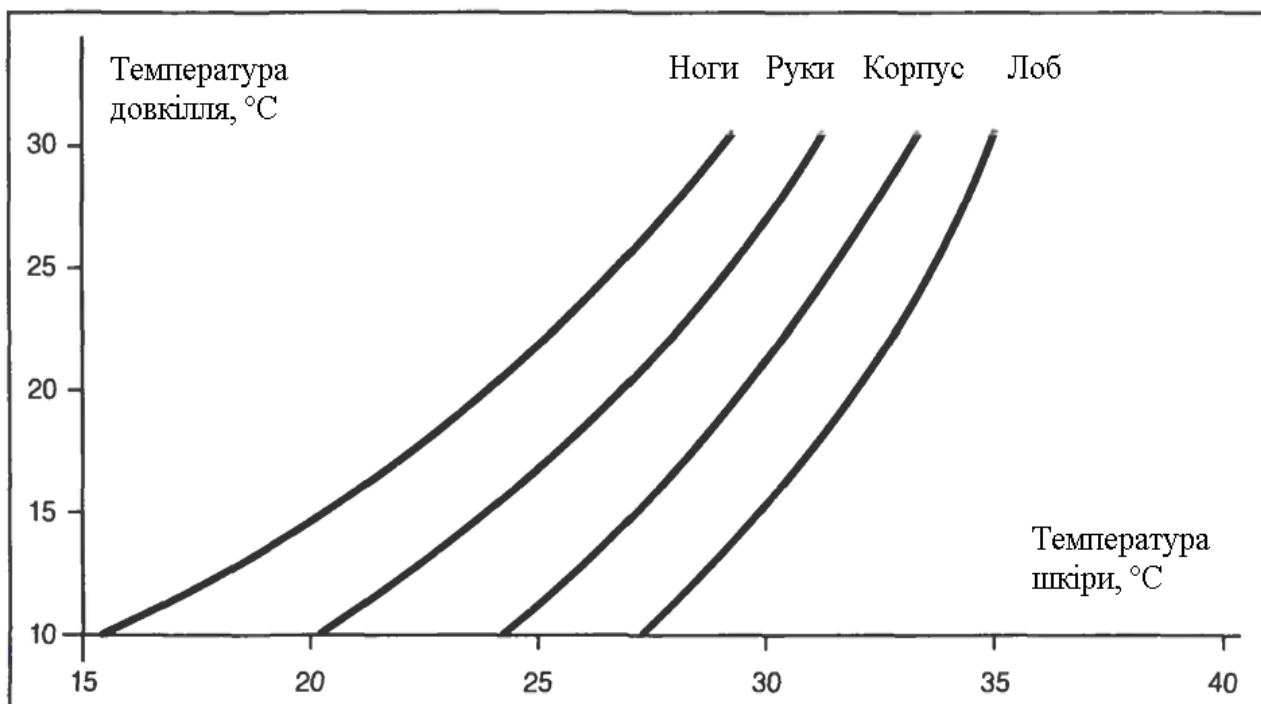


Рисунок 1.1 - Зміна температури шкірного покриву різних ділянок тіла в умовах спокою, в залежності від зміни температури довкілля

Як можна помітити, між різними зонами існують деякі відмінності температурних рівнів. Традиційно, середньою температурою вважається температура лоба, що становить приблизно 32 °C при температурі довкілля 20-21 °C.

Завдяки автоматичній терморегуляції організму людина пристосовується до зміни параметрів навколишнього повітря. Проте ця терморегуляція ефективна лише при повільних і малих відхиленнях параметрів від нормальних, необхідних для хорошого самопочуття. При великих і швидких відхиленнях параметрів

повітряного середовища порушуються фізіологічні функції організму: терморегуляція, обмін речовин, робота серцево-судинної і нервової системи і тому подібне. При цьому можуть спостерігатися і серйозні відхилення в організмі людини. Наприклад, у людей, що потрапили в умови «перегрівання», підвищується температура тіла, різко знижується працездатність, з'являється підвищена дратівливість і тому подібне.

На рис. 1.2 приведена залежність продуктивності праці від зміни температури довкілля. Як бачимо з графіка, спостерігається різке падіння показників продуктивності праці при перевищенні температури більше 26 °С.

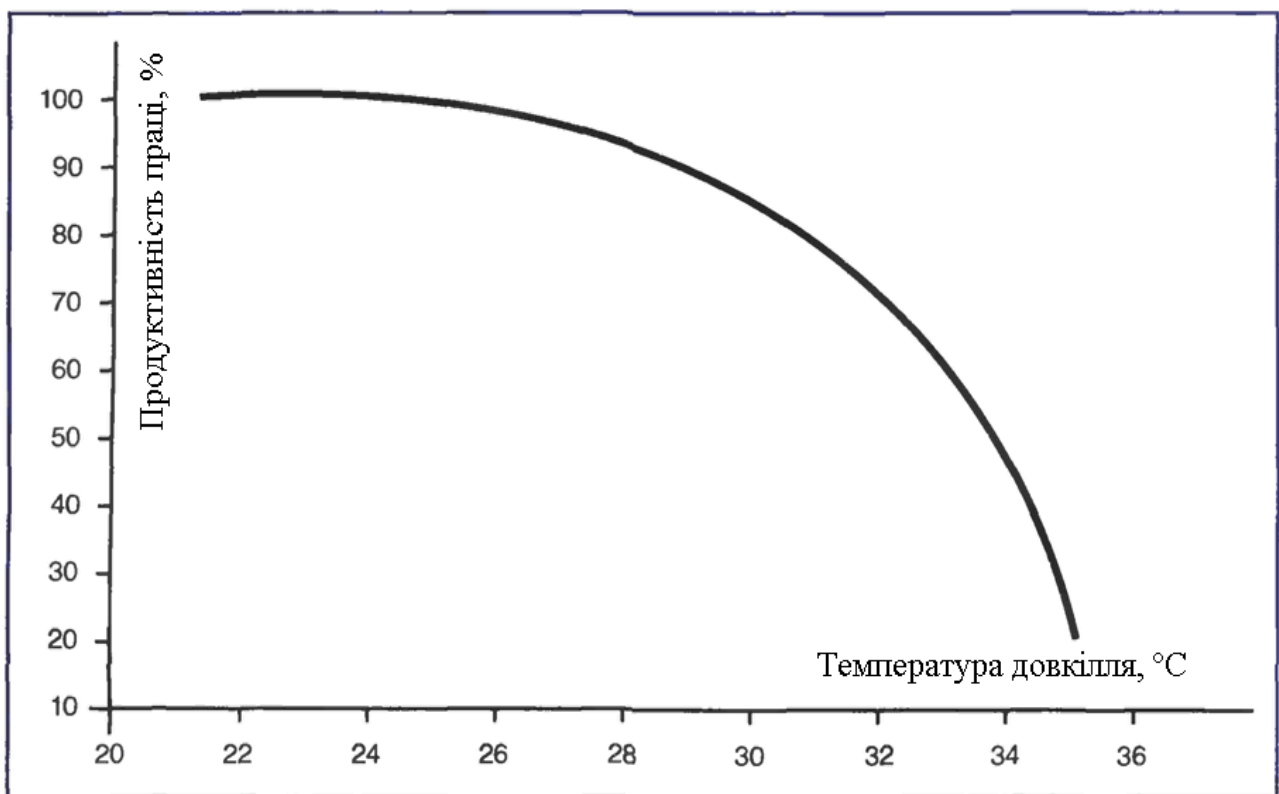


Рисунок 1.2 - Залежність продуктивності праці від змін температури довкілля

Оптимальні умови полягають в підтримці таких параметрів повітряного середовища, при яких кожна людина завдяки своїй індивідуальній системі автоматичної терморегуляції організму почувала б себе комфортно, тобто не помічала впливу цього середовища.

З гігієнічної точки зору найбільш сприятливий рівень температури, підтримуваної в житлі, складає 22 °С, а допустимі коливання від 21 до 23 °С. Більш низька температура повітря, наприклад 18 °С, рекомендована в нормативної документації при

проектуванні опалювальних систем, оцінюється як «прохолодно» і «холодно».

При цьому слід зазначити, що в мікрокліматичних умовах, які прийнято вважати «нормальними», зазвичай до 10% людей відчують різну міру дискомфорту. Це пояснюється різними соціальними умовами життя: звичним кліматом, одягом, живленням, житловими умовами та ін.

Відомим дослідником параметрів комфорту та якості повітряного середовища Оле Фангером запропонована формула теплового балансу між людським тілом і довкіллям. У цій формулі береться за основу теплообмін людини, що знаходиться у спокої, в стані температурного балансу із зовнішнім середовищем. При цьому байдуже, яка точно його температура. У цих умовах кількість теплоти, що виробляється організмом, M , Вт/м², дорівнює теплоті, що відводиться у зовнішнє середовище, із чого виходить:

$$M = W + Q_{\partial} + Q_{\kappa}, \quad (1.1)$$

де W - об'єм виконуваної механічної роботи, Вт/м²;

Q_{∂} - загальна кількість теплоти, що виділяється при диханні, Вт/м²;

Q_{κ} - загальна кількість теплоти, що відводиться через шкіру, Вт/м².

Кількість теплоти, що відводиться від людського тіла, залежить від декількох змінних параметрів і, головним чином, від наступних:

- різниці температур (позитивною або негативною) між тілом і повітряним довкіллям;
- втрат (чи отримання) теплоти від навколишніх стін;
- шкірних випарів (охолодження при випарі);
- явних і прихованих втрат теплоти при диханні, відповідно за рахунок теплопровідності і випару.

Теплота, що виділяється організмом людини, передається в довкілля через шкірний покрив радіаційним теплообміном, конвекцією, теплопровідністю (явна теплота) і випаром (прихована теплота), а також шляхом видихання теплого повітря.

Радіаційний теплообмін відбувається між людиною і поверхнями обгороджувальних, його величина і напрям залежать від температури цих поверхонь. Теплота, що передається конвекцією і теплопровідністю, залежить від температури, вологості і швидкості

повітря, виду і теплопровідності одягу.

Випар вологи з поверхні тіла людини (прихований тепловідвід) здійснюється за рахунок різниці парціальних тисків водяної пари в насиченому шарі у поверхні тіла і в повітрі приміщення. При цьому витрачається теплота (енергія) організму, що йде на випар вологи. Тепловіддача випаром буде завжди тим більше, чим нижче значення відносної вологості при цій температурі повітря в приміщенні. Зменшення відносної вологості призводить до збільшення різниці парціальних тисків пари у поверхні тіла людини і в навколишньому повітрі і тим самим до збільшення випару.

Комфортні кондиції повітряного середовища можуть мати різні значення і залежать головним чином від інтенсивності праці, що здійснюється людиною, та його одягу.

Залежно від стану організму (сон, відпочинок, розумова робота, мускульна робота різної інтенсивності) і параметрів повітряного довкілля кожна людина протягом години виділяє 330...1050 кДж теплоти, 40...415 г вологи і 18...36 л вуглекислого газу.

При постійній температурі повітря і поверхонь обгороджувальних із зростанням фізичного навантаження на організм людини збільшуються загальні тепловиділення і доля теплоти, вологи, що відводиться випаром. При незмінному навантаженні і підвищенні температури довкілля зменшується доля явного тепловідводу, а тепловідвід випаром зростає при практично незмінних загальних тепловиділеннях.

Для того, щоб визначити кількість теплоти, що виділяється організмом людини при різних видах діяльності, вводиться спеціальний показник, що дістав назву «*Met*» (від «метаболізм» - виділення теплоти всередині організму). При спокійному (нейтральному) стані людини він дорівнює величині 58 Вт/м². У табл. 1.1 приведені показники *Met* при різних видах діяльності.

Вони зазвичай використовуються при оцінці кількості теплоти і при оцінці умов комфортного стану. Наприклад, для людини, що працює в спокійному режимі в офісі, цей показник в середньому дорівнює 1 *Met*.

Одяг має теплоізоляційний ефект відносно передачі теплоти у зовнішнє середовище. Щоб мати можливість це враховувати, був введений спеціальний показник, що дістав назву «*Clo*» (скорочення від англ. clothing - одяг), який дорівнює 1 *Clo* - 0,155 м²·К/Вт.

Таблиця 1.1 - Типові показники виробленої теплоти, що виділяється всередині організму людини (метаболізм) при різних видах діяльності

Вид діяльності	Вт/м ²	<i>Met</i>
Сон	40	0,7
Спокій, положення сидячи	55	1,0
Читання, положення сидячи	60	1,0
Розслаблення, положення стоячи	70	1,2
Легка праця	70	1,2
Ходьба в приміщенні	100	1,7
Праця середньої інтенсивності	120	2,1
Танець	140...255	2,4...4,4
Важка праця	235...280	4,0...4,8

У табл. 1.2 приведені показники значення *Clo* і міри ізоляції основних видів одягу. Літній костюм має показник 0,5 *Clo*, тоді як зимовий одяг може мати від 0,8 до 1,0 *Clo* або більше, залежно від типу матеріалу.

Таблиця 1.2 - Показники термоізоляції різних видів одягу

Вид одягу	м ² ·К/Вт	<i>Clo</i>
Костюм легкий літній	0,078	0,5
Костюм середньої щільності	0,124	0,8
Костюм зимовий	0,155	1,0

Показники є умовними і можуть видозмінюватися залежно від типу матеріалу і комплекту ношеного одягу.

Для аналізу співвідношення вищезгаданих параметрів були розроблені складні математичні формули за допомогою яких можна прогнозувати показники температури і відносної вологості що більшою мірою задовольняють «умовам комфорту».

Діаграма, яка представлена на рис. 1.3, дозволяє прогнозувати умови комфорту, які можуть задовольнити більшість людей з відсотком невдоволених нижче 10%.

На діаграмі враховується вид виконуваної діяльності (вертикальні шкали) та ізоляційні властивості одягу (горизонтальні шкали). У полі діаграми зображено декілька кривих «оптимальної температури», яка відповідає середнім показникам температури між

температурою зовнішнього середовища і середньою температурою стін за умови малої швидкості руху повітря.

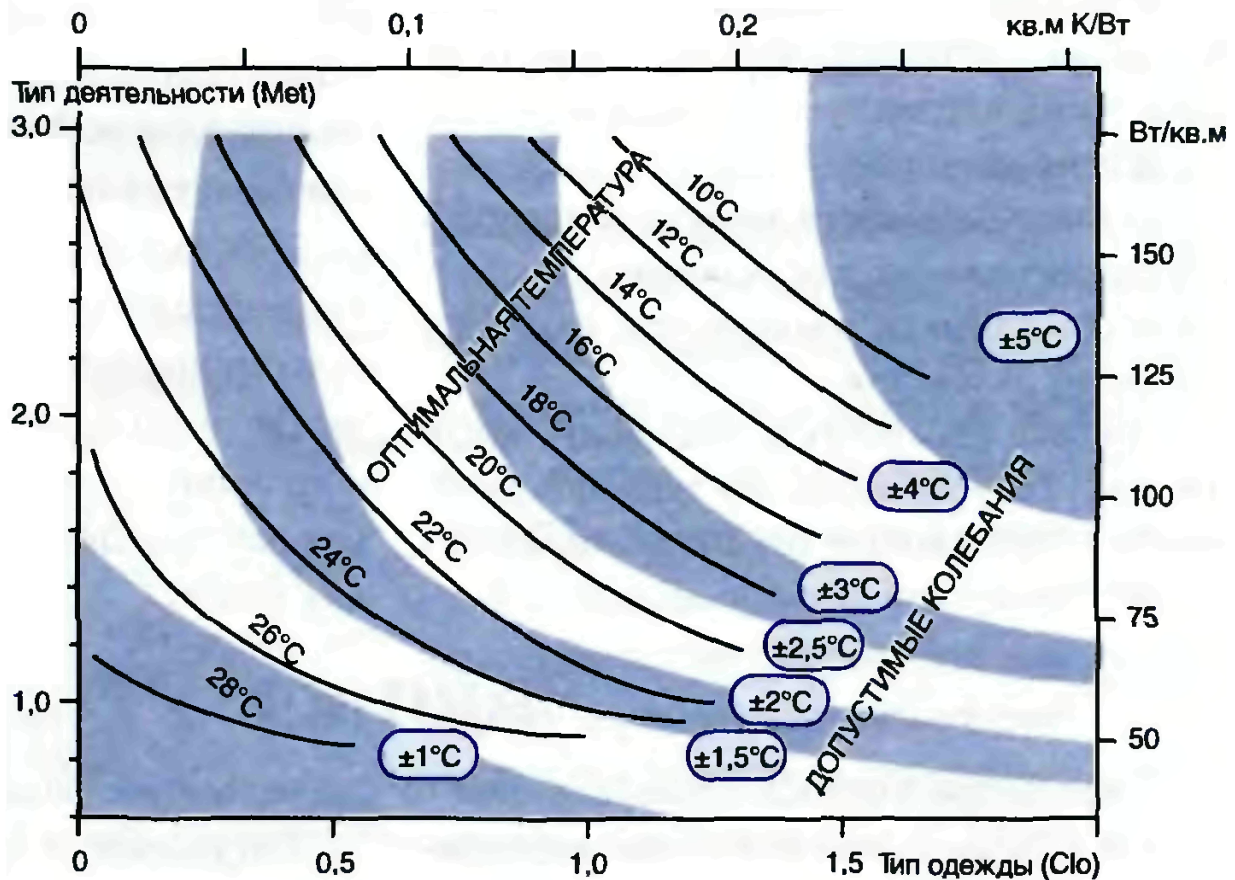


Рисунок 1.3 - Діаграма, що дозволяє визначити температуру комфортного стану, залежно від одягу і інтенсивності праці, яка виробляється людьми

Залежно від типу діяльності і характеру одягу визначається відповідна оптимальна температура та обчислюються допустимі межі коливання температури (в більшу або меншу сторону) відносно встановленого показника. Наприклад, якщо люди виконують роботу з мірою інтенсивності 1,4 *Met* в зимовий час, маючи одяг типу 1 *Clo*, то оптимальна температура повинна складати 21 °C з допустимими межами коливання ± 2 °C.

Влітку в тому ж приміщенні і для тих же людей, що мають одяг типу 0,5 *Clo*, необхідна оптимальна температура складає 24 °C (± 2 °C).

Наприкінці, розглянемо основні параметри мікроклімату, які необхідно підтримувати у закладах ГРГ, що відповідають комфортним умовам перебування в них людей, які приймають їжу, відпочивають або працюють. СНиП 2.04.05-91. Зміна №1 Держбуду України 1998 р. регламентує ці параметри та рекомендує приймати

їх залежно від виконуваної роботи та кліматичних умов відповідно до табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в обслуговуваній зоні житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень

Період року	Температура, °С	Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Теплий	не більше +28	65	0,5
Холодний та перехідні умови	+ 18-22	65	0,2

Примітки:

- норми встановлені для приміщень, в яких люди перебувають більше двох годин безперервно;

- при розрахунку опалення температура повітря в приміщеннях установлюється за нормами проектування будівель різного призначення. У групах приміщень, обладнаних приладами обліку та індивідуальних автоматичних терморегуляторів, розрахункова температура може бути встановлена на вимогу замовника в діапазоні припустимих значень;

- температура повітря приміщень для теплого періоду зазначена для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря (параметри А) до +25°C. Для інших районів температура повітря в приміщеннях повинна бути не більше ніж на 3°C вище розрахункової температури зовнішнього повітря – параметри А.

При проектуванні систем опалення приймаються розрахункові параметри зовнішнього повітря для холодної пори року на підставі даних метеорологічних спостережень.

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

Розрахунок опалення зводиться до визначення втрат теплоти через огородження, а також розрахунку і підбору нагрівальних приладів.

1.2 Методика розрахунку системи опалення

У холодний період року теплота в середині будинку втрачається через зовнішні огороження. Щоб в приміщеннях закладів ГРГ були комфортні умови для відпочинку або роботи, необхідно так розрахувати систему опалення, щоб максимально компенсувати втрати теплоти через огороження. Вибору конструкції цих огорожень та оцінці їх опору теплопередачі потрібно приділяти особливу увагу.

Так, огороження приймаються за умови забезпечення мінімальних затрат на будівництво та експлуатацію. Ці затрати включають вартість будівельних конструкцій, затрати на паливо та електроенергію при роботі системи опалення будинку.

В усьому світі застосовуються та постійно вдосконалюються різноманітні системи утеплення фасадів. Застосування теплоізоляційних матеріалів дозволяє зекономити теплову енергію на опалення, 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.

Комбінуючи ефективні утеплювачі з традиційними матеріалами, істотно не змінюючи товщини огорожень, вдається знизити втрати теплоти і значно зменшити витрати на опалення приміщень. Тому у сучасному будівництві застосовуються, як правило, комбіновані огороження, які складаються із різних матеріалів.

В якості теплоізоляційних матеріалів найчастіше використовують пінополістирольні чи мінераловатні плити. Вони мають при майже однакової теплопровідності багато відмінностей, які повинні бути враховані в процесі будівництва.

Так, пінополістирол має більшу міцність, ніж мінеральна вата, є негігроскопічним, тому під впливом вологи не втрачає теплоізоляційних властивостей, і вдвічі легший. Найчастіше плити з пінополістиролу застосовують для утеплення житлових будинків і в індивідуальній забудові, що пояснюється їх дешевизною (в 2,5 рази дешевші, ніж мінераловатні плити). Недоліками пінополістиролу є мала звукоізоляція, низька паропроникність, руйнування при температурі понад 80 °С.

Мінераловатні плити мають такі переваги: негорючість, високу паропроникність і хорошу звукоізоляцію. Для утеплення високих

будинків (понад 8 поверхів), а також будинків підвищеної категорії небезпеки для людей (лікарні, школи, глядацькі зали тощо) слід використовувати систему з пінополістирольними плитами.

Мінеральна вата забезпечує вільне виведення водяної пари з приміщення назовні, стіни «дихають», не утворюється на поверхні стін пліснява, грибок, тоді як пінополістирол не пропускає водяну пару.

При проектуванні нових будинків та реконструкції існуючих шари з теплоізоляційних матеріалів слід розташовувати із зовнішньої сторони стіни. В цьому випадку збільшується температура внутрішньої поверхні стіни, точка роси виноситься за межі стіни, товща стіни зберігає теплоту.

На рис. 1.4 приведено приклад схеми системи опалення нижнього поверху готелю.

Для визначення втрат теплоти через огородження та подальшого розрахунку системи опалення, вихідні дані та результати розрахунку зводять до табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Розрахунок тепловтрат та підбір опалювальних приладів

Найменування приміщень	Найменування та орієнтація огорожень	Розміри огорожень, м	Площа огородження, м ²	Розрахункова температура внутрішнього повітря, °C	Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	Різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря, °C	Опір теплопередачі огородження, (м ² ·°C)/ Вт	Додані коефіцієнти	Тепловий потік через конструкції, що обгороджують, Вт	Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт	Розрахункова теплова потужність, Вт	Поверхня нагрівального приладу, м ²	Кількість секцій радіаторів, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		$l \cdot b$	S	$t_{в.н.}$	$t_{з.н.}$	Δt	R_0	$\sum \beta$	Q_a	Q_v	Q	F_0	n

У першу графу «Найменування приміщень» вносять дані, які характеризують приміщення за призначенням.

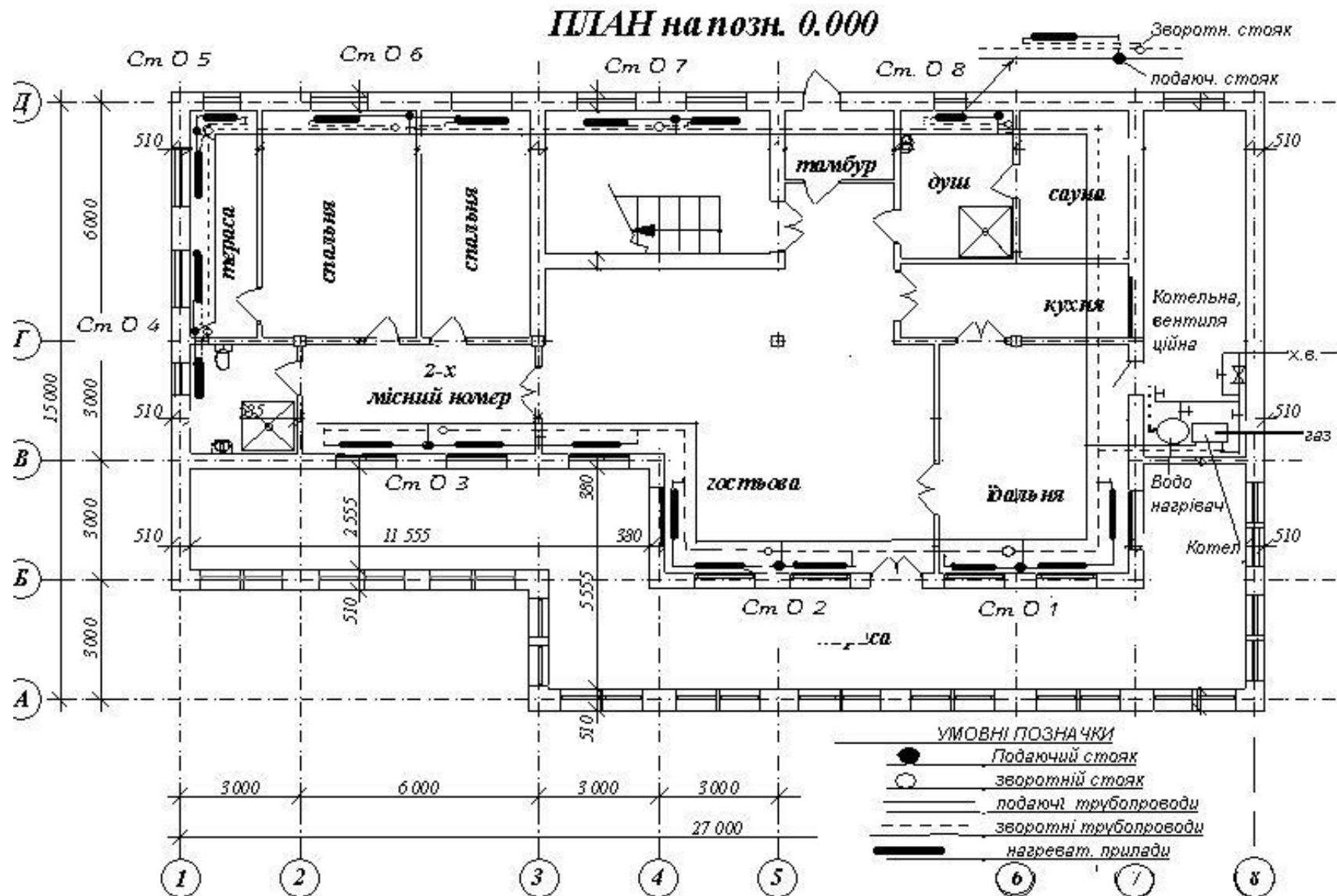


Рисунок 1.4 - Схема системи опалення нижнього поверху

Найменування та орієнтація огорожень заносяться в графу 2 наступними умовними позначками:

- пд. – південь, пн. – північ, сх. – схід, зх. – захід;
- з.с. - зовнішня стіна, в.с. – внутрішня стіна;
- о.в. - одинарне вікно, п.в. - подвійне вікно;
- пт. - перекриття горищне або безгорищне;
- пл. - підлога на ґрунті.

У третю графу «Розміри огороження» вносяться розміри для кожного огороження приміщення (стін, вікон, перекриття, підлоги), тобто його довжину (l) та ширину (b) в м. З урахуванням цього розраховують займану площу ($S=l \cdot b$) кожного огороження, отримані дані вносять до четвертої графи «Площа огороження», м^2 .

«Розрахункова температура внутрішнього повітря» ($t_{в.н.}$) (п'ята графа табл. 1.4) приймається з додатку А, відповідно до норм проектування будинків в залежності від функціонального призначення приміщень, $^{\circ}\text{C}$.

«Розрахункова температура зовнішнього повітря» ($t_{з.н.}$) (шоста графа) приймається окремо для зовнішніх та внутрішніх стін:

- для зовнішніх стін згідно зі СНиП 2.04.05-91 клімат холодної пори року для різних населених пунктів характеризується двома розрахунковими категоріями параметрів зовнішнього повітря: А і Б. Для розрахунку систем опалення приміщень житлових, громадських і виробничих будинків у холодну пору року приймаються параметри категорії Б (додаток Б);

- для внутрішніх стін - температура повітря суміжного приміщення, якщо його температура більш ніж на 3°C відрізняється від температури приміщення, для якого розраховуються тепловтрати, $^{\circ}\text{C}$.

Розрахунки для сьомої графи «Різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря» $^{\circ}\text{C}$ знаходяться за формулою $\Delta t = t_{в.н.} - t_{з.н.}$.

«Опір теплопередачі огороження» (R_0) ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$) (восьма графа) визначається за формулою:

$$R_0 = R_g + R_n + R_z, \quad (1.2)$$

де R_g – опір теплосприянню від внутрішнього повітря до внутрішньої поверхні огороження, $R_g = 0,155 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$;

R_z – опір тепловіддачі від зовнішньої поверхні огороження до зовнішнього повітря $R_z = 0,058 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$;

R_n – розрахунковий опір теплопередачі даної конструкції.

Опір теплопередачі даної конструкції (R_n) визначається як сума опорів теплопередачі, послідовно розташованих однорідних шарів:

$$R_n = R_1 + R_2 + \dots + R_k + R_{n.ш.}, \quad (1.3)$$

де R_1, R_2, \dots, R_k – термічний опір (опір теплопередачі) окремих шарів конструкції, що обгороджує, наприклад, штукатурки, цегляної кладки, керамічного облицювання і т.д.

$$R_n = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + R_{n.ш.}, \quad (1.4)$$

де $\delta_1, \delta_2, \delta_k$ – товщина однорідного шару огороження (згідно завдання), м;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_k$ – коефіцієнт теплопровідності однорідного шару огороження Вт/м·°С (додатки Г-Е).

Для підлоги на ґрунті і стін, що розташовані нижче рівня землі, опір теплопередачі слід визначати по зонах (додаток Ж, 3), що рівнобіжні зовнішнім стінам шириною 2 м за формулою:

$$R_n = R_c + \frac{\delta}{\lambda}, \quad (1.5)$$

де R_c – опір теплопередачі, (м²·°С)/Вт (додаток Ж, 3), приймається рівним 2,1 для І зони; 4,3 – для ІІ зони; 8,6 – для ІІІ зони; 14,2 для площі підлоги, що залишилася;

δ – товщина утеплюючого шару, м, що враховується при коефіцієнті теплопровідності $\lambda \leq$ утеплювача 1,2 Вт/м² (додаток В-Д).

Для визначення втрат теплоти через світлові прорізи (вікна, балконні двері, ліхтарі) використовують значення опору теплопередачі з додатку І.

«Додавлені коефіцієнти» (сьома графа табл. 1.4) представлені коефіцієнтами $\sum \beta$, які враховують додаткові втрати теплоти через зовнішні стіни, в залежності від швидкості вітру (в січні місяці для даного міста) та висотності будівель (табл. 1.5).

Тепловий потік через конструкції, що обгороджують, Q_a , Вт, розраховується для кожного елемента конструкції, що обгороджує приміщення (стін, вікон, покриття) та розраховані дані вносяться до десятої графи табл. 1.4, визначається з виразу:

Таблиця 1.5 - Додаткові втрати теплоти β

Чинник, яким обумовлені додаткові втрати теплоти	Обгороджування, при розрахунку яких враховуються додаткові втрати	β
Швидкість вітру:		
Вітер з швидкістю* до 5 м/с	Орієнтовані на напрями, звідки дує вітер в січні з повторюваністю* не менше 15% (додаток К)	0,05
Вітер із швидкістю* 5 м/с і більш		0,10
Висотність будівель:		
Будівлі заввишки 10 -15 поверхів	Обгороджування 1-го і 2-го поверхів	0,10
	Обгороджування 3-го поверху	0,05
Будівлі заввишки 16 поверхів і вище	Обгороджування 1-го і 2-го поверхів	0,20
	Обгороджування 3-го поверху	0,15
	Обгороджування 4-го поверху	0,10

* швидкість в січні згідно СНиП 2.01.01-82

$$Q_a = \left(\frac{I}{R_0} \right) \cdot S \cdot \Delta t \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (1.6)$$

де R_0 – опір теплопередачі конструкції, що обгороджує (восьма графа табл. 1.4), $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

S – розрахункова площа конструкції, що обгороджує (четверта графа табл. 1.4), м^2 ;

Δt – різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря (сьома графа табл. 1.4), $^\circ\text{C}$;

$\sum \beta$ – сума коефіцієнтів, що враховує додаткові втрати теплоти (дев'ята графа табл. 1.4);

n – коефіцієнт, прийнятий у залежності від положення зовнішньої поверхні конструкції що обгороджує, до зовнішнього повітря (табл. 1.6).

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря (одинадцята графа табл. 1.4), Q_v , Вт визначаються для кожного опалювального приміщення, що має одне або більшу кількість вікон або балконних дверей у зовнішніх стінах.

Таблиця 1.6 - Коефіцієнт зменшення розрахункової різниці температур n

Види огороження	Величина коефіцієнта
Зовнішні стіни, безгорищні покриття та перекриття над проїздами	1,0
Горищні перекриття та безгорищні покриття з вентильованими продухами	0,9
Перекриття над холодними підвалами, розташованими вище рівня землі	0,75
Перекриття над неопалюваними підвалами при наявності вікон у їхніх зовнішніх стінах	0,6
Те ж, за відсутності вікон	0,4

Втрати Q_e розраховуються виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в обсязі однократного повітрообміну за годину з виразу:

$$Q_e = 0,337 \cdot S_n \cdot h \cdot \Delta t, \quad (1.7)$$

де S_n - площа підлоги приміщення, m^2 ;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м;

Δt – різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря (сьома графа табл. 1.4), $^{\circ}C$.

Приміщення, в яких обсяг витяжки вентиляції перевищує однократний повітрообмін в годину (додаток А), повинні, як правило, проектуватися з припливною вентиляцією підігрітим повітрям. При обґрунтуванні допускається забезпечувати підігрів зовнішнього повітря опалювальними приладами в окремих приміщеннях при обсязі вентиляційного повітря, що не перевищує двох обмінів у годину.

У приміщеннях, для яких нормами проектування будинків встановлений обсяг витяжки менш однократного повітрообміну в годину, величину Q_e слід розраховувати як витрату теплоти на нагрівання повітря в обсязі нормованого повітрообміну від температури t_z до температури t_e .

Втрати теплоти Q_e на нагрівання зовнішнього повітря, що проникає у входні вестибюлі (холи) і сходові клітки через зовнішні двері, які відкриваються в холодний період року, при відсутності повітряно-теплових завіс, необхідно розраховувати за формулою:

$$Q_v = 0,7B \cdot (H + 0,8P) \cdot \Delta t, \quad (1.8)$$

де B - коефіцієнт, що враховує кількість входних тамбурів. При одному тамбурі (дві двері) $B = 1,0$; при двох тамбурах (три двері) $B = 0,6$;

H - висота будинку, м;

P - кількість людей, що знаходяться в будинку, чол.;

Δt - різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря (сьома графа табл. 1.4), °С.

Визначення розрахункових теплових втрат Q_l , ведеться за формулою:

$$Q_l = (Q_a + Q_v), \quad (1.9)$$

де Q_a - тепловий потік через конструкції, що обгороджують, Вт;

Q_v - втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт.

Величини Q_a і Q_v розраховуються для кожного опалювального приміщення.

Розрахункова теплова потужність системи опалення (дванадцята графа табл. 1.4) Q , Вт, визначається за формулою:

$$Q = (Q_l \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2, \quad (1.10)$$

де Q_l - розрахункові теплові втрати, Вт;

b_1 - коефіцієнт, що враховує додатковий тепловий потік встановлених опалювальних приладів за рахунок округлення, b_1 приймають у межах 1,02...1,14;

b_2 - коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти опалювальними приладами, розташованими в зовнішніх огороженнях при відсутності теплозахисних екранів, приймається з табл. 1.7;

Q_2 - втрати теплоти трубопроводами, що проходять у неопалювальних приміщеннях, Вт. Втрати Q_2 не повинні перевищувати 4% від величини тепловтрат Q_l ;

Q_3 - тепловий потік, що регулярно надходить від висвітлення, устаткування і людей, його слід враховувати в цілому на систему опалення будинку. Для житлових будинків величину Q_3 необхідно приймати з розрахунку 10 Вт на 1 м² загальної площі.

Таблиця 1.7 - Коефіцієнти (b_2), що враховують додаткові втрати теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огороженнях

Опалювальний прилад	Коефіцієнт b_2 при встановленні приладу		
	Біля зовнішньої стіни в будівлях		у застелення світлового проїму
	житлових і громадських	виробничих	
Радіатор чавунний	1,010	1,02	1,07
Конвектор з кожухом	1,010	1,02	1,05
Конвектор без кожуху	1,015	1,03	1,07

При розрахунках теплової потужності систем опалення виробничих будинків, необхідно додатково враховувати витрати теплоти на нагрівання матеріалів, устаткування і транспортних засобів.

Розрахункову теплову потужність опалювального приладу, Q_{np} , Вт, слід визначати за формулою:

$$Q_{np} = Q_a + Q_v + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_m - Q_{en} , \quad (1.11)$$

де, Q_a – тепловий потік через конструкції, що обгороджують, Вт;

Q_v – втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт;

$Q_{вн}$ – втрати теплоти, Вт, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення, для якого розраховується теплова потужність опалювального приладу, від суміжного приміщення, у якому можливо експлуатаційне зниження температури при регулюванні. Величину $Q_{вн}$ необхідно враховувати тільки при розрахунку теплової потужності опалювальних приладів, на підводках до яких проектується автоматичні терморегулятори;

Q_m – тепловий потік, Вт, від неізолюваних трубопроводів опалення, що прокладаються в приміщенні (слід враховувати тільки при розрахунку опалення всієї будівлі);

Q_{en} – тепловий потік, Вт, що регулярно надходить у

приміщення від електричних приладів, освітлення, технологічного обладнання, комунікацій, матеріалів і інших джерел теплоти. При розрахунку теплової потужності опалювальних приладів житлових, адміністративно-побутових та будинків закладів ресторанного господарства величину Q_{en} враховувати не слід.

Величина побутових тепловиділень враховується для всього будинку в цілому при розрахунках теплової потужності системи опалення і загальної витрати теплоносія.

Теплота, загублена приміщенням, повинна компенсуватися нагрівальними приладами. Підбір і розрахунок нагрівальних приладів починається з визначення їхньої поверхні нагрівання в m^2 або в еквівалентних квадратних метрах (екм). За 1 екм приймається така площа поверхні нагрівального приладу, з якої в навколишнє середовище з температурою $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ віддається 505 Вт при середній температурі теплоносія $(90+75)/2 = 82,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок поверхні нагрівальних приладів (тринадцята графа табл. 1.4), F_0 , m^2 , необхідної для опалення приміщення водяними системами опалення визначається за формулою:

$$F_0 = \frac{Q}{k \cdot (t_{cp.m} - t_{в.н.})} \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (1.12)$$

де Q – теплова потужність системи, Вт;

k – коефіцієнт теплопередачі приладу, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, приймається з табл. 1.8;

$t_{cp.m}$ – середня температура теплоносія, $t_{cp.m} = (t_{вх} + t_{вих})/2$;
 $t_{cp.m} = (90 + 75)/2 = 82,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_{в.н.}$ – температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

β_1 – коефіцієнт, що враховує спосіб установки радіатора (додаток Л);

β_2 – коефіцієнт, що враховує спосіб приєднання радіатора і витрати води (табл. 1.9);

β_3 – коефіцієнт, що враховує кількість секцій у радіаторі. При кількості секцій до 5 $\beta_3 = 0,95$, від 6 до 10 $\beta_3 = 1,0$, а при кількості секцій більш 10 $\beta_3 = 1,05$ більш 20 $\beta_3 = 1,1$.

Таблиця 1.8 - Коефіцієнти теплопередачі нагрівальних приладів, k , при відкритій установці

Тип нагрівального приладу	Різниця середньої температури води в приладі та температури повітря в приміщенні, в град.					Пар низького тиску
	40-50	50-60	60-70	70-80	>80	
Радіатори чавунні						
М-140	8,49	9,19	9,54	9,88	10,0	10,35
М-140-АО	8,25	8,84	9,19	9,54	9,65	10,0
М-90	8,95	9,77	10,1	10,5	10,58	10,93
РД-90	9,42	10,1	10,6	10,93	11,05	11,39
Панелі сталеві штамповані						
МЗ-500	9,54	10,35	10,69	11,05	11,28	11,63
МЗ-300	10,1	10,93	11,39	11,74	11,86	12,21

Таблиця 1.9 - Поправочний коефіцієнт β_2

Схема підведення й відводу теплоносія	Значення коефіцієнта β_2 при відносній витраті води				
	1	2	3	4	5
Зверху вниз 	1,0	0,98	0,97	0,96	0,95
Знизу вверх 	1,28	1,22	1,18	1,18	1,14
Знизу вниз 	1,11	1,04	1,0	0,96	0,95

Кількість секцій радіаторів (чотирнадцята графа табл. 1.4), n , шт., число конвекторів або опалювальних труб, які складають один опалювальний прилад, визначають за формулою:

$$n = \frac{F_0}{f_c}, \quad (1.13)$$

де f_c – площа поверхні однієї секції, m^2 , визначається з додатку М.

Під час проектування та експлуатації споруд закладів ресторанного господарства необхідно визначити орієнтувальні витрати теплоти на опалення будівлі за опалювальний період. Для розрахунку можна використовувати питому теплову характеристику будівлі q_o , яка становить годинну витрату теплоти на опалення $1m^3$ будівлі при $1^\circ C$ розрахункової різниці температур повітря. Річні

витрати теплоти на опалення будівлі $Q_{річ}^0$, кДж, необхідно розраховувати за формулою:

$$Q_{річ}^0 = q_0 \cdot a \cdot V \cdot (t_{в.сер.} - t_{сер.з.о.}) \cdot 24 \cdot T_0, \quad (1.14)$$

де q_0 – питома теплова характеристика будівлі для опалення, кДж/(м³·год·°C). Для закладів ресторанного господарства q_0 залежить від об'єму будівлі, так для закладів з об'ємом до 5000 м³ $q_0=1,47$; з об'ємом до 10000 м³ $q_0=1,38$, більше 10000 м³ $q_0=1,26$;

V – об'єм будівлі, який визначається по зовнішньому обміру (підраховується від рівню землі), м³;

a – коефіцієнт, що враховує вплив різниці температур ($t_{в.сер.} - t_{сер.з.о.}$), значення коефіцієнту a надані в додатку Н;

$t_{в.сер.}$ – середня температура внутрішнього повітря приміщень, яка характерна для більшості приміщень будівлі (додаток А), °C;

$t_{сер.з.о.}$ – середньодобова температура зовнішнього повітря за опалювальний період (додаток Б);

24 – тривалість роботи системи опалення на протязі доби, год.;

T_0 – тривалість опалювального періоду, діб (додаток Б).

1.3 Класифікація систем опалення

Система опалення створює в будівлі готелю атмосферу теплового комфорту, необхідні гігієнічні умови, нормальне повітряне середовище. Крім того, правильне функціонування системи опалення сприяє збереженню самої будівлі готелю, не дає йому відволжитися, промерзнути, деформуватися і передчасно зруйнуватися.

В опалювальний сезон система опалення повинна працювати безперебійно і при мінімальній витраті теплоти забезпечувати нормальну температуру повітря в усіх приміщеннях. Температура повітря в житлових номерах має бути не нижче 18 °C, у ванних кімнатах, душових кабінах, санвузлах не нижче 25 °C, у вестибюлях і на сходових клітинах не нижче 16 °C.

Передача теплоти від опалювальних приладів до повітря приміщення здійснюється шляхом конвекції або випромінювання, а також при їх поєднанні. Залежно від переважаючого способу теплопередачі, опалення приміщень може бути **конвективним** або

променистим.

До **конвективного** відносять опалення, при якому температура внутрішнього повітря $t_{в.н.}$ підтримується на більш високому рівні, чим радіаційна температура приміщення t_R ($t_{в.н.} > t_R$), розуміючи під радіаційною усереднену температуру поверхонь, обернених в приміщення, вчислену відносно людини, що знаходиться в середині цього приміщення. Це широко поширений спосіб опалення.

Променистим називають опалення, при якому радіаційна температура приміщення перевищує температуру повітря ($t_R > t_{в.н.}$). Променисте опалення при дещо зниженій температурі повітря (в порівнянні з конвективним опаленням) сприятливіше для самопочуття людини в приміщенні (наприклад, до 18-20 °C замість 20-22 °C в приміщеннях цивільних будівель).

Конвективне або променисте опалення приміщень здійснюється спеціальною технічною установкою, званою системою опалення.

Система опалення - це сукупність конструктивних елементів із зв'язками між ними, призначених для отримання, перенесення і передачі в усі приміщення кількості теплоти, необхідної для підтримки температури на заданому рівні, що обігріваються.

У системі опалення теплота потрібна для нагріву теплоносія, який подається в опалювальні прилади і підтримує в приміщеннях готелю необхідну температуру. Система опалення функціонує в холодну пору року.

Система опалення включає чотири взаємозв'язаних процеси:

- нагрів теплоносія за рахунок спалювання палива в генераторі теплоти;
- переміщення теплоносія до санітарно-технічної системи;
- використання теплоти теплоносія санітарно-технічною системою;
- повернення теплоносія на повторний нагрів.

Основні конструктивні елементи системи опалення:

- **теплоджерело** (джерело теплової енергії з вузлом приготування теплоносія) - елемент для отримання теплоти. При місцевому тепlopостачанні – теплогенератор, при централізованому тепlopостачанні – теплообмінник;
- **теплопроводи** (розводящі трубопроводи; гілки; підведення) - елемент для перенесення теплоти від теплотджерела до опалювальних приладів. Розводящі трубопроводи з'єднують джерело теплової енергії і вузол приготування теплоносія з гілками системи. Гілки трубопроводів

з'єднують розводящі трубопроводи з підведеннями до опалювальних приладів;

- **опалювальні прилади** (теплопередавальні поверхні) - елемент для передачі теплоти в приміщення.

Тепловий режим в будівлях і приміщеннях в холодну пору року може бути постійним і змінним залежно від їх призначення. Опалення приміщень в неробочий час називають черговим. Чергове опалення передбачають в неробочий час або під час перерв у використанні приміщень, коли за умовами технології виробництва та експлуатації устаткування, приладів і комунікацій необхідно підтримувати температуру повітря вище 0 °С. Чергового опалення не передбачають при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення вище - 5°С.

Системи опалення класифікують за наступними основними ознаками: **по місцю розташування джерела теплоти; по виду використаного теплоносія; за способом переміщення теплоносія.**

В залежності від розташування основних елементів, системи опалення можуть бути **місцевими і центральними.**

У **місцевих системах** опалення усі три основні елементи (теплогенератор, теплопроводи, опалювальні прилади) конструктивно об'єднані в одному пристрої та встановлені по місту в опалювальному приміщенні. Такі системи можна застосовувати для опалення невеликих підприємств ГРГ, їх радіус дії обмежений одним або двома суміжними приміщеннями.

До місцевих систем опалення відносять електричне, газове (при горінні газу безпосередньо в опалювальних установках) і пічне опалення.

В **центральных системах** опалення теплогенератор та комплекс теплопроводів і теплопередавальних поверхонь територіально розташовані в різних місцях, тобто винесені за межі опалювальних приміщень або взагалі за межі будинку - в центральному тепловому пункті (ЦТП), на тепловій станції (котельній, що окремо стоїть) або теплоелектроцентралі (ТЕЦ). Такі системи можна застосовувати для опалення великих підприємств ГРГ із числом місць 50 і більше.

Центральна система опалення називається **районною**, коли група будівель опалюється з центральної теплової станції, що окремо стоїть. Теплогенератори, теплообмінники та опалювальні прилади системи тут також розділені: теплоносій нагрівається на тепловій станції, переміщається по зовнішніх і внутрішніх теплопроводах в окремі

приміщення кожної будівлі до опалювальних приладів і, охолодившись, повертається на теплову станцію.

В центральних системах опалення найчастіше використовуються два теплоносії. Первинний високотемпературний теплоносій переміщається від ТЕЦ або теплової станції по міських розподільних теплопроводах до ЦТП або безпосередньо до місцевих теплових пунктів будівель і назад. Вторинний теплоносій після нагрівання в теплообмінниках (чи змішення з первинним) поступає по зовнішніх і внутрішніх теплопроводах до опалювальних приладів приміщень будівель, що обігріваються, і потім повертається в ЦТП або місцевий тепловий пункт.

Перенесення теплоти може здійснюватися за допомогою рідкого або газоподібного рухомого середовища, відповідно до вимог, що пред'являються до системи опалення. Рідке (вода або спеціальна незамерзаюча рідина - антифриз) або газоподібне (пара, повітря, нагріті гази - продукти згорання палива) середовище, що переміщається в системі опалення, називається **теплоносієм**. Теплоносій - речовина, яка акумулює теплоту, а потім передає її від генератора теплоти до теплоспоживаючих пристроїв санітарно-технічної системи.

Як теплоносії в системах опалення використовують **воду, пару, повітря, димові гази**. Останнім часом в невеликих системах опалення стали застосовувати спеціальні рідини, **антифризи**.

Кожна з перерахованих речовин має певні фізичні властивості та експлуатаційні характеристики, що реалізуються в конкретних видах систем опалення.

Найважливішими фізичними властивостями теплоносіїв є теплоємність (масова), теплопровідність, густина (об'ємна маса). Експлуатаційними характеристиками теплоносіїв є вартість, недефіцитність, нешкідливість, а також неагресивність по відношенню до матеріалів конструкцій.

Вид основного (вторинного) теплоносія визначає систему опалення: **водяна; парова; повітряна; комбінована (змішана)**.

1.3.1 Системи водяного опалення

У водяних системах опалення в якості теплоносія застосовують воду, у деяких випадках водні розчини етиленгліколю, пропіленгліколю – антифризи, які не замерзають при температурах нижчих 0° С.

Вода є рідким, практично нестискуваним середовищем зі значною густиною і теплоємністю. Вода має найбільшу масову теплоємність $c=4,19$ кДж/(кг·°C), що дає можливість в порівняно невеликому об'ємі транспортувати та акумулювати значну кількість теплоти в одиниці її маси. Вода змінює густину, об'єм і в'язкість залежно від температури (один кубічний метр води при температурі 70 °C має масу 977,81 кг, а при температурі 95 °C - 961,92 кг), а температуру кипіння залежно від тиску. Теплопровідність води дуже велика, що дозволяє створювати ефективні теплообмінні апарати.

Важливою експлуатаційною характеристикою води як теплоносія являється її здатність з рідкого стану переходити в твердий або пароподібний стан. При температурі нижче 0 °C вода замерзає, при цьому об'єм льоду перевищує об'єм первинної маси води. Цю обставину слід враховувати при зупинці циркуляції води в системах (в період негативних зовнішніх температур) щоб уникнути їх механічного руйнування. Вода починає кипіти при температурі (100 °C), залежній від тиску (0,1 МПа). Якщо температуру води потрібно підняти вище 100 °C, наприклад до 150 °C, то тиск потрібно підвищити до 0,5 МПа.

Антифризи є 50...60 %-ними водними розчинами технічного етиленгліколю (двоатомного спирту). Вони отруйні і дуже корозійно-активні по відношенню до сталі. Антифризи не замерзають при негативних температурах (до мінус 40 °C), що робить їх перспективними для використання в системах опалення періодичної дії. Густина антифризу менша, ніж густина води, проте збільшення його об'єму при нагріванні значно більше, що слід враховувати при експлуатації систем, заповнених антифризом. Завдяки високій вартості і дефіцитності антифризи широкого застосування в системах опалення не знайшли.

Системи водяного опалення поділяють:

1. За способом переміщення (транспортування, циркуляції) **теплоносія: з природною** (гравітаційною) **і примусовою** (насосною, механічною, штучною) циркуляцією.

Системи з природною циркуляцією інакше називають гравітаційними системами (від лат. *gravitas* - тяжкість). Циркуляція води в таких системах виникає за рахунок різниці гідростатичного тиску двох стовпів води однакової висоти під дією гравітаційного поля Землі. Різні гідростатичні тиски виникають за рахунок різниці густин охолодженої і гарячої води в системах водяного опалення.

На рис. 1.5 представлена принципова схема системи водяного

опалення з природною циркуляцією теплоносія.

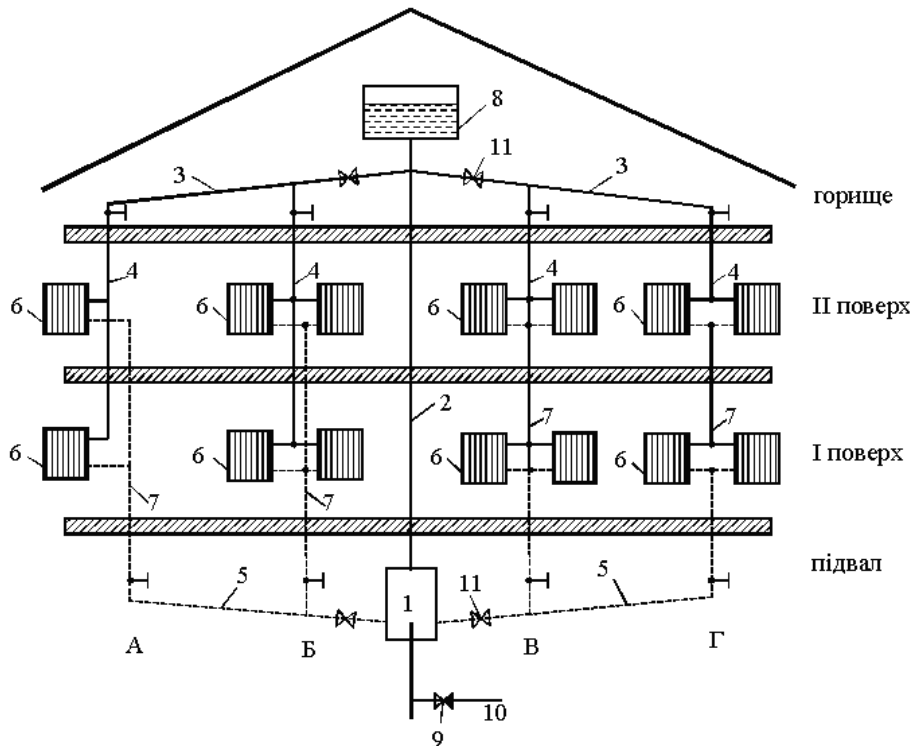


Рисунок 1.5 – Система водяного опалення з природною циркуляцією теплоносія: А, Б - двотрубна система опалення; В - однотрубна система із замикальними ділянками; Г - однотрубна система проточного типу; 1 - генератор теплоти (котел, водонагрівач); 2 - головний стояк; 3 - подавальна магістраль; 4 – подавальний стояк; 5 - зворотна магістраль; 6 - нагрівальний прилад; 7 - зворотний стояк; 8 - розширювальна посудина; 9 - зворотний клапан; 10 - трубопровід холодної води; 11 - запірний вентиль

При природній циркуляції гаряча вода (вода нагріта в генераторі теплоти), що має меншу питому вагу чим охолоджена, прагне піднятися від котла головним стояком нагору, потім – подавальними магістралями розподіляється до вертикальних подавальних стояків і потрапляє в опалювальні прилади. Потрапляючи до нагрівальних приладів, через їхні стінки віддається теплота повітрю приміщення та, охолоджуючись, одночасно важчаючи, опускається вниз зворотними стояками і зворотними магістралями знову потрапляє до котла.

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 до теплового пункту (або котла) називається **циркуляційним кільцем**, а рух води кільцем – **циркуляцією**.

У зв'язку із зміною густини води, підвищенням, що викликається, або пониженням її температури, в системах водяного опалення у найвищій точці системи встановлюються розширювальні баки, які сполучені з атмосферою. Надлишок гарячої води накопичується в цьому баку, а при охолодженні ця вода компенсує відсутню її кількість.

В процесі нагрівання з води виділяються повітряні бульбашки, які, потрапляючи до системи опалення, утворюють водяні пробки, що ускладнюють її роботу. Оскільки повітря легше за воду, то воно, піднімаючись до верхньої частини системи, видаляється в атмосферу через розширювальний бак. При цьому, подавальні та зворотні магістралі прокладаються з ухилом, завдяки чому повітря, при невеликій швидкості теплоносія, вдається із зустрічного потоку проникнути до розширювального бака і вийти в атмосферу. Крім того, в разі необхідності спорожнювання системи вода самопливом буде видалятися за межі будівлі.

Сфера застосування систем водяного опалення із природною циркуляцією теплоносія обмежена невеликою довжиною (до 30 м від головного стояка) і невеликою висотою будівель (не більше 3-х поверхів) в невеликих одно-, двух- і триповерхових готелях, розташованих в приміській або сільській місцевості.

Примусова циркуляція здійснюється в системах водяного опалення циркуляційними насосами (рис. 1.6). Насос влаштовується на зворотному магістральному трубопроводі перед водопідігрівачем, розташованим у тепловому пункті (або котлом). Завдяки тому, що рух води здійснюється за допомогою насоса, швидкість руху води в трубопроводах значно вище, ніж в гравітаційній системі. Це дозволяє зменшити діаметри трубопроводів, що здешевлює систему опалення і дозволяє збільшити радіус її дії.

Завдяки збільшенню швидкостей руху води до 1-1,5 м/с (громадські будинки) і 3 м/с (промислові будівлі) для видалення повітря із всіх точок системи приймаються такі конструктивні рішення: похили подаючих магістралей влаштовують у напрямку, зворотньому руху води; у верхніх точках системи (кінці подаючих магістральних

трубопроводів) влаштовують повітрозбірники; розширювальний бак приєднують до зворотного трубопроводу перед насосом за ходом води. Регулювальні крани влаштовують не тільки на підведеннях до кожного радіатора, але й на кожному подаючому і зворотному стояках. При цьому, насосні системи можуть не мати насоса в межах будинку, а можуть бути замінені одним насосом на ТЕЦ або в районній котельні. Замість відцентрового насоса може бути встановлений елеватор.

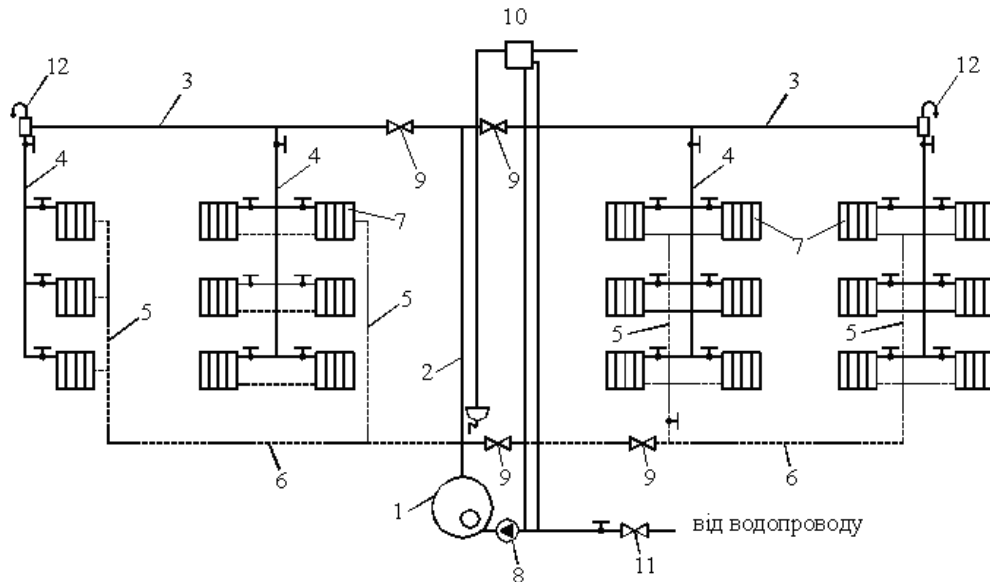


Рисунок 1.6 – Система водяного опалення із примусовою циркуляцією теплоносія (вертикальна двотрубна системи опалення з верхньою розводкою магістралей): 1 - котел; 2 - головний стояк; 3 - подавальні магістралі; 4 - подавальні стояки; 5 - зворотні стояки; 6 - зворотні магістралі; 7 - нагрівальні прилади; 8 - насос; 9 - запірні клапани; 10 - розширювальний бак; 11 - зворотний клапан; 12 – повітрозбірник

Системи з насосною циркуляцією мають більш високі технічні та санітарно-гігієнічні показники, на їхнє виготовлення витрачається менше металу, однак у системах із природною циркуляцією немає витрат на обслуговування насосів та електроенергію.

2. За розташуванням магістралей: з верхньою розводкою при прокладанні розвідних магістралей вище нагрівальних приладів і **з нижньою розводкою** при прокладанні розвідних магістралей нижче нагрівальних приладів. В деяких випадках зустрічаються системи зі **змішаною розводкою**, коли один з розводящих трубопроводів прокладається по горищу, а другий - по підвалу.

У багатоповерхових будівлях з вертикальними двотрубними системами опалення повинно проектуватися, як правило, з нижньою розводкою магістралей, а при теплопостачанні від дахової котельної - верхня (по горищу) розводка, що подає і зворотного трубопроводів. Змішана розводка магістральних трубопроводів (одна труба на горищі, друга, - в підвалі) не рекомендується через неможливість установки на стояках регулювальників перепаду тиску.

Система водяного опалення з верхньою розводкою і природною циркуляцією (рис. 1.7, а) працює таким чином. Вода з котла надходить в головний стояк, з якого потрапляє в подаючий магістральний трубопровід, а з нього - в подаючі стояки. Із стояків вода по підведеннях надходить в опалювальні прилади, в яких, охолоджуючись, віддає теплоту повітрю приміщення і через зворотні підведення потрапляє у зворотні стояки, зворотний магістральний трубопровід і повертається в котел.

Система водяного опалення з нижньою розводкою і природною циркуляцією (рис. 1.7, б) отримала таку назву через розташування подаючого магістрального трубопроводу в нижній частині будинку (у підвалі, підпільному каналі, технічному підпіллі). Виконується така система за двома варіантами, які відрізняються схемами видалення повітря: з централізованим відведенням повітря через повітровідвідні труби (ліва частина схеми на рис. 1.7, б) і з відведенням повітря на кожному опалювальному приладі через повітряні крани (права частина схеми).

Повітровідвідні трубопроводи забезпечують транспортування повітря до розширювального баку, де воно видаляється із системи. Повітряні крани влаштовані таким чином, що пропускають при повному відкритті тільки повітря.

Розширювальний бак в обох схемах використовується для створення додаткової ємності, необхідної для компенсації розширення води при нагріванні, видалення повітря і підтримування гідростатичного тиску води в системі опалення.

Система водяного опалення з верхньою розводкою і примусовою циркуляцією, двотрубна (рис. 1.6) працює таким чином. Гаряча вода за допомогою насоса видавлюється з котла до головного стояка, потім – до подавальних магістралей та подавальних стояків, з яких потрапляє до нагрівальних приладів. Віддавши теплоту повітрю приміщень, охолоджена вода зворотними стояками і зворотними магістралями за допомогою насоса надходить до котла.

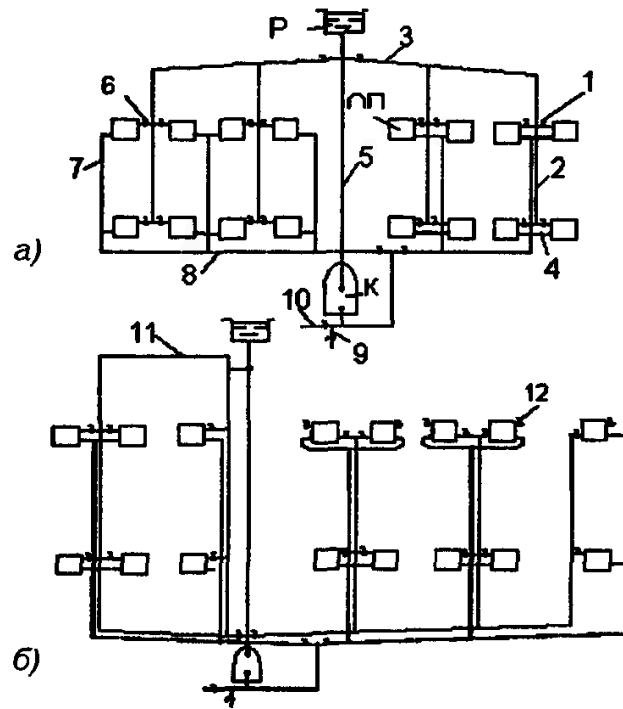


Рисунок 1.7 - Принципова схема системи водяного опалення з верхнім (а) і нижнім (б) розведенням і природною циркуляцією: К - водогрійний котел; ОП - опалювальні прилади; РБ - розширювальний бак; 1 - регулювальні крани; 2 - подаючі стояки; 3 - подаючий магістральний трубопровід; 4 - зворотні відведення 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

Подавальні магістралі у таких системах прокладені вище нагрівальних приладів, як правило, на горищі опалювальної будівлі з підйомом від головного стояка. Тут наприкінці підйому встановлюють автоматичні повітрозбірники, через які видаляється повітря із системи. У системах із примусовою циркуляцією швидкість руху води надзвичайно висока й тому, на відміну від систем із природною циркуляцією, повітря не може видалятися через розширювальні посудини, переборюючи натиск води. Крім того, у таких системах розширювальна посудина підключається до зворотної магістралі безпосередньо перед усмоктувальним патрубком насоса. Це робиться для того, щоб забезпечити у всій системі тиск вище

атмосферного та гарантувати тим самим систему від закипання в ній води. Недоліками систем з верхньою розводкою є марні втрати теплоти та можливість затоплення розташованих нижче поверхів у разі аварії трубопроводів.

Система водяного опалення з нижньою розводкою і примусовою циркуляцією, двотрубна застосовуються в будівлях з безгорищними дахами (рис. 1.8).

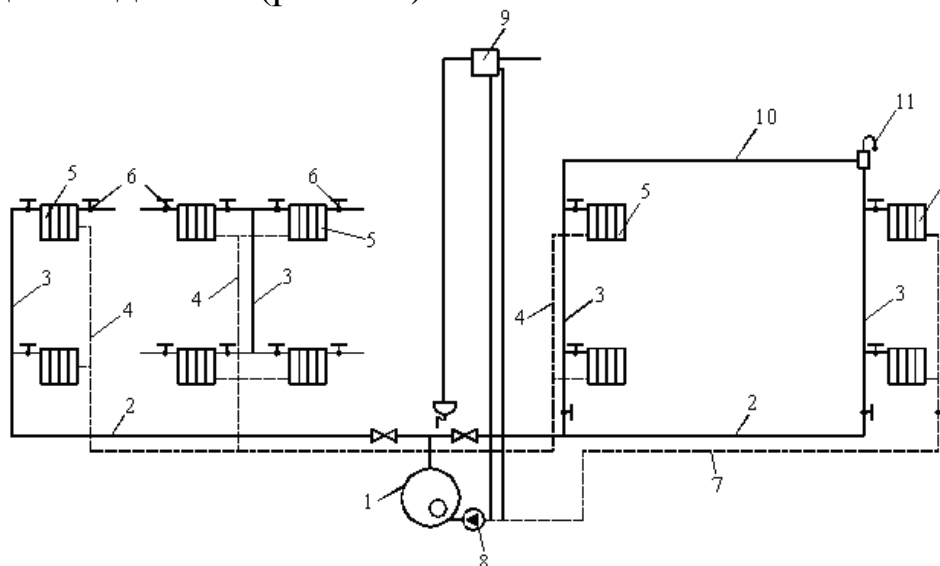


Рисунок 1.8 – Вертикальна система водяного опалення двотрубна, з нижньою розводкою магістралей, із примусовою циркуляцією теплоносія: 1 - котел; 2 - подавальні магістралі; 3 - подавальні стояки; 4 - зворотні стояки; 5 - нагрівальні прилади; 6 - повітроуловлювальний бак; 7 - зворотні магістралі; 8 - насос; 9 - розширювальний бак; 10 - повітряна лінія; 11 – повітрозбірник

Теплоносій з котла надходить одразу до розвідних магістральних трубопроводів, які прокладають в підлогових каналах першого поверху або під стелею підвалу. Далі гаряча вода вертикальними стояками надходить знизу вгору до нагрівальних приладів, а охолонувши, спускається донизу і зворотними стояками та зворотними магістралями надходить до котла для повторного нагрівання. Тут також, як і в системах з верхньою розводкою, є насос для транспортування теплоносія та розширювальна посудина, що також підключається до зворотної магістралі перед усмоктувальним патрубком насоса. Розширювальна посудина також має труби: розширювальну, циркуляційну, сигнальну та переливну. Деякі

незручності в таких системах пов'язані з видаленням повітря. Тут повітря видаляють або через спеціальну повітряну лінію (10), що прокладається під стелею верхнього поверху або через спеціальні повітряні крани (6), встановлені на всіх нагрівальних приладах верхнього поверху. Достоїнством систем з нижньою розводкою є: неможливість затоплення розташованих нижче поверхів, відсутність втрат теплоти розвідними магістралями. Крім того, в міру спорудження будівлі, можна поступово вводити систему в дію – поповерхово.

Двотрубні системи водяного опалення доцільно застосовувати для опалення малоповерхових, в основному дво- і триповерхових будівель. Для опалення багатоповерхових будівель рекомендується використовувати однотрубні системи.

Система водяного опалення зі змішаною горизонтальною розводкою, однотрубними стояками і регульованими вручну кранами (рис. 1.9) застосовується в будівлі з горищем і підвалом в тих випадках, коли високі вимоги до рівня теплового комфорту не пред'являються, а обмежений в засобах замовник виконав необхідні обґрунтування і отримав дозвіл на застосування однотрубною системи опалення без РТК.

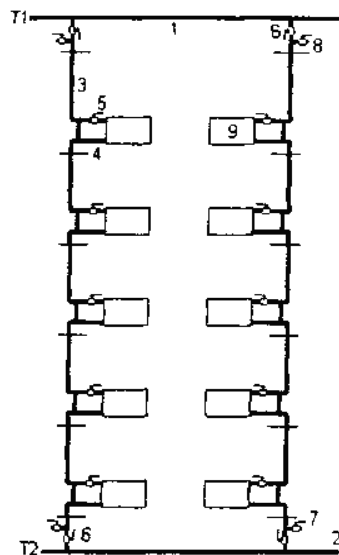


Рисунок 1.9 - Системи опалення зі змішаною горизонтальною розводкою, вертикальними однотрубними стояками з одностороннім приєднанням радіаторів: 1,2 - трубопроводи змішаної розводки; 3 - однотрубний стояк; 4 - підводка; 5 - радіаторний кульовий кран; 6 - відключаючий кульовий кран на стояку; 7 - спусковий кран; 8 - повітряний кран; 9 - опалювальний прилад

Система опалення зі змішаною переверненою розводкою (рис. 1.10) може застосовуватися в тих випадках, коли немає можливості добре теплоізолювати головний стояк з тим, щоб уникнути зайвих теплових втрат. У однотрубних системах перевернена циркуляція сприяє також більш рівномірному розміщенню секцій радіаторів на різних поверхах одного стояка.

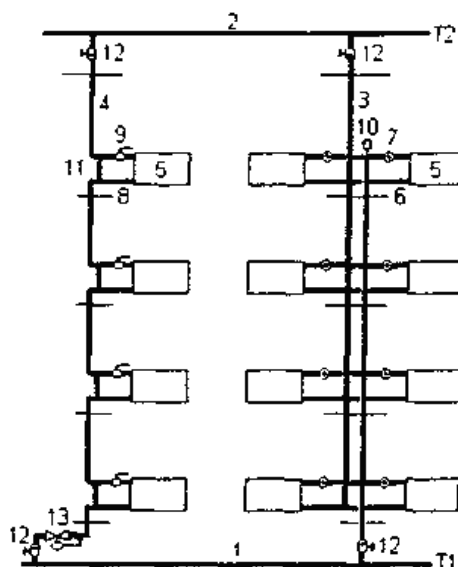


Рисунок 1.10 - Система опалення з переверненою змішаною розводкою, вертикальними одно- і двотрубними стояками з регульованим однотрубним стояком: 1,2 - трубопроводи змішаної розводки; 3 - двотрубний стояк; 4 - однотрубний стояк (наприклад, для коридорів); 5 - опалювальний прилад; 6,8 - підводка; 7 - радіаторний термостатичний клапан; 9 - кульовий клапан; 10 - повітряний автоматичний клапан; 11 - замикаюча ділянка; 12 - замковий вентиль з отвором для спуску; 13 - регулювальник постійності витрати

3. За напрямом руху води в подавальній та зворотній магістралі: із зустрічним (тупикові) і попутним (в одному напрямі) рухом води.

Зустрічний рух води характеризується різним напрямком руху води в магістральних подаючому і зворотному трубопроводах і різною довжина циркуляційних кілець 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, а отже, й теплоти. Правильним підбором діаметрів труб цього можна уникнути.

Системи з попутним рухом води (рис. 1.11) характеризуються такими показниками: однаковим напрямком руху води в подаючому і зворотному трубопроводах та однаковою довжиною циркуляційних кілець. Завдяки останньому через всі опалювальні прилади проходить приблизно однакова кількість води, що забезпечує розрахункову тепловіддачу. Недоліком цих систем є велика довжина труб, а отже, менша економічність. Такі системи використовують у великих громадських будинках і в довгих (у плані) виробничих будинках.

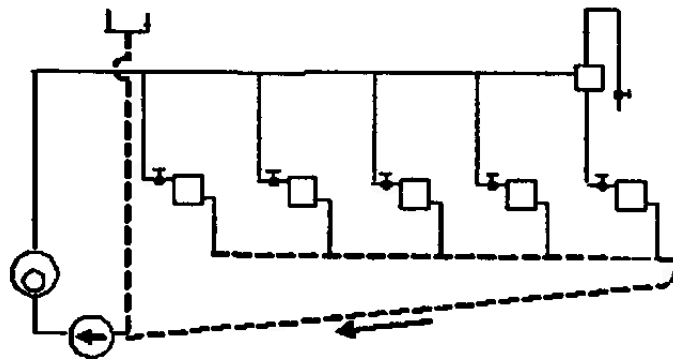


Рисунок 1.11 - Схема системи водяного опалення з попутним рухом води

Розводки трубопроводів з попутним рухом води конструюються так, щоб протяжність циркуляційних кілець через усі гілки системи була однаковою.

4. За положенням труб (по розташуванню в просторі) по вертикалі або по горизонталі: **вертикальні та горизонтальні**. Вертикальні гілки прийнято називати стояками.

Системи опалення з нижньою розводкою і вертикальними двотрубними стояками (рис. 1.12, а) застосовуються в будівлях, де немає горища, а вимоги до рівня теплового комфорту досить високі. Тут РТК стоять у кожного радіатора, а крім того, на стояках встановлені регулювальники перепаду тиски, які сприяють ефективнішій роботі РТК.

Систему опалення з двотрубними горизонтальними нижніми гілками (рис. 1.13, а) рекомендується застосовувати там, де немає технічних поверхів для прокладення розводящих трубопроводів. Якщо в приміщеннях немає балконів, горизонтальні гілки зручно прокладати уздовж зовнішньої стіни на рівні плінтуса або усередині декоративного плінтуса, що спеціально виготовляється. Там, де є балкони, горизонтальну гілку прокладають в підлозі.

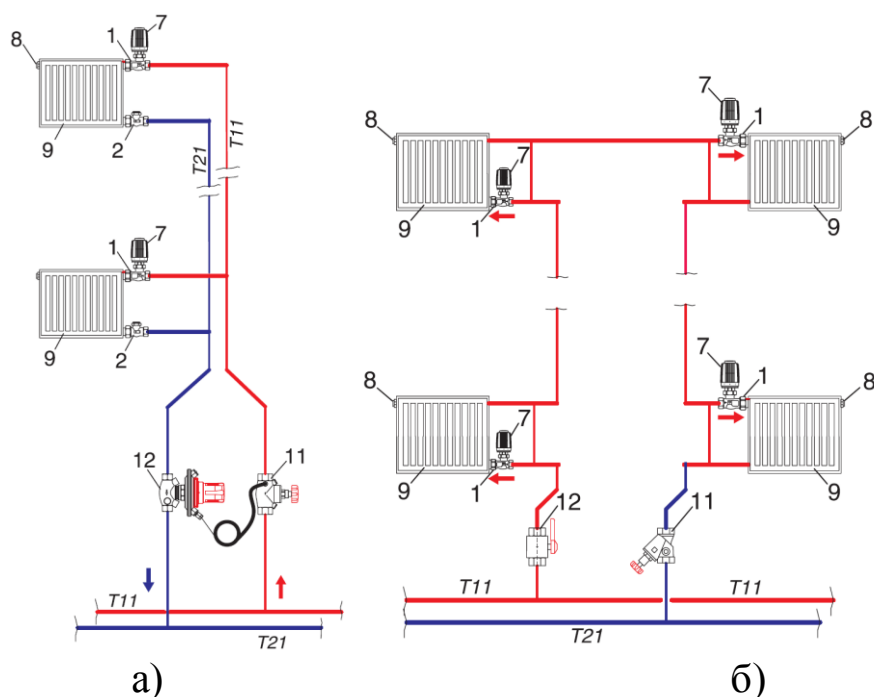


Рисунок 1.12 - Системи водяного опалення з вертикальними стояками: а – з нижньою розводкою, вертикальними двотрубними стояками з одностороннім приєднанням радіаторів; б – з нижньою розводкою, вертикальними однострубними стояками з одностороннім приєднанням радіаторів; 1 - клапан термостатичний, прохідний; 2 - вентиль балансовий, прохідний; 3 - клапан термостатичний; 4 - гарнітур для підключення радіаторів; 5 - вузол одномісного підключення; 6 - вузол підключення для двотрубних систем; 7 - регулювальник радіаторний, термостатичний; 8 - повітровідвідник; 9 - опалювальний прилад; 10 - опалювальний секційний прилад; 11 - вентиль замковий; 12 - регулювальник перепаду тиску

Систему опалення з однострубними горизонтальними нижніми гілками з груповим автоматичним регулюванням (рис. 1.13, б) рекомендується застосовувати в будівлях з великими приміщеннями, в кожному з яких встановлено декілька опалювальних приладів.

Система опалення з горизонтальною верхньою розводкою і вертикальними двотрубними стояками (рис. 1.14) може застосовуватися в будівлі з даховою котельною за наявності в ній горища. Для того, щоб можна було злити воду із стояків під час ремонту, в нижній їх частині

мають бути спускові вентиля. Перед кожним опалювальним приладом встановлений РТК.

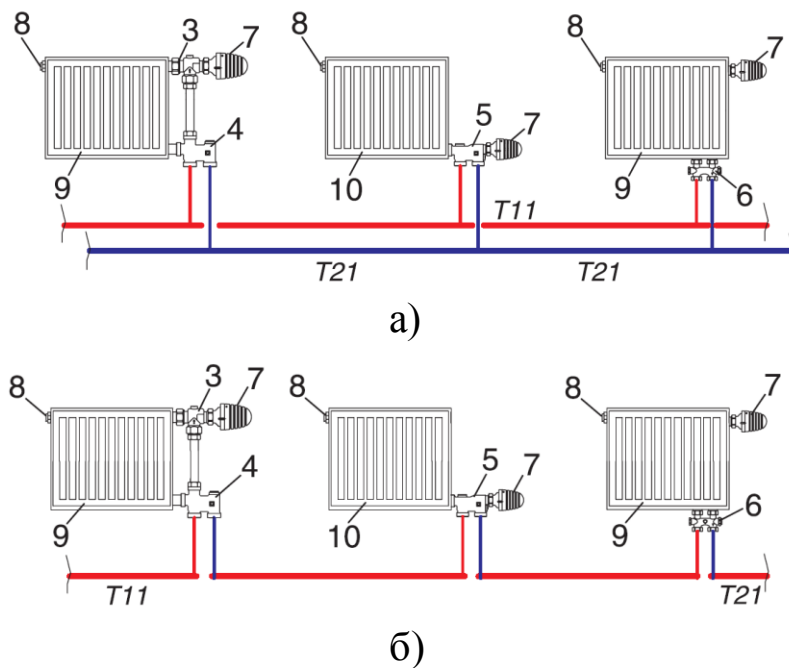


Рисунок 1.13 - Системи водяного опалення з горизонтальними нижніми гілками: а – двотрубна; б – однотрубна

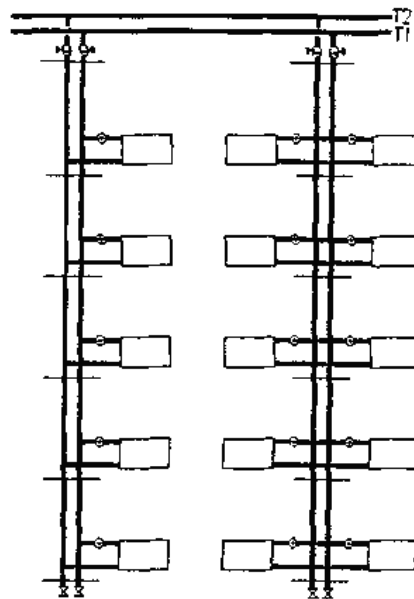


Рисунок 1.14 - Система опалення з горизонтальною верхньою розводкою, вертикальними двотрубними гілками з одностороннім (ліворуч) і двостороннім приєднанням радіаторів: 1 - трубопроводи верхньої розводки; 2,3 - вертикальна двотрубна гілка (стояк); 4 - підводка; 5 - радіаторний термостатичний клапан (РТК); 6 - опалювальний прилад; 7 - замковий вентиль з отвором для спуску; 8 - спусковий вентиль

5. По конструкції стояків (схемі приєднання до них нагрівальних приладів; за способом приєднання підведень) можуть бути: **однотрубні та двотрубні**.

Однотрубні системи водяного опалення – системи з послідовним з'єднанням приладів, (рис. 1.15), які характеризуються наявністю тільки одного стояка; внаслідок чого гаряча вода проходить послідовно через декілька опалювальних приладів по вертикалі, а потім надходить в котел.

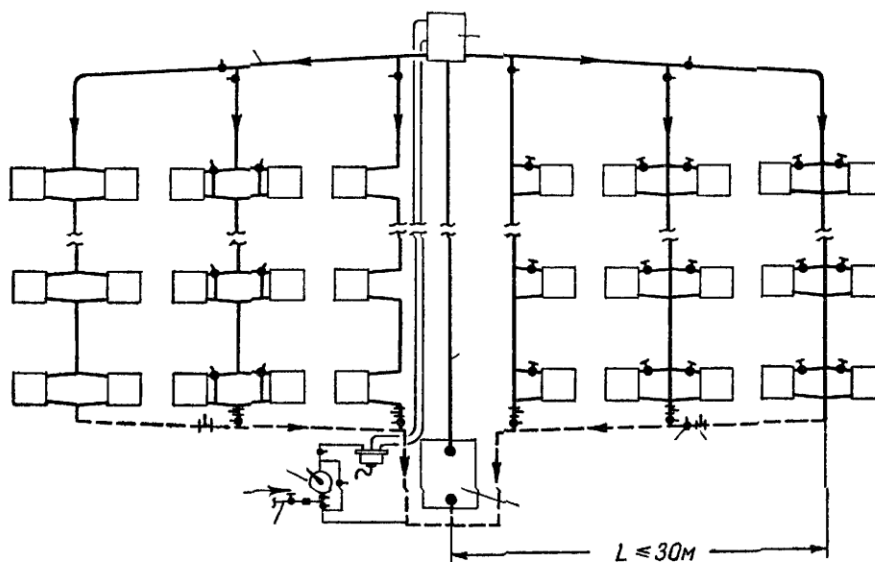


Рисунок 1.15 - Однотрубна система водяного опалення з природною циркуляцією

Однотрубні системи, які в порівнянні з двотрубними мають меншу довжину і масу труб, дозволяють уніфікувати окремі вузли і деталі, скорочувати витрати праці на монтаж систем. Крім того, порівняно стійкий гідравлічний режим дозволяє відмовитися від пуско-налагоджувального регулювання при здачі однотрубних систем в експлуатацію.

Однотрубні системи опалення допускається застосовувати при реконструкції будівель, в яких такі системи раніше існували, а в новому будівництві - при техніко-економічному обґрунтуванні.

Двотрубні системи водяного опалення характеризуються наявністю двох стояків (рис. 1.16). Один стояк - подаючий - транспортує воду до опалювальних приладів, інший - зворотний - відводить воду, яка віддала тепло в опалювальних приладах, в зворотний магістральний трубопровід, за допомогою якого вода повертається в котел або тепловий пункт.

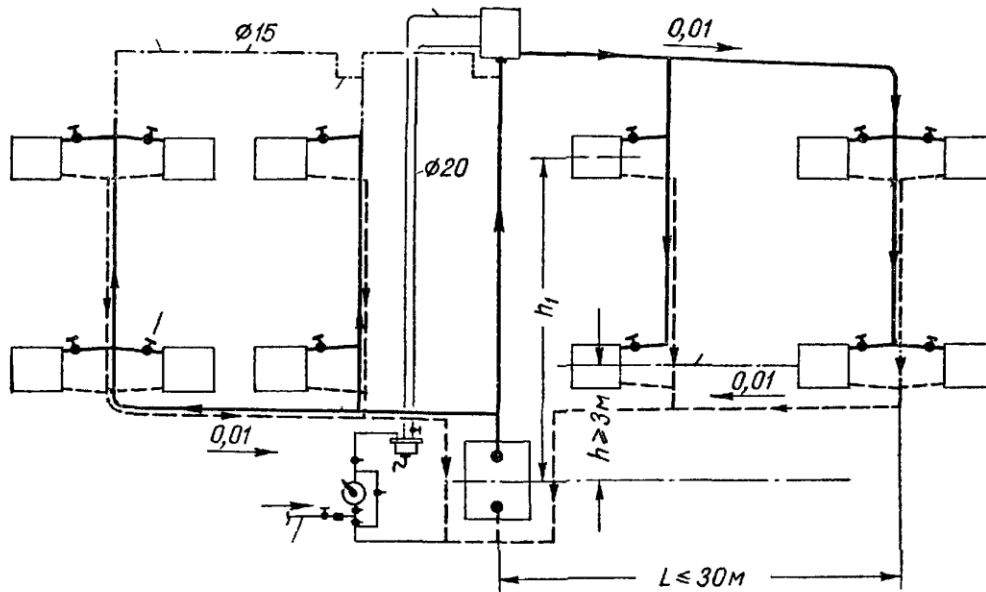


Рисунок 1.16 - Двотрубна система водяного опалення з природною циркуляцією

Двотрубні системи водяного опалення можуть бути з паралельним з'єднанням приладів, а також біфілярні (двопотокові) - з послідовним з'єднанням спочатку усіх перших половин приладів, потім для течії води у зворотному напрямі усіх других їх половин – тобто при зустрічному русі води у двох частинах кожного опалювального приладу, послідовно з'єднаних трубами.

У будівлях з двотрубними системами для опалення допоміжних приміщень (санітарних вузлів, сходових клітин, комор і так далі) можуть проектуватися однотрубні стояки.

6. За температурою теплоносія: низькотемпературні з граничною температурою гарячої води $t < 70^\circ\text{C}$, середньотемпературні при $t = 70 \dots 100^\circ\text{C}$ і високотемпературні при $t > 100^\circ\text{C}$. Максимальне значення температури води обмежене 150°C .

Недоліки системи водяного опалення:

- присутність розчинених у воді солей жорсткості призводить до заростання живого перерізу теплообмінних апаратів і трубопроводів;
- значний гідростатичний тиск в системі опалення;
- значна теплова інерція води, що затримує зміну температури приміщення при регулюванні теплопередачі опалювальних приладів;
- обмежена швидкість руху води в теплопроводах у зв'язку з шумовою межею і великими втратами тиску при її циркуляції.

Переваги системи водяного опалення:

- високі санітарно-гігієнічні властивості;
- висока надійність і довговічність;

- відносно низька вартість води, проте слід мати на увазі, що вода може містити домішки (соли жорсткості, кисень, азот), видалення яких вимагає додаткових капіталовкладень;
- легкість у регулюванні кількістю теплоти.

1.3.2 Системи парового опалення

Водяна пара є легкорухливим середовищем з порівняно малою густиною. Температура і густина пари залежать від тиску. Із збільшенням тиску густина пари збільшується. При однаковому тиску і температурі густина водяної пари менша, ніж густина води і повітря.

Розрізняють пару насичену (вологу) і перегріту (суху). Вміст теплоти в 1 кг насиченої пари більший, ніж в 1 кг води на кількість прихованої теплоти пароутворення, залежної від тиску пари. Наприклад, при тиску 0,1 МПа прихована теплота пароутворення 1 кг насиченої пари складає $r=2242$ кДж/кг.

Насичену пару зазвичай використовують у парових системах опалення, оскільки вона при охолодженні, конденсуючись, віддає приховану теплоту пароутворення, значно перевершуючи теплоту перегрівання пари. Ефективність передачі теплоти від пари до стінки в процесі конденсації дуже висока, що дозволяє робити парові теплообмінники компактними.

Парові системи опалення характеризуються двома середовищами, які рухаються трубопроводами, - паром і конденсатом і двома видами трубопроводів - паропроводами і конденсатопроводами. Перші прокладають від джерела пари (котлів чи вводу) до опалювальних приладів, а другі - від опалювальних приладів до котла чи вводу. Рух пари у паропроводах здійснюється за рахунок різниці тиску пари на початку і в кінці паропроводу (біля котла чи вводу і біля опалювального приладу).

У парових системах втрати конденсату компенсують спеціально обробленою водою, звільненою від солей твердості. Дуже важливо, щоб в процесі роботи парової системи втрати конденсату були б зведені до мінімуму, оскільки підготовка підживлюючої води вимагає спеціальних пристроїв. Використання непідготовленої води для підживлення парових котлів з водопроводу різко скорочує термін служби парового котла із-за відкладення накипу на поверхнях нагріву котла.

Залежно від абсолютного тиску пари системи парового

опалення підрозділяють на:

- вакуум-парові - при абсолютному тиску пари менше 0,10 МПа;
- низького тиску - при тиску пари 0,10...0,12 МПа;
- низького (підвищеного) тиску - при тиску 0,12...0,17 МПа;
- високого тиску - при абсолютному тиску пари 0,17...0,27 МПа.

Системи опалення високого тиску, як правило, застосовують у випадках, коли на підприємстві є виробничі споживачі пари підвищеного тиску. Вони дешевші за системи низького тиску за рахунок менших діаметрів паропроводів і деякого зменшення поверхні опалювальних приладів.

Залежно від **конструктивних особливостей і трасування трубопроводів** системи парового опалення підрозділяються (рис. 1.17-1.19):

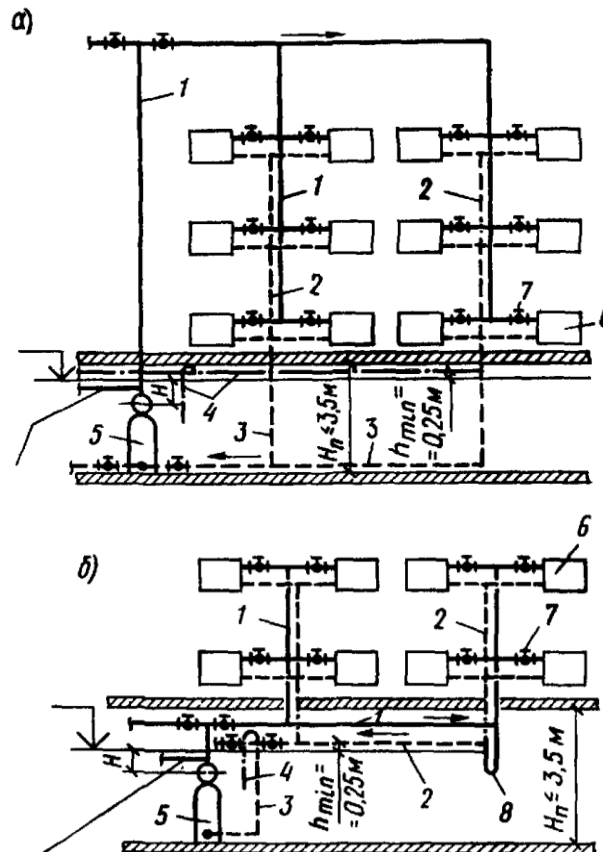


Рисунок 1.17 - Схеми систем парового опалення низького тиску замкнутих відкритих: а - з верхньою розводкою паропроводу і мокрим конденсатопроводом; б - з нижньою розводкою паропроводу і сухим конденсатопроводом; 1 - паропровід; 2 і 3 - сухий і мокрий безнапірний конденсатопроводи; 4 - повітряна труба; 5 - котел; 6 - опалювальний прилад; 7 - вентиль; 8 - гідравлічний затвор

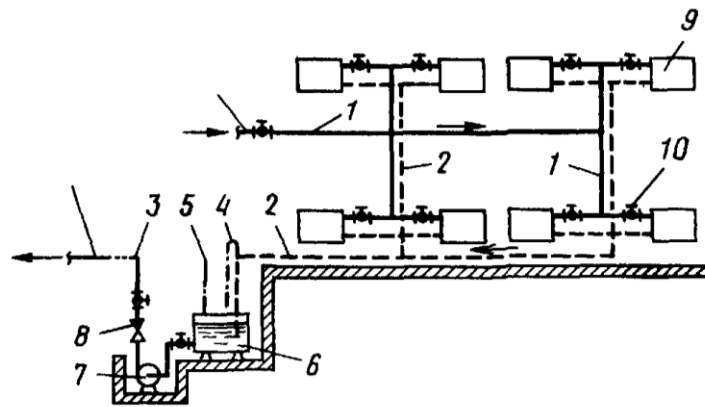


Рисунок 1.18 - Система парового опалення низького тиску розімкненою відкритою з середньою розводкою паропроводу і сухим конденсатопроводом: 1 - паропровід; 2 і 3 - сухий і мокрий напірний конденсатопроводи; 4 і 5 - повітряна і атмосферна труби; 6 - конденсатний бак; 7 - насос; 8 - зворотний клапан; 9 - опалювальний прилад; 10 - вентиль

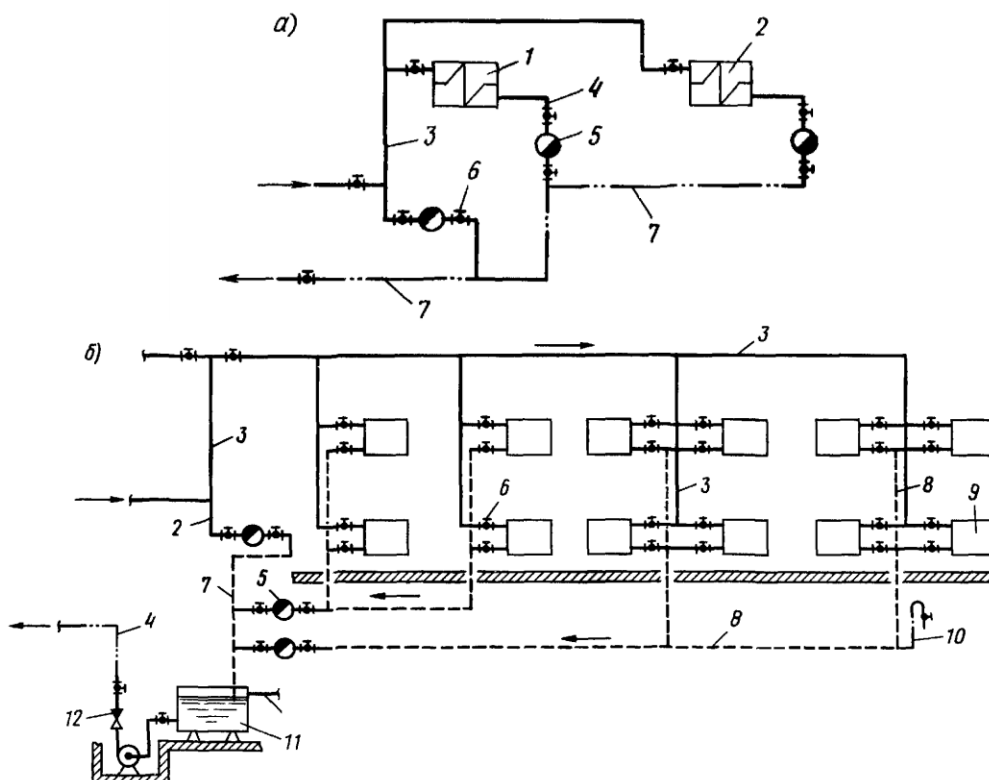


Рисунок 1.19 - Схеми закритих систем парового опалення високого тиску замкнутої (а) і розімкненої (б); 1 і 2 - перша і друга системи опалення; 3 - паропровід; 4, 7, 8 - мокрий напірний, двофазний і сухий конденсатопроводи; 5 - конденсатовідвідник; 6 - вентиль; 9 - опалювальний прилад; 10 - повітряна труба; 11 - конденсатний бак; 12-зворотний клапан

- двотрубні вертикальні і однотрубні вертикальні і горизонтальні;
- з верхньою, нижньою і проміжною (середньою) розводкою магістрального паропроводу;
- з тупиковим і попутним рухом пари і конденсату.

При нижній розводці пари в підйомних і вертикальних стояках конденсат, стікаючи по стінках труб назустріч парі, періодично перекриває живий переріз паропроводу, що викликає гідравлічні удари. Для спокійнішої евакуації конденсату паропроводи прокладають з ухилом у бік руху пари, а конденсатопроводи у бік котла. Для перепускання попутного конденсату з паропроводів в конденсатопровід влаштовують спеціальні перепускні петлі.

За способом повернення конденсату в котел або зовнішні теплові мережі системи опалення можуть бути:

- з самопливним поверненням конденсату (замкнуті системи), в яких конденсат переміщується за рахунок гідростатичного тиску або спеціально передбаченого залишкового тиску пари в системі (рис. 1.17, а,б; 1.19, а);
- з поверненням конденсату за допомогою поживного насоса (розімкнені системи), коли конденсат перекачується насосом з проміжного конденсаційного бака (рис. 1.18; 1.19, б).

Системи парового опалення, безпосередньо сполучені з атмосферою для випуску з них повітря, називаються відкритими (рис. 1.17; 1.18), а несполучені – закритими (рис. 1.19).

При дуже розгалуженій мережі парової системи самопливного повернення конденсату представляє значні труднощі, тому живлення парового котла виробляється за допомогою спеціального насоса. Цей насос забирає конденсат із збірного конденсаційного бака, куди конденсат самопливно або під дією залишкового тиску пари повертається з системи опалення. Підживлення парового котла за допомогою насоса виробляється періодично в міру падіння рівня води в сухопарнику.

Конденсатопроводи в системах парового опалення бувають:

- а) сухими, частково заповненими конденсатом, а частково повітрям (конденсатопровід в системах опалення низького тиску, розташований вище за рівень стояння конденсату, і в системах високого тиску між опалювальним приладом і конденсатовідвідником) (рис. 1.17, б; 1.18; 1.19);
- б) мокрими безнапірними, по яких конденсат переміщається

самопливно при повному заповненні трубопроводу (конденсатопроводи в системах опалення низького тиску, розташовані нижче за рівень стояння конденсату) (рис. 1.17, а);

в) мокрими напірними, по яких переміщується конденсат за допомогою насоса або за рахунок залишкового тиску пари (рис. 1.18, 1.19);

г) напірними двофазними (емульсивними), по яких конденсат переміщується спільно з пролітною парою і парою вторинного скипання (конденсатопровід в системах парового опалення високого тиску між конденсатовідвідником і конденсатним баком або розширювальним бачком) (рис. 1.19).

Класифікаційних характеристик систем парового опалення досить багато, але саме масове застосування знайшли лише системи низького тиску.

На практиці використовуються системи замкнуті, із самопливним поверненням конденсату до котла, і розімкнуті, з поверненням конденсату з конденсаційного бака за допомогою насоса. На рис. 1.18 подано схему замкнутої системи парового опалення із самопливним поверненням конденсату до котла.

До початку роботи систему заповнюють водою, так щоб її рівень був на рівні сухопарника котла. Коли вода закипає, утворена пара починає витісняти воду зі зворотного стояка доти, доки тиск у системі не досягне проектного. Цей тиск визначається висотою стовпа води h . У цей момент відкривають засувку, і пара спрямовується головним стояком, розвідними трубопроводами до нагрівальних приладів. При цьому із приладів витісняється повітря та конденсат, що утворився, а також залишки конденсату від попередніх запусків. Повітря з конденсатом переміщаються зворотними стояками і зворотними магістралями, поділяючи перетин трубопроводу на дві частини: нижня частина заповнена конденсатом, а верхня – повітрям. При цьому повітря через спеціальний повітровипускний кран, розташований у нижній частині системи, видаляється в атмосферу, а конденсат повертається до котла. При цьому конденсатопровід з повітрям називають сухим, а якщо перетин конденсатопроводу повністю заповнений водою, його називають мокрим. Розвідні та зворотні магістральні трубопроводи прокладають із ухилом, забезпечуючи самопливне видалення конденсату. Якщо нагрівальні прилади будуть розташовуватися в одному рівні з котлом, то всі вони будуть заповнені конденсатом, і система не буде працювати.

Тому нагрівальні прилади варто піднімати вище рівня стояння конденсату, що визначає тиск пари в системі. Для забезпечення навіть невеликого тиску пари в системі необхідно заглибити котел нижче рівня розташування нагрівальних приладів. А це не завжди можливо.

У разі, коли неможливо заглибити котел на необхідну глибину, а тиск пари повинне бути більше 0,03 МПа, застосовують розімкнуті системи, куди конденсат самотією зливається до спеціального конденсаційного бака, а потім за допомогою насоса перекачується до котла, забезпечуючи при цьому необхідний тиск пари в системі. На рис.1.19, б показана розімкнута система парового опалення.

Розвідні магістральні трубопроводи в системах парового опалення можна розташовувати як вище нагрівальних приладів, так і нижче.

Недоліки системи парового опалення:

- знижений термін служби трубопроводів в результаті інтенсивної корозії паропроводів і конденсатопроводів внаслідок потрапляння повітря при періодичному відключенні системи;
- неможливість центрального регулювання тепловіддачі опалювальних приладів шляхом зміни температури теплоносія, що є однією з причин деякої перевитрати палива протягом опалювального сезону;
- низькі санітарно-гігієнічні якості із-за високої температури поверхні опалювальних приладів і труб (більше 100 °С), що призводить до забруднення повітря продуктами розкладення органічного пилу, що відкладається на поверхні опалювальних приладів та привести до небезпеки опіків людей;
- підвищені втрати теплоти паропроводами;
- збільшені експлуатаційні витрати на опалення;
- виникнення шуму, що викликається великою швидкістю руху пари по трубах, а також гідравлічними ударами, що викликаються зустрічним рухом попутного конденсату в підйомних паропроводах;
- часте порушення герметичності різьбових з'єднань трубопроводів;
- більша вартість водяної пари ніж вартість води, оскільки отримання пари вимагає дорожчого обладнання, а також дотримання спеціальних заходів по збереженню і поверненню конденсату.

Переваги системи парового опалення:

- завдяки малій густині пара рухається з більшими

швидкостями, внаслідок чого потрібні менші діаметри теплопроводів, ніж при водяному опаленні, що характеризує меншу металоємність;

- завдяки малій густині пари можна використовувати систему парового опалення для будинків з великою кількістю поверхів;

- більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінок опалювальних приладів і вища температура пари дозволяють зменшити площу опалювальних приладів приблизно на 25-30 %;

- простота пуску системи в роботу, за рахунок швидкого прогрівання опалювальних приладів;

- відсутність циркуляційних насосів;

- незначний гідростатичний тиск в системі;

- менші капітальні витрати на спорудження системи опалення;

- можливість утилізації відпрацьованої пари.

Нині системи парового опалення застосовуються тільки в приміщеннях з тимчасовим перебуванням людей, а також на підприємствах, де вона потрібна для технологічних потреб - в промислових будівлях і окремих комунальних установах (лазнях, пральнях та ін.).

1.3.3 Системи повітряного опалення

Повітря є легкорухливим середовищем з порівняно малими в'язкістю, густиною і теплоємністю, що визначає необхідність подачі дуже великої кількості повітря для опалення приміщень та є причиною відносно невисокої ефективності теплообміну поверхонь в теплообмінній апаратурі, особливо при природній конвекції.

Повітряні системи опалення лише іноді знаходять застосування, тому використовується переважно при поєднанні з системою вентиляції та кондиціонування повітря. В таких системах відсутні нагрівальні прилади, а попередньо нагріте повітря спеціальними повітроводами подається до приміщення, яке обігрівається, по каналах за допомогою вентилятора.

Нагріте повітря подається в приміщення і, змішуючись з внутрішнім повітрям, віддає йому ту кількість теплоти, яка необхідна для покриття тепловтрат приміщення. Для компенсації теплових втрат приміщення температура повітря, що виходить з опалювальної установки, має бути вище за температуру повітря в приміщенні. При повітряному опаленні повітря може нагріватися не вище 70 °С, якщо воно подається в приміщення на висоту не більше 4 м. При подачі його

на висоту 2..4 м температура не повинна перевищувати 45 °С, а при безпосередній тривалій дії на певне місце в приміщенні 25...28 °С.

Системи повітряного опалення розділяються за наступними характерними ознаками.

По місцю нагрівання повітря:

- **місцеві** системи повітряного опалення (нагрів повітря місцевим опалювальним агрегатом, який знаходиться безпосередньо в приміщенні, що обігрівається);

- **центральні** (нагрів повітря в єдиному центральному агрегаті з наступним розподілом по опалювальним приміщенням).

У місцевій системі повітряного опалення використовують примусове дуття повітря через нагрівачі (спіралі, ТЕНи) за допомогою вентилятора. За вказаним принципом працюють електроконвектори, електронагрівачі, тепловентилятори (рис. 1.20 та 1.21). Недоліком багатьох з них є необхідність строгого дотримання правил техніки безпеки при використанні. У готель знайшли застосування повітряно-теплові завіси і кондиціонери.



а)



б)

Рисунок 1.20 - Прилади повітряного опалення : а - електроконвектор; б – електронагрівач



Рисунок 1.21 - Тепловентилятор

З метою локалізації проникнення холодного повітря при відкриванні зовнішніх дверей і воріт застосовують спеціальні пристрої – повітряно-теплові завіси (рис. 1.22), які в решту часу можуть використовуватися як рециркуляційні установки.



Рисунок 1.22 - Повітряно-теплова завіса

Вони призначені для створення спрямованого повітряного потоку, що є бар'єром для проникнення в приміщення холодного зовнішнього повітря в зоні проходу. Повітряно-теплові завіси дозволяють уникати протягів, підтримують у вестибюлі готелю комфортні кліматичні умови, перегороджують попадання всередину пилу, неприємних запахів, комах.

Кондиціонери дуже широко використовуються для підтримки необхідної температури повітря в приміщеннях готелів.

Останніми роками в Україні найбільшого поширення набув такий вид кондиціонерів, як спліт-системи. Характерною їх особливістю є те, що вони складаються із зовнішньої і внутрішньої частин, зображених на рис. 1.23. Шумний зовнішній блок винесений за межі приміщення і може бути встановлений на фасаді будівлі, горищі, балконі. Маленький і безшумний внутрішній блок підвішується на стіні приміщення і практично непомітний. Такі кондиціонери зручні в управлінні, можуть працювати в автоматичному режимі. Простим натисненням кнопки на пульті дистанційного керування можна по своєму бажанню зменшити або збільшити температуру повітря в номері, а завдяки використанню

таймера можна задавати програму роботи системи на період від 12 ч до декількох діб.



Рисунок 1.23 - Спліт-система

Режим обігріву є одним з основних режимів роботи кондиціонера разом з охолодженням, вентиляцією і регулюванням вологості повітря.

У центральній системі повітряного опалення повітря очищається від пилу, нагрівається в припливній вентиляційній камері, а потім подається в приміщення. В готелях така система може бути використана у ряді громадських і службових приміщень на додаток до системи водяного опалення.

За схемою вентиляювання опалювальних приміщень (рис. 1.24):

- **прямоточні;**
- **з частковою рециркуляцією;**
- **з повною рециркуляцією.**

Прямоточні системи повітряного опалення застосовують в тих випадках, коли пред'являють підвищені вимоги до якості повітряного середовища всередині приміщень.

В прямоточних схемах та схемах з частковою рециркуляцією зовнішнє повітря забирається через клапан і по каналах подається в приміщення, яке необхідно опалювати, а по витяжних каналах видаляється з приміщення. Ця система повітряного опалення відрізняється тільки тим, що повітря до калорифера подається не тільки з приміщення, але і ззовні; його кількість диктується вимогами вентиляції.

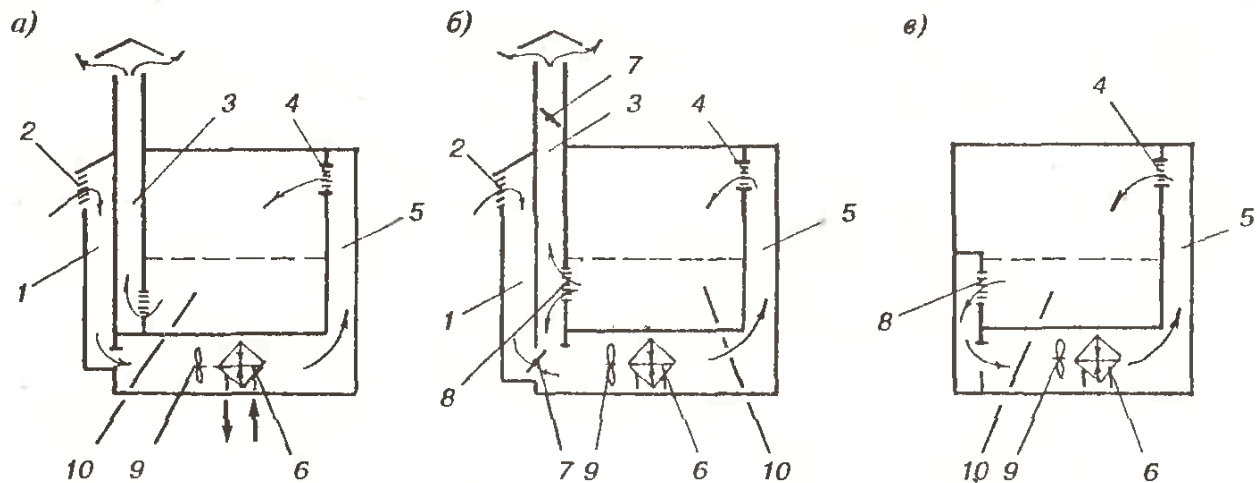


Рисунок 1.24 - Схеми повітряного опалення: а - прямоточна; б - з частковою рециркуляцією; в - з повною рециркуляцією; 1 - повітрозабірна шахта; 2, 4, 8 - грати; 3 - викидна шахта; 5 - припливний повітровід; 6 - калорифер; 7 - клапан; 9 - вентилятор; 10 - робоча зона

По характеру переміщення повітря, що нагрівається:

- з природним імпульсом;
- з механічним спонуканням, створюваним вентилятором.

По роду енергоносія:

- з водяними калориферами;
- з паровими калориферами;
- з електричними калориферами;
- з газовими калориферами (включаючи вогневі).

Для нагріву рециркуляційного повітря використовують опалювальні агрегати, які складаються з теплообмінників (калориферів), які нагрівають повітря за рахунок енергії теплоносія (пари, гарячої води, димових газів, електроенергії), вентилятора з електродвигуном і направляючого апарату для формування струменя гарячого повітря, що подається в опалювальне приміщення.

Ці агрегати використовують для повітряного опалення великих виробничих приміщень, в яких по санітарно-гігієнічних і технологічних вимогам в робочий час допускається рециркуляція повітря, а також як чергове опалення в неробочий час.

У тих випадках, коли рециркуляція повітря недопустима, застосовують системи повітряного опалення, що працюють тільки з огорожею зовнішнього повітря. При цьому з метою безперебійного опалення приміщень таких систем повинно бути передбачено

декілька опалювальних агрегатів - не менше двох.

У неробочий час одна з систем може функціонувати в черговому режимі на рециркуляційному (чи зовнішньому) повітрі.

Повітряне опалення агрегатами доцільно здійснювати по одній з двох схем: шляхом подачі повітря згори похилими струменями у напрямі робочої зони (рис. 1.25, а) або шляхом подачі повітря вище за робочу зону горизонтальними струменями («зосереджена подача»), коли робочі місця знаходяться в зоні зворотного потоку повітря (рис. 1.25, б). Рекомендується застосовувати похилу подачу повітря, при якій ефективніше використовується номінальна теплопродуктивність агрегатів. При цьому повітря слід подавати під кутом 35° до горизонту, що забезпечує максимальну далекобійність струменя і, отже, обумовлює установку мінімального числа агрегатів в опалювальному приміщенні.

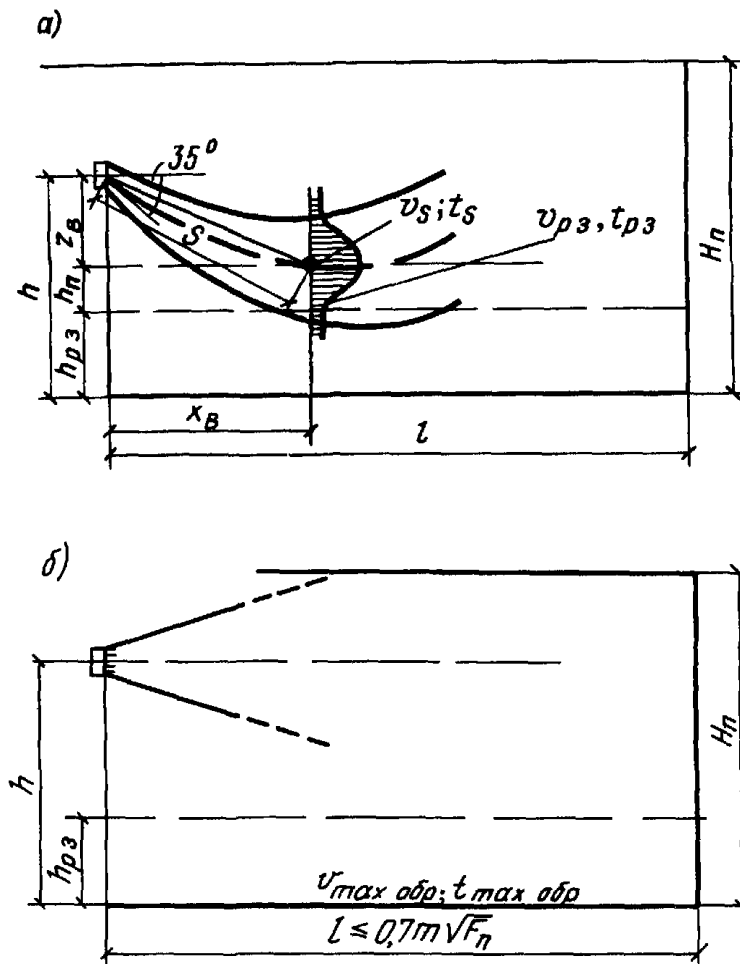


Рисунок 1.25 - Схеми подачі повітря похилими (а) і горизонтальними струменями (б)

Зосереджена подача застосовується в тих випадках, коли при похилій подачі не вдається забезпечити нормовані параметри повітря

робочої зони або коли номінальна теплопродуктивність агрегатів при похилій подачі використовується менше, ніж при зосередженій.

Переваги системи повітряного опалення:

- відсутність вартості повітря (проте у разі його запилення доводиться влаштовувати спеціальні знепилюючі установки, що здорожує повітряне опалення);
- зниження первинних витрат за рахунок скорочення витрат на опалювальні прилади і трубопроводи;
- можливість забезпечення підвищених санітарно-гігієнічних умов повітряного середовища в приміщенні в результаті більш рівномірного розподілу температури повітря в об'ємі приміщення, а також за рахунок знепилювання і зволоження припливного повітря;
- об'єднання в однієї системі функції опалення і вентиляції, що приносить значні економічні вигоди.

Недоліки системи повітряного опалення:

- значні розміри повітроводів внаслідок малих величин теплоємності і густини повітря;
- відносно великі транзитні втрати теплоти при повітроводах значної протяжності;
- через малу теплоємність повітря системи менш економічні, ніж водяні або парові.

1.3.4 Системи вогнеповітряного опалення

Гази (димові гази) - високотемпературні газоподібні продукти, що утворюються при спалюванні органічного палива в твердому (пелети – циліндричні паливні гранули; дрова; вугілля; торф), рідкому (дизельне паливо; мазут) або газоподібному виді. Вони мають порівняно високу температуру і застосовні у тих випадках, коли відповідно до санітарно-гігієнічних вимог вдається обмежити температуру тепловіддавальної поверхні опалювальних приладів. При транспортуванні гарячих газів мають місце значні попутні тепловтрати, зазвичай даремні для обігріву приміщення.

На рис. 1.26 представлено котельне обладнання, в залежності від виду використаного палива.

Високотемпературні продукти згорання палива можуть вироблятися безпосередньо в приміщеннях або спорудах, але при цьому погіршується стан їх повітряного середовища, що в більшості випадків неприпустимо. Видалення ж продуктів згорання назовні по

каналах ускладнює конструкцію і знижує ККД опалювальних приладів. При цьому виникає необхідність рішення екологічних проблем, пов'язаних з можливим забрудненням атмосферного повітря продуктами згорання поблизу опалювальних об'єктів.



а)

б)

в)

Рисунок 1.26 - Прилади вогнеповітряного опалення : а – твердопаливний котел; б – газовий котел; в – рідкопаливний котел

Область використання гарячих газів обмежена опалювальними печами, газовими калориферами та іншими подібними місцевими опалювальними приладами, тому застосовується вкрай рідко, за спеціальним техніко-економічним обґрунтуванням.

На рис. 1.27 приведена схема котельної установки.

Водонагрівальний котел є теплообмінним пристроєм, в якому теплота від гарячих продуктів горіння палива передається воді. Топка для спалювання палива знаходиться в нижній частині котла. Якщо використовується тверде паливо (дрова, торф, буре або кам'яне вугілля, деревне вугілля та ін.), то в нижній частині котла встановлюють спеціальні ґрати (колосник), на яких воно згорає. При спалюванні рідкого або газоподібного палива (нафта, мазут, природний газ) замість ґрат встановлюють форсунки або пальники, через які паливо разом з повітрям подається в топку. У верхній частині котла розташовується система труб, по яких рухається вода, що нагрівається. Гарячі продукти згорання палива, піднімаючись вгору, нагрівають воду до необхідної температури.

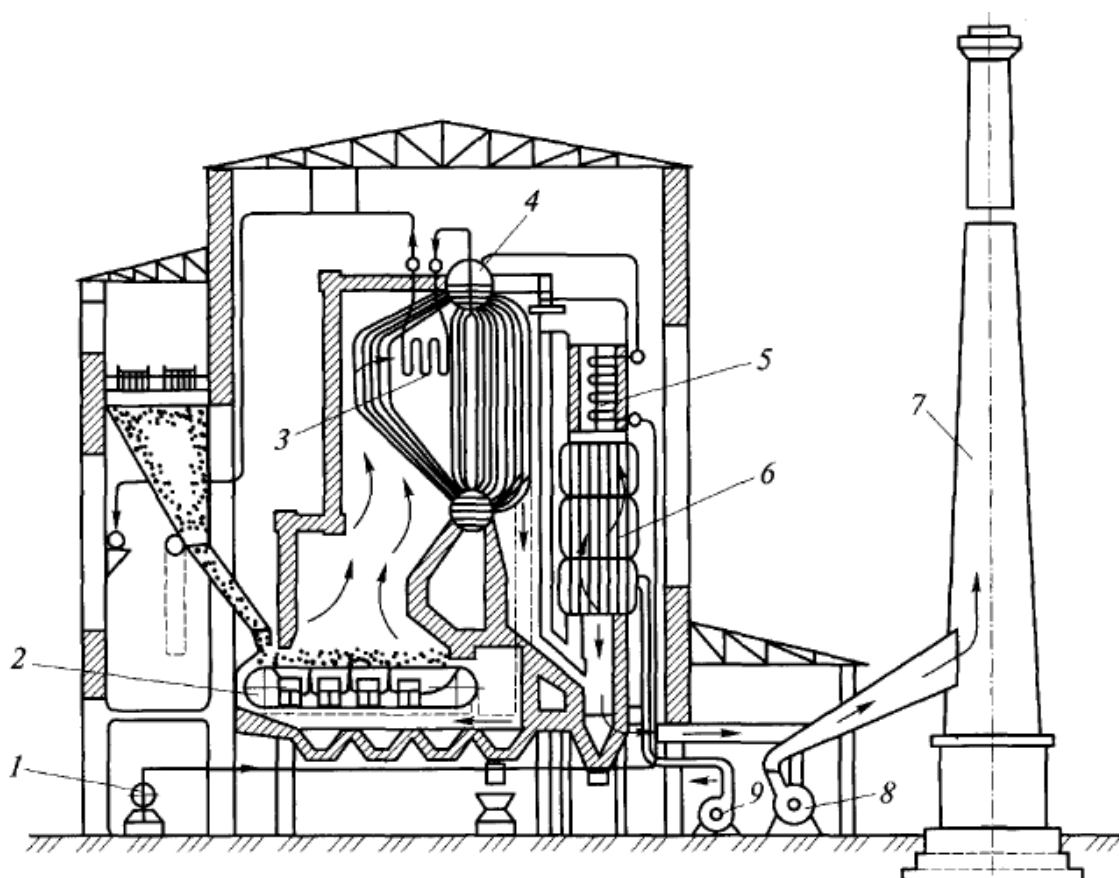


Рисунок 1.27 - Схема котельної установки: 1 - насос; 2 - топка; 3 - пароперегрівач; 4 - котел; 5 - економайзер; 6 - воздухопідігрівач; 7 - димар; 8 - димосос; 9 - вентилятор

Зазвичай котельна установка, що працює на твердому паливі, розміщується в окремій будівлі котельної, поряд з ним знаходиться димар, через який виводять в атмосферу димові гази. Така котельна займає велику територію, забруднює довкілля, не гарантує надійність і безпека роботи, вимагає постійного контролю з боку обслуговуючого персоналу. Крім того, котельна повинна розташовуватися на певній відстані від опалювальної будівлі, у зв'язку з чим вимагається прокладення теплових мереж.

Перерахованих недоліків позбавлені сучасні локальні котельні, що працюють на газі або мазуті. Вони забезпечують цілорічне безперебійне теплопостачання будівлі і тому рекомендуються до використання для опалення будівель готелів малої і середньої поверховості. Газові опалювальні котли, компактні, мають малу масу, можуть бути встановлені в котельній, підсобному приміщенні і навіть на поверсі. Вони економічні, нетоксичні, безшумні при роботі; відсутня необхідність змісту протяжних теплових мереж, підключених до зовнішнього джерела теплоти. Робота їх повністю

автоматизована, тому не вимагається постійної присутності обслуговуючого персоналу, є можливість регулювати подачу теплоти залежно від пори року, доби.

Використання в системах опалення газоподібного палива порівняно з іншими видами палива має суттєві переваги: високу теплоту згоряння, 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 пожежогота вибухонебезпечність, можливість отруєння людей при витоках газу з газопроводу. При використанні для опалення готельно-ресторанних закладів газ спалюється в топках парових і водогрійних котлів, опалювальних печах, в газових опалювальних приладах.

Опалення печами - один з прадавніх способів обігріву приміщень, який ще існує в наші дні, особливо в сільській місцевості.

Пічним опаленням можуть бути обладнані будівлі заввишки до двох поверхів: житлові будівлі, будівлі готельного господарства (окрім готелів) з числом місць не більше 25, селищні і сільські адміністративні будівлі. Окрім перерахованих будівель пічне опалення дозволяється влаштовувати в наступних одноповерхових будівлях: амбулаторно-поліклінічних установах (окрім поліклінік), будинках відпочинку, будівлях фізкультурно-спортивного призначення, загальноосвітніх шкіл з числом учнів не більше 80 чоловік (окрім спальних корпусів шкіл-інтернатів), дитячих садах і яслах з числом місць не більше 50 чол. з денним живленням дітей; клубних установах із залом для глядачів місткістю не більше 100 чол., їдалень з числом посадочних місць не більше 50, а також виробничих будівлях з невибухо-пожежонебезпечними виробництвами площею не більше 500 м².

Опалювальні печі ділять на два типи: печі **нетепломісткі** і **тепломісткі**.

Нетепломісткі печі призначаються для короткочасного обігріву приміщень і вимагають безперервної топки. Ці печі зазвичай металеві (листова сталь або чавунне литво). До нетепломісткого типу печей слід віднести каміни (рис. 1.28), що виконуються зазвичай з цеглини.

Тепломісткі печі (рис. 1.29) призначаються для постійного обігріву приміщень і вимагають періодичної топки (зазвичай не більше двох раз на добу). Ці печі мають великий теплоакумуючий об'єм.



Рисунок 1.28 - Нетепломісткий тип печей – камін



Рисунок 1.29 - Тепломісткий тип печей

Опалювальні печі по конструкції різноманітні, проте рух димових газів може бути охарактеризований трьома основними схемами, представленими на рис. 1.30: **канална (а), безканална (б) і комбінована (в).**

По товщині стінок печі бувають **товстостінні** (12 см і більш) і **тонкостінні** (до 7 см).

Товстостінні печі зазвичай мають підвищену теплоємність і прогріваються до помірної температури, а тонкостінні - до більшої температури. Для пічного опалення слід передбачати печі, температура поверхні яких (окрім дверець та інших пічних приладів) при максимальному прогріванні не перевищує 110 °С на площі не більше 15% і 120 °С на площі не більше 5% загальної поверхні печі.

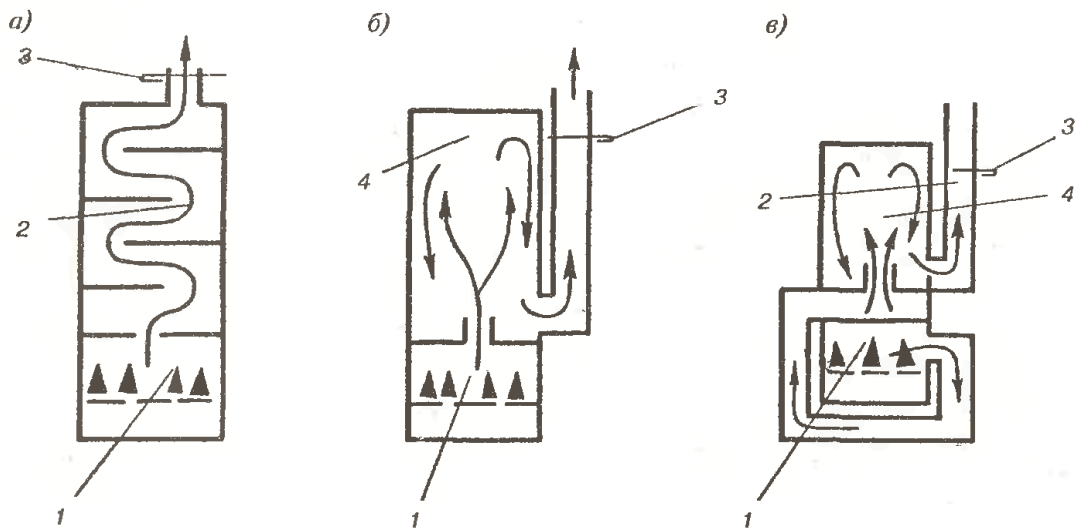


Рисунок 1.30 - Схеми руху димових газів в опалювальних печах:
а - канална; б - безканална (ковпакова); в - комбінована; 1 - паливник; 2 - димар; 3 - заслінка; 4 - ковпак

Для приміщень з тимчасовим перебуванням людей допускається температура 121°C при дотриманні заходів безпеки від опіку.

За формою в плані опалювальні печі можуть бути прямокутні, квадратні, круглі і кутові.

Окрім функцій опалення приміщень печі можуть бути пристосовані для господарських цілей. Для приготування їжі споруджують варильні та опалювально-варильні печі.

Для опалення лазень влаштовують печі-кам'янки. Для випічки хліби споруджують спеціальні хлібопекарські печі. Універсальною піччю є «Російська піч» (рис. 1.31).



Рисунок 1.31 - «Російська піч»

Переваги системи вогнеповітряного опалення:

- тепловіддача від димових газів до теплообмінних поверхонь дещо вища тепловіддачі повітря за рахунок більшої випромінювальної здатності продуктів згорання;
- здатність використовувати місцеве паливо будь-якого типу (для пічного опалення);
- відносна простота споруди з місцевого матеріалу: цеглина; глина; пісок; вапно (для пічного опалення);
- низька вартість як за капітальними, так і за експлуатаційними витратами (для пічного опалення).

Недоліки системи вогнеповітряного опалення:

- пожежонебезпечність;
- екологічні проблеми, пов'язані з можливим забрудненням атмосферного повітря шкідливими для здоров'я людини продуктами згорання;
- наявність в димових газах сірчистих з'єднань, які різко скорочують довговічність теплообмінної апаратури і повітроводів;
- при охолодженні димових газів нижче за температуру точки роси можливе випадання конденсату, який у зимовий час може привести до відволоженню конструкцій, а також до утворення полоїв, особливо в місцях викидних труб і шахт;
- значні витрати праці на обслуговування печей, топку, чищення від золи, сажі та ін. (при пічному опаленні).

1.3.5 Системи електричного опалення

Принцип дії електричних опалювальних приладів ґрунтується на законі Джоуля-Ленца, який характеризує теплову дію електричного струму.

Сфера застосування систем електричного опалення залежить від призначення будівель і приміщень, характеру виробничого процесу і допускається лише при доцільному техніко-економічному обґрунтуванні.

У готельно-ресторанних закладах електронагрівальні прилади часто використовуються для епізодичного опалення приміщень короткочасного використання і при необхідності обігріву локальних робочих місць в неопалювальних приміщеннях, або в місцях де відсутні інші джерела теплової енергії, якщо недостатньо теплоти, створюваною системою водяного опалення.

Електрична система опалення може використовуватися для теплопостачання будівель готелів, розташованих в сільській або замській місцевості, в горах, а також для спеціалізованих готелів.

Системи електричного опалення підрозділяються на:

- **променисто-конвективні** (із застосуванням маслонаповнених електрорадіаторів, електроконвекторів з відкритими нагрівальними спіралями і електронагрівальних печей, а також електрогріючого кабелю, закладеного в бетонну підлогу) (рис. 1.32);

- **електроповітряні** (з використанням електрокалориферів) (рис. 1.33, а);

- **променисті** (із застосуванням інфрачервоних електровипромінювачів) (рис. 1.33, б).



а)



б)

Рисунок 1.32 - Електроопалювальні прилади: а - електрокамін; б – електрорадіатор



а)



б)

Рисунок 1.33 - Електроопалювальні прилади: а - електрокалорифер; б – інфрачервоний електровипромінювач

В променисто-конвективних системах електрорадіатори, що випускаються, і електроконвектори є побутовими приладами і призначені для додаткового обігріву житлових і службових приміщень тільки під час присутності в приміщенні людей. Печі електронагрівні можуть застосовуватися для постійного опалення приміщень різного призначення з урахуванням максимальної температури на тепловіддаючої поверхні печі.

Масляні електрорадіатори мають сучасний дизайн і надійну конструкцію. Завдяки вбудованим термовимикачам температура поверхні радіатора не перевищує $95\text{ }^{\circ}\text{C}$. Радіатори не спалюють кисень, не сушать повітря, безпечні, прості в експлуатації, зручні в управлінні, безшумні в роботі. Для того, щоб встановити систему опалення, її заздалегідь розраховують виходячи з площі кімнат, висоти стель, числа вікон і дверей. Схема системи електричного опалення представлена на рис. 1.34. У кожному приміщенні встановлюють один або декілька масляних радіаторів і один термостат, який стежить за зміною температури повітря в цьому приміщенні і при необхідності може включити або вимкнути радіатори.

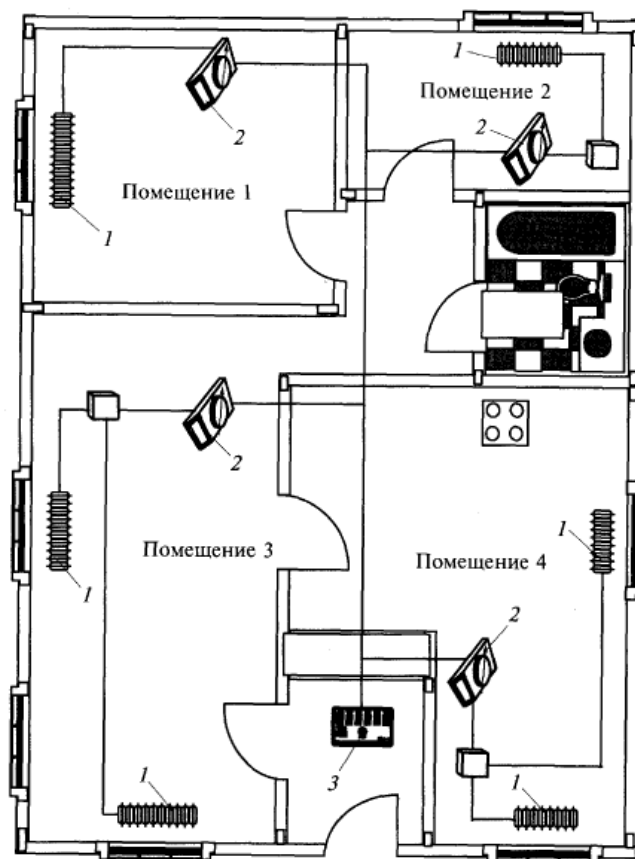


Рисунок 1.34 - Схема системи електричного опалення: 1 - електрорадіатор; 2 - кімнатний термостат; 3 - блок захисту

Усі радіатори в будівлі з'єднуються між собою в єдину електричну систему, керовану з пульта черговим або автоматично, за допомогою термостатів, у тому числі програмованих кімнатних термостатів, що дозволяють задавати режим опалення в кожному приміщенні на добу або на тиждень. Система автоматично підтримуватиме заданий рівень температури навіть у відсутності людини.

Як пристрої для нагріву повітря в електроповітряних системах опалення використовуються електрокалорифери, які дозволяють швидко обігріти приміщення завдяки примусовій циркуляції повітря. Вони також можуть бути корисними для осушування і нагріву повітря в ванних кімнатах готелів.

Системи променистого опалення із застосуванням інфрачервоних електровипромінювачів забезпечують комфортні теплові умови людині при знижених температурах навколишнього повітря. Інфрачервоне випромінювання не поглинається повітрям і, потрапляючи на тіло людини, нагріває підшкірні шари на значну глибину, зменшуючи або ліквідовуючи тим самим дефіцит в тепловому балансі людини. Механізм поглинання теплового випромінювання тілом людини забезпечує відчуття теплового комфорту на тривалий час навіть після припинення вступу потоку променевої енергії.

В якості матеріалу для електричних 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 ($25\ldots 70^{\circ}\text{C}$).

До першої групи відносяться променисто-конвективні системи (без застосування кабельних систем опалення теплої підлоги), електроповітряні, променисті.

До другої групи відносяться низькотемпературні кабельні системи опалення теплої підлоги, які відносяться до променисто-конвективних систем (рис. 1.35), 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 із струмопровідної гуми.

Нагрівальні секції укладаються на поверхню рівномірно з постійним кроком. Датчик температури встановлюється в пластмасовій трубці між нагрівальним кабелем. Регулятор

температури розташовують на стіні в найбільш зручному місці. Монтажні кінці від нагрівальної секції і датчика приєднуються до терморегулятора. Якщо укладають декілька нагрівальних секцій, то їх монтажні кінці об'єднують в розподільних коробках, які встановлюють під регулятором температури. Потужність нагрівальної секції приблизно становить 100 Вт на 1 м². Як правило, такі нагрівальні секції використовують в окремо розташованих будинках при неможливості під'єднання до систем централізованого опалення, або як додаткове опалення (поряд з іншим) для забезпечення теплового комфорту в приміщеннях із холодною підлогою (мармур, кахель тощо).

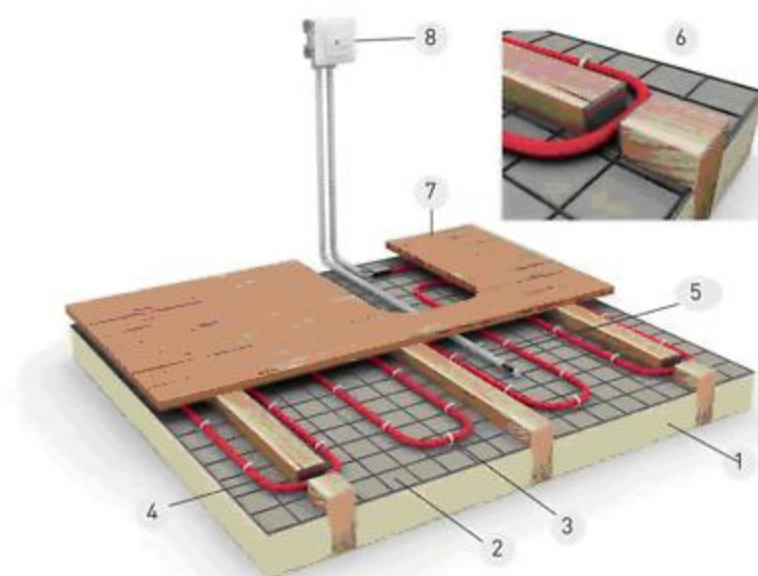


Рисунок 1.35 - Устрій кабельної системи опалення теплої підлоги: 1 - теплоізоляція; 2 - алюмінієва фольга; 3 - металева сітка; 4 - нагрівальний кабель; 5 - температурний датчик; 6 - прорізи в лагах; 7 - підлогове покриття; 8 – терморегулятор

Способи укладання системи підлогового опалення представлено на рис. 1.36.

Переваги системи електричного опалення:

- хороше керування;
- висока ступінь автоматизації процесу (захист елементів системи від перевантажень і струмів короткого замикання);
- відсутність продуктів згоряння та забруднення атмосфери;
- висока транспортабельність електроенергії;
- компактність нагрівальних пристроїв;

- простота і швидкість монтажу електропроводки до опалювальних приладів;
- високий ККД;
- менші капітальні витрати.

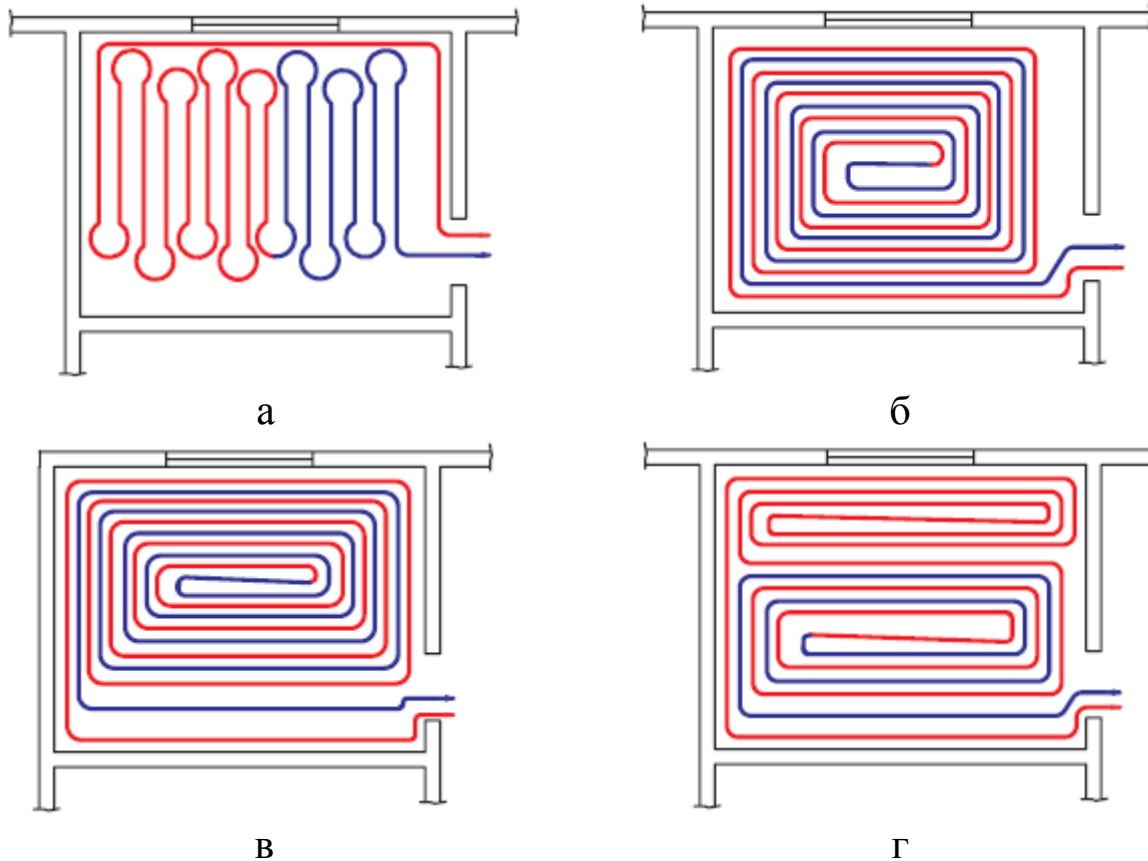


Рисунок 1.36 - Способи укладання системи підлогового опалення: а - зигзагоподібний; б - з подвійною проводкою; в - із змінним кроком укладання труб, г - з додатковим гріючим контуром

Недоліки системи електричного опалення:

- низькі гігієнічні показники пристроїв з відкритими високотемпературними нагрівальними елементами;
- пожежонебезпечність;
- висока температура відкритих витків проводу;
- висока відпускна вартість електроенергії та її дефіцитність.

1.3.6 Системи панельно-променевого опалення

При панельно-променевому опаленні середня температура поверхонь в обслуговуваному приміщенні (включаючи температуру

поверхні нагрівальних приладів) вища, ніж температура повітря. У цьому випадку теплота надходить у приміщення як променисте випромінювання.

Панельно-променеве опалення здійснюється за допомогою вбудованих, прибудованих або підвісних випромінюючих панелей. Залежно від конструктивних особливостей і способу установки розрізняють бетонні панелі наступних типів (рис. 1.37): стінні (підвіконні і плінтусні), стельові, підлогові. У багатоповерхових будівлях панелі, що розміщуються в міжповерхових перекриттях, є стельово-підлоговими.

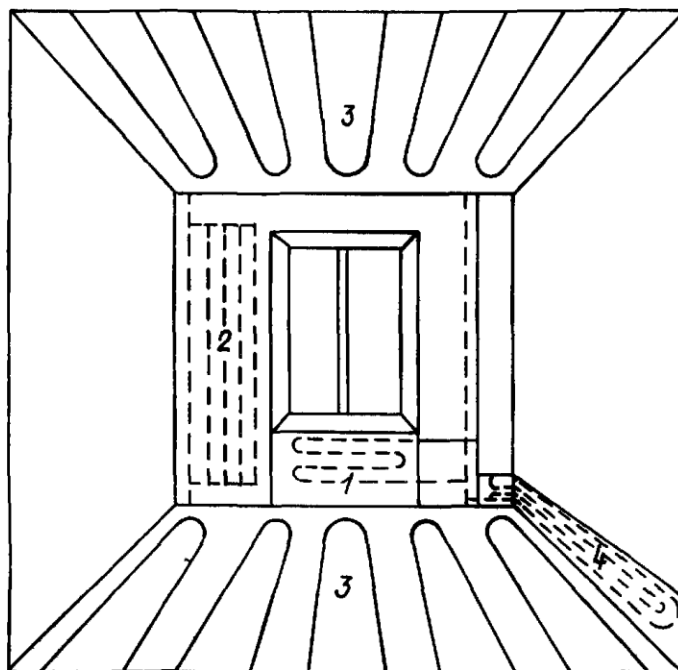


Рисунок 1.37 - Типи бетонних опалювальних панелей: 1 - підвіконна; 2-стінна; 3 - стельово-підлогова; 4-плінтусна

Для одержання таких панелей в указаних конструкціях закладають нагрівальні елементи: трубопроводи (металеві, поліетиленові та труби з інших матеріалів); електричний кабель; повітроводи і канали.

Нагрівальні елементи в бетонних опалювальних панелях можуть бути виконані у вигляді змійовика або реєстра (рис. 1.38). Змійовики мають високий гідравлічний опір і застосовуються в тому випадку, якщо є достатній тиск.

При панельно-променевому опаленні в якості теплоносія використовують нагріту воду з температурою до 150°C , нагріте повітря, пару або продукти згорання.

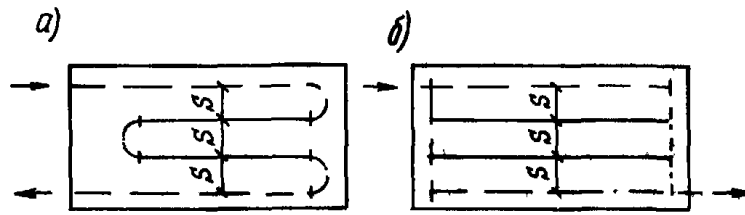


Рисунок 1.38 - Нагрівальні елементи в опалювальних панелях: а - змієвиковий; б- реєстровий

Водяні системи панельно-променевого опалення слід приєднувати до джерел теплопостачання із зм'якшеною і деаерованою водою, що необхідно для зменшення внутрішньої корозії труб і забезпечення тривалого терміну експлуатації. Нагрівання води для системи панельно-променевого опалення може здійснюватись в котельній або в котлі, розташованому безпосередньо в будинку.

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 теплоносій з різною температурою, наприклад : для теплої підлоги - воду з температурою до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в системі з радіаторами - $95\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

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

В таких системах температура на поверхнях, що гріють, регламентується та рекомендується для стін не більше $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, для стель – $28\text{--}33\text{ }^{\circ}\text{C}$, для підлог – $24\text{--}34\text{ }^{\circ}\text{C}$. З огляду на відсутність у

приміщенні з панельним опаленням нагрівальних приладів, ці системи рекомендується застосовувати в приміщеннях з підвищеними санітарно-гігієнічними вимогами або з естетичних міркувань.

У будівлях готелів високої категорії система панельно-променевого опалення використовується для підігрівання підлоги і повітря у ваннах і душових кімнатах. У підлоги закладають металеві або пластикові труби, що утворюють канали для циркуляції гарячої води. Труби обігріву підлоги можна встановлювати безпосередньо в бетон, що заливається. За допомогою пристроїв ручного або автоматичного регулювання температури можна змінювати кількість теплоти, що поступає в приміщення.

Обігрів підлог у ваннах і душових кімнатах замінює традиційне водяне опалення, забезпечує рівномірний розподіл теплоти в приміщенні, створює умови теплового комфорту при невисокій температурі і дозволяє економити витрату теплоти.

Вибір способу обігріву приміщень і схеми панельно-променевого опалення залежить від конструктивно-планувальних рішень будівель і технології виготовлення їх елементів.

Переваги системи панельно-променевого опалення:

- підвищені санітарно-гігієнічні показники за рахунок відсутності опалювальних приладів і понижених, порівняно з радіаторними системами, температурах поверхонь, які віддають теплоту, внаслідок чого зменшується накопичення і розкладання органічного пилу на цих поверхнях та інших шкідливостей;
- більш рівномірний розподіл температур повітря по висоті приміщення та його невелика рухливість;
- безшумність системи в роботі;
- не займає корисної площі в робочій або обслуговуваній зоні приміщень;
- термін служби системи більше 15 років;
- витрата теплоти в середньому менше, ніж в інших системах за рахунок рівномірного розподілу і зниження температури повітря в приміщенні на 1...3 °С без погіршення самопочуття людини внаслідок збільшення частки конвекції в тепловіддачі організмом людини;
- менша маса металу і більша кількість знятої теплоти, порівняно з відкритими трубами і радіаторами в конвективних системах опалення.
- знижена вартість системи і трудові витрати на монтаж.

Недоліки системи панельно-променевого опалення:

- можливість погіршення природного освітлення приміщень з верхнім світлом внаслідок затінювання світлових отворів панелями;
- неможливість забезпечення однакових санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях, розташованих на різних рівнях або затінених конструкціями або обладнанням;
- велика теплоємність, що утрудняє індивідуальне регулювання тепловіддачі панелей, а також складність ремонту і заміни окремих елементів системи.

1.3.7 Комбіновані системи опалення

Комбіновані (змішані) системи характеризуються використанням декількох видів теплоносіїв або одного теплоносія з різними параметрами (наприклад, води з різними температурами).

Комбіновані системи опалення із двома видами теплоносіїв: первинним, що циркулює в зовнішніх трубопроводах, і вторинним, що циркулює у внутрішніх трубопроводах опалення будівлі. Первинний теплоносій може використовуватися для нагрівання вторинного в теплообмінних водонагрівачах або підмішуватися до охолодженої води місцевої системи опалення за допомогою змішувальних насосів або елеваторів.

До цих систем відносять пароводяні, водоводяні і системи повітряного опалення: пароповітряні і водоповітряні.

Ці системи економічні та застосовуються при наявності міських або районних теплоцентралей.

Також зустрічається **геотермальне та сонячне опалення**.

На закінчення перерахуємо **переваги і недоліки основних теплоносіїв** для опалення.

Найбільшого поширення набула водяна система опалення, як найбільш гігієнічна, досконала в експлуатації і регульована в широких межах залежно від температури зовнішнього повітря. В порівнянні з іншими теплоносіями площа поперечного перерізу труб скорочена, досягається безшумність руху в теплопроводах.

Недоліками застосування води є значна витрата металу і великий гідростатичний тиск в системах. Теплова інерція води уповільнює регулювання теплопередачі приладів.

При використанні пари порівняно скорочується витрата металу за рахунок зменшення площі приладів і поперечного перерізу

конденсатопроводів, досягається швидке прогрівання приладів і опалювальних приміщень. Гідростатичний тиск пари у вертикальних трубах в порівнянні з водою мінімальний.

Проте пара як теплоносіє не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам із-за пригорання пилу на поверхні приладів, його температура висока і постійна при цьому тиску, що утрудняє регулювання теплопередачі приладів, рух його в трубах супроводжується шумом, тому застосовується як виняток в комунальних і промислових підприємствах.

При використанні повітря можна забезпечити швидку зміну або рівномірність температури приміщень, уникнути установки опалювальних приладів, поєднувати опалення з вентиляцією приміщень, досягати безшумності його руху у повітроводах і каналах. На повітряні системи опалення витрачається менше металу, чим на водяні і парові; застосовуються вони головним чином для опалення приміщень великого об'єму.

Недоліками повітряних систем - мала теплоакумуюча здатність, значні площа поперечного перерізу і витрата металу на повітроводи, відносно велике пониження температури по їх довжині, погано піддається регулюванню, що обмежує її застосування.

Панельне і променисте опалення особливе зручно у великоблочних будівлях, де нагрівальні прилади і трубопроводи приховані в товщі конструктивних елементів будівельної частини будівлі.

1.4 Основне устаткування систем опалення

Основними елементами систем водяного опалення є трубопроводи і елементи їх з'єднання: опалювальні прилади, запірно-регулююча арматура, розширювальний бак, пристрої для видалення повітря.

1.4.1 Опалювальні прилади

Опалювальні прилади є основним елементом системи водяного опалення, що здійснює передачу теплоти від теплоносія в приміщення. Їх встановлюють під вікнами і в кутах зовнішніх стін.

Всі опалювальні прилади за **переважаючим способом тепловіддачі** діляться на три групи:

- **радіаційні прилади**, які передають випромінюванням не менше 50 % загального теплового потоку. До першої групи відносяться стельові опалювальні панелі і випромінювачі;

- **конвективно-радіаційні прилади**, які передають конвекцією від 50 до 75 % загального теплового потоку. Друга група включає радіатори секційні і панельні, гладкотрубні прилади, підлогові опалювальні панелі;

- **конвективні прилади**, які передають конвекцією не менше 75 % загального теплового потоку. До третьої групи належать конвектори і ребристі труби.

По характеру зовнішній поверхні - на гладкі (радіатори, панелі, гладкотрубні прилади) і **ребристі** (конвектори, ребристі труби, калорифери).

До цих груп входять опалювальні прилади п'яти основних видів: радіатори секційні і панельні, гладкотрубні прилади (ці три види приладів мають гладку зовнішню поверхню), конвектори, ребристі труби (мають ребристу поверхню). До приладів з ребристою зовнішньою поверхнею відносяться також калорифери, вживані для нагрівання повітря в системах повітряного опалення, вентиляції і кондиціонування повітря.

Як опалювальні прилади найчастіше використовують **чавунні радіатори**, що складаються з окремих секцій, сполучених між собою, і **сталеві панельні радіатори**, що виготовляються шляхом штампування стінок з листової сталі з наступним з'єднанням їх зварюванням.

Радіатор чавунний збирається з окремих секцій за допомогою ніпелів і термостійких прокладок. Ніпелі являють собою відрізок труби із правим і лівим різьбленням. При обертанні ніпеля відбувається стягування окремих секцій. Секція виконана у вигляді двох вертикальних каналів, з'єднаних верхньою та нижньою перемичкою.

На рис. 1.39 представлені чавунні і сталеві опалювальні радіатори. Число секцій чавунних радіаторів і розмір сталевих радіаторів розраховують так, щоб повністю відшкодувати втрату теплоти в приміщенні.

В якості опалювальних приладів застосовують також **алюмінієві радіатори**. Вони розраховані на невисокий робочий тиск води і використовуються у зв'язку з цим в будівлях малої поверховості. Стримуючим чинником використання алюмінієвих радіаторів є також швидка корозія металу в місцях приєднання алюмінієвого радіатора до

сталевій трубі.

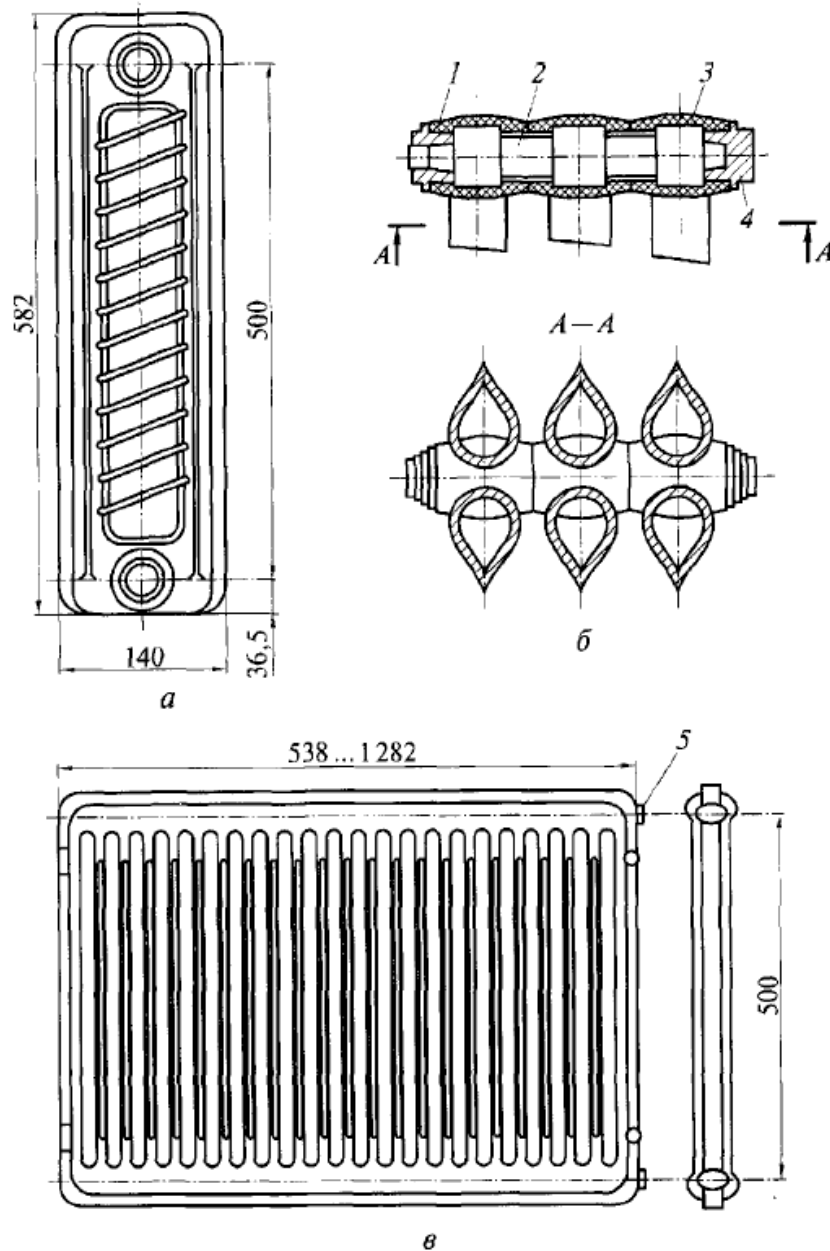


Рисунок 1.39 - Опалювальні прилади - радіатори (розміри в мм) : а - чавунний секційний М-140-АО; б - з'єднання секцій між собою; в - сталевий штампований РСВ-1; 1 - пробка з різьбовим отвором; 2 - ніпель; 3 - секція радіатора; 4 - пробка глуха; 5 - штуцер з різьбленням

Вказаних недоліків позбавлені особливі **біметалічні радіатори**, зроблені з двох металів алюмінію і сталі, які без обмежень можна встановлювати у висотних будинках. На вигляд вони схожі на алюмінієві радіатори, але усі їх внутрішні елементи виконані з трьохміліметрової сталі. Сталь забезпечує виняткову міцність

конструкції і стійкість до агресивних середовищ, а алюмінієвий корпус-сорочка забезпечує високу тепловіддачу.

Конвектори складаються з 2...6 сталевих труб, оребрення різного профілю виготовлено з листової сталі. У будинках підприємств ресторанного господарства допускається застосовувати конвектори, що мають захисний зовнішній кожух, наприклад, конвектори типу «Комфорт». Вони розраховані на робочий тиск до 1,0 МПа. На рис. 1.40 показані різні види конвекторів. Недолік конвекторів - ускладнене очищення міжреберного простору від пилу і сміття.

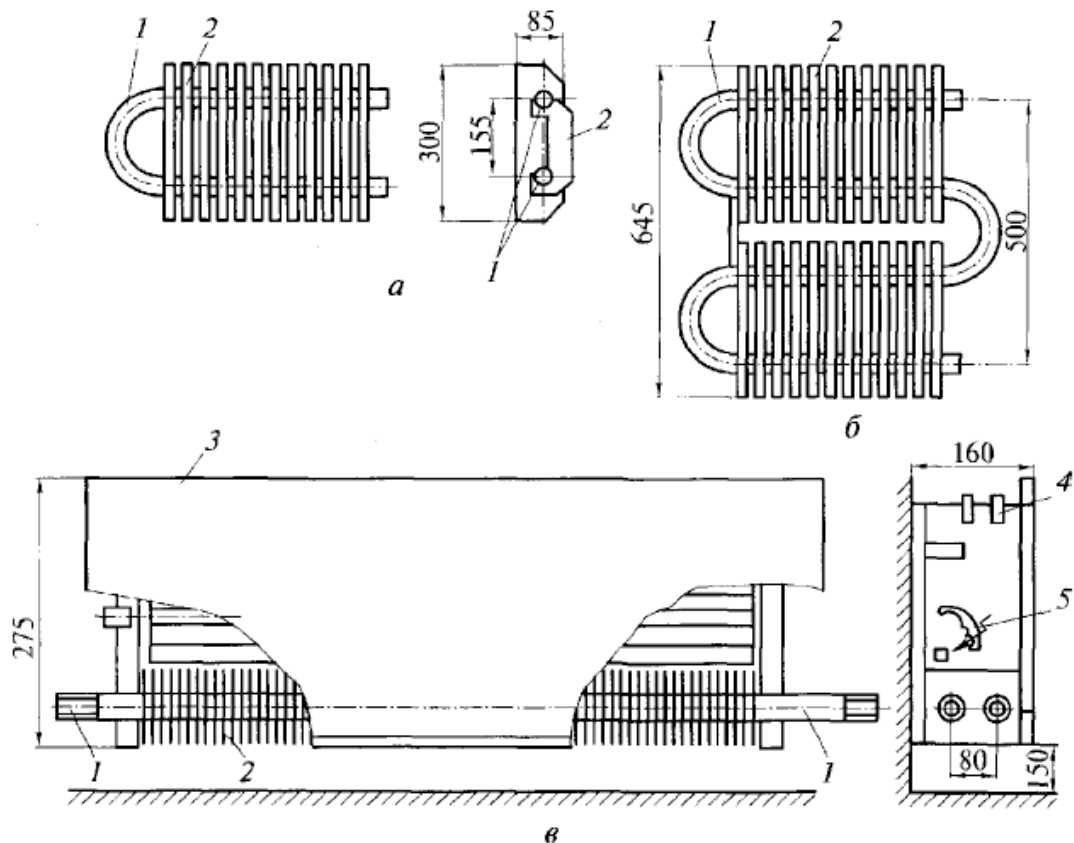


Рисунок 1.40 - Опалювальні прилади - конвектори (розміри в мм) :
а, б – «Акорд» однорядний і дворядний; в – «Комфорт»; 1 - труба діаметром 20 мм з різьбленням на кінцях; 2 - пластинчаті ребра; 3 - кожух; 4 – повітряновипускні ґрати; 5 - повітряний клапан

Ребристі і гладкі опалювальні труби показані на рис. 1.41. Вони бувають чавунні або сталеві. На кінцях труб є сполучні фланці. Чавунні ребристі труби встановлюють горизонтально, сполучаючи їх послідовно один з одним, або монтують паралельно. Гладкі сталеві труби виготовляють методом складання за допомогою зварювання.

Вони виготовляються у вигляді одиночної труби великого діаметра, у вигляді змійовика або у вигляді регістра.

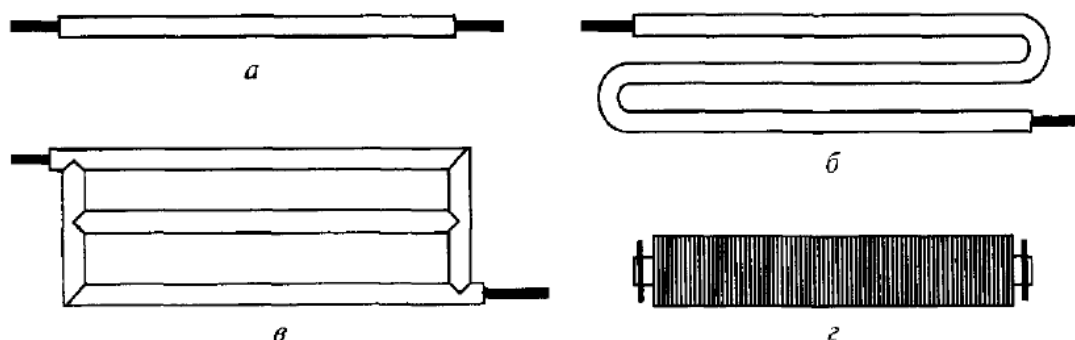


Рисунок 1.41 - Опалювальні прилади з гладких сталевих і чавунних ребристих труб: а - одинарна труба; б - змійовик; в - регістр; г - чавунна ребриста труба

За використанням матеріалом розрізняють **металеві**, (чавунні з сірого чавуну і сталеві з листової сталі і сталевих труб), **малометалеві** (комбіновані) і **неметалеві** опалювальні прилади (керамічні радіатори, бетонні панелі). Застосовують також мідні труби, листовий і литий алюміній та інший метал.

У комбінованих приладах використовують теплопровідний матеріал (бетон, кераміку), в який закладають сталеві або чавунні гріючі елементи (панельні радіатори).

Обребрені металеві труби поміщають в неметалічний кожух (конвектори).

До неметалічних приладів відносять бетонні панельні радіатори, стельові і підлогові панелі із закладеними пластмасовими гріючими трубами або з порожнечами без труб, а також керамічні, пластмасові і тому подібні радіатори.

По висоті вертикальні опалювальні прилади підрозділяють на **високі** (заввишки більше 650 мм), **середні** (більше 400 до 650 мм) і **низькі** (більше 200 до 400 мм). Прилади заввишки 200 мм і менш називають плінтусними.

По глибині (товщині) застосовуються прилади **малої** (до 120 мм), **середньої** (більше 120 до 200 мм) і **великої глибини** (більше 200 мм).

За величиною теплової інерції можна виділити прилади **малої і великої інерції**. До приладів малої теплової інерції відносять прилади, що мають невелику масу матеріалу і вміщеної води. Такі прилади з

гріючими трубами малого діаметру (наприклад, конвектори) швидко змінюють тепловіддачу при регулюванні кількості теплоносія, що подається. Приладами, що мають велику теплову інерцію, вважають масивні прилади, що вміщують значну кількість води (наприклад, чавунні радіатори). Такі прилади змінюють тепловіддачу порівняно повільно.

Розміщення вертикального опалювального приладу в приміщенні можливо як біля зовнішньої, так і у внутрішньої стіни (рис. 1.42). На перший погляд доцільна установка приладу біля внутрішньої стіни приміщення (рис. 1.42, б) скорочується довжина труб, що подають і відводять теплоносій від приладу (вимагається один стояк на два прилади). Крім того, збільшується теплопередача такого приладу радіатора в приміщення (приблизно на 7 % в рівних температурних умовах) внаслідок інтенсифікації променистого теплообміну та усунення додаткової тепловтрати через зовнішню стіну. Все ж подібне розміщення приладу допустиме лише в південних районах (АР Крим) з короткою і теплою зимою, оскільки воно супроводжується несприятливим для здоров'я людей рухом повітря зі зниженою температурою у підлоги приміщень.

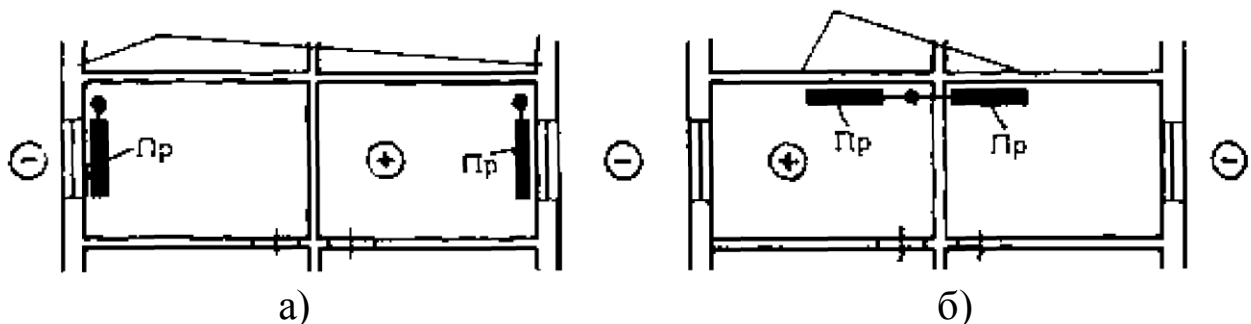
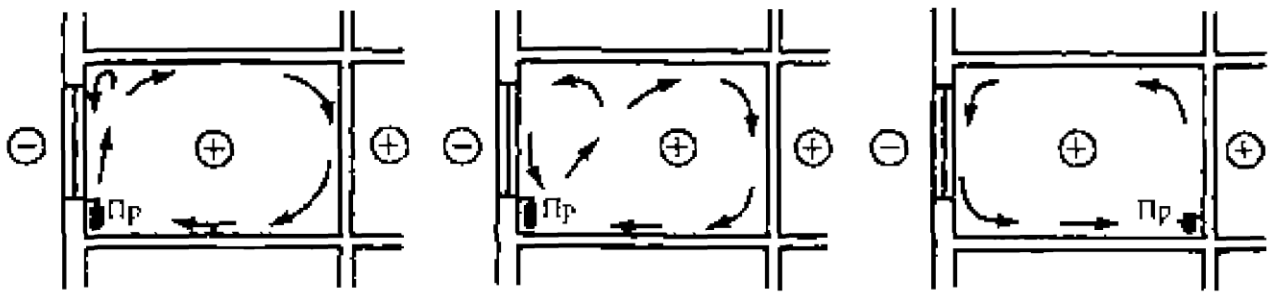


Рисунок 1.42 - Розміщення опалювальних приладів в приміщеннях (у плані) : а - під вікнами (зовнішні стіни); б - у внутрішніх стін; Пр - опалювальний прилад

У всіх других випадках доцільно встановлювати опалювальний прилад уздовж зовнішньої стіни приміщення і особливо під вікном (рис. 1.42, а). При такому розміщенні приладу зростає температура внутрішньої поверхні в нижній частині зовнішньої стіни і вікна, що підвищує тепловий комфорт приміщення, зменшуючи радіаційне охолодження людей. Потік теплого повітря при розташуванні приладу під вікном перешкоджає утворенню спадаючого потоку холодного повітря, якщо немає підвіконня, що перекриває прилад (рис. 1.43, а), і руху повітря зі зниженою температурою у підлоги приміщення (рис.

1.43, в). Довжина приладу для цього має бути не менше трьох чвертей ширини віконного отвору.



а)

б)

в)

Рисунок 1.43 - Схема циркуляції повітря в приміщенні при різному місці розміщення опалювального приладу : а - під вікнами без підвіконня; б - під вікнами з підвіконням; в - біля внутрішньої стіни; Пр - опалювальний прилад

Вертикальний опалювальний прилад слід розміщувати як можна ближче до підлоги приміщення, але не ближче 6 см від підлоги для зручності очищення під приладового простору від пилу.

При значному підйомі приладу над підлогою в приміщенні створюється охолоджена зона, оскільки циркуляційні потоки повітря, що нагрівається, замикаючись на рівні установки приладу, не захоплюють і не прогрівають в цьому випадку нижню частину приміщення.

Чим нижче і довше сам по собі опалювальний прилад, тим рівніше температура приміщення, і краще прогрівається його робоча зона. Прикладом такого опалювального приладу, що покращує тепловий режим робочої зони приміщення, може служити низький конвектор без кожуха, який із-за малої тепловіддачі на одиницю довжини розміщується фактично по всій довжині зовнішньої стіни.

Високий і відносно короткий опалювальний прилад викликає активний підйом струменя теплого повітря, що призводить до перегрівання верхньої зони приміщення та опускання охолодженого повітря по обох сторонах такого приладу в робочу зону.

1.4.2 Трубопроводи та арматура

Трубопроводи із запірно-регулюючою арматурою призначені для

підведення гарячої води від генератора теплоти до опалювальних приладів і відведення заохололої води в генератор теплоти для повторного нагріву. Вертикальні труби називаються стояками, горизонтальні - магістралями, або гілками. Короткі ділянки труб, сполучаючи стояки і гілки з опалювальними приладами, називають підведеннями.

Труби в системі опалення застосовуються залежно від умов експлуатації: температури, тиску та виду теплоносія. Це водогазопровідні (газові) легкі сталеві труби, холоднодеформовані сталеві труби й термостійкі труби на основі пластмас. У системах водяного опалення використовують сталеві або пластикові труби. Сталеві труби сполучають шляхом зварювання або за допомогою фланців. Для зменшення втрат теплоти в трубопроводах їх теплоізолюють.

У світі широко використовуються пластикові трубопроводи. Вони мають наступні переваги перед сталевими: невелика питома вага, стійкість до механічних дій, корозії, дії гарячої води, високу міцність, великий термін служби (більше 50 років); труби можна сполучати між собою шляхом склеювання, зварювання або обтисковими муфтами.

Системи водяного опалення виготовляють із труб (зовнішній діаметр - до 60 мм) - сталевих неоцинкованих водогазопровідних і електрозварюваних.

Труби електрозварюванні застосовують в основному для магістральних трубопроводів. З'єднання труб зварне або за допомогою фланців.

Водогазопровідні труби, використовувані в системах опалення будівель з'єднуються за допомогою зварювання і різьбового з'єднання. Основними сполучними частинами труб систем опалення є муфти, трійники, хрестовини, відведення (рис. 1.44).

Різьбові з'єднання можуть бути роз'ємними і нероз'ємними. У тих ділянках трубопроводів систем опалення, в яких може виникнути необхідність в його розбиранні (приєднання опалювального приладу через підведення до стояків), передбачається роз'ємне різьбове з'єднання, що є відрізком труби завдовжки 100-300 мм з коротким і довгим різьбленням на кінцях, з наверхненою муфтою і контргайкою (рис. 1.44). Для ущільнення з'єднань використовують льняне пасмо і пасту, що виготовляється із сурику та оліфи.

Для пуску системи опалення, її регулювання, відключення окремих частин (магістралей, стояків, гілок) при проведенні ремонтних

робіт на трубопроводах встановлюють запірно-регулюючу арматуру: засувки, вентиля, пробкові крани і термостати. За допомогою засувок і вентилів, зображених на рис. 1.45, можна перекрити подачу гарячої води в гілці, стояку або магістралі системи.

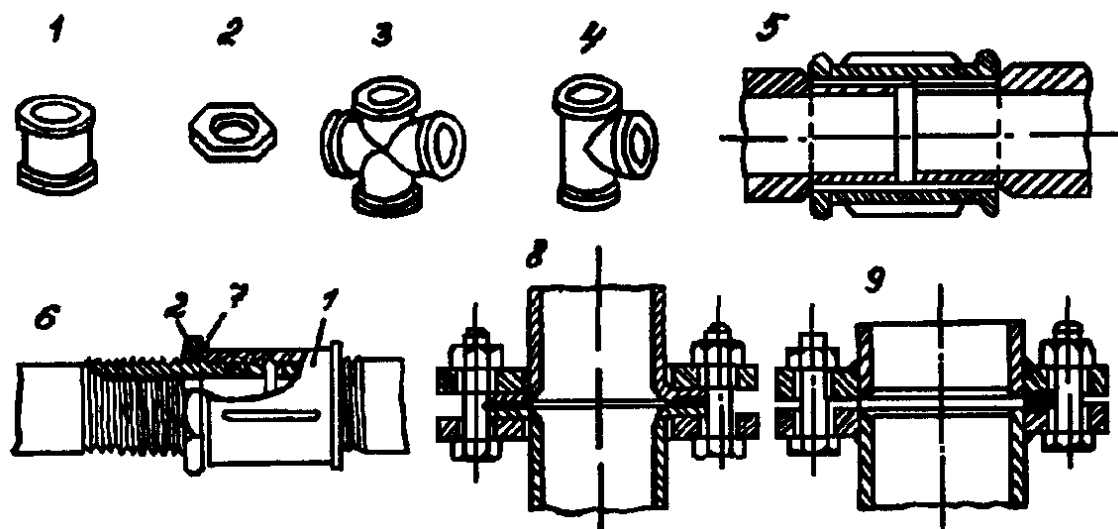


Рисунок 1.44 - Фасонні частини труб і способи з'єднання труб: 1 - муфта; 2 - контргайка; 3 - хрестовина; 4 - трійник; 5 - з'єднання труб за допомогою муфти; 6 - роз'ємне з'єднання; 7 - льняний джгут; 8 - фланцеве з'єднання з відбортовкою кінців труб; 9 - фланцеві з'єднання з приварюванням фланців до труб

Для з'єднання труб між собою застосовують фасонні сполучні частини – фітинги: муфти, згони, трійники, хрестовини, косинці тощо. Безшовні труби з'єднують шляхом зварювання, а в місцях, що підлягають розбиранню, за допомогою фланців. Для з'єднання пластмасових труб також застосовують різні косинці (коліна) трійники та інші сполучні вироби. Пластмасові труби з'єднують між собою особливим зварюванням за допомогою спеціального електропаяльника.

На підведеннях води до опалювальних приладів встановлюють крани і термостати для індивідуального регулювання температури повітря в приміщенні. Поворот руків'я крану або термостата на певний кут дозволяє змінити кількість гарячої води, що протікає через них, і тим самим зменшити або збільшити подачу теплоти в приміщення. На рис. 1.46 представлені різні види регулювальних кранів. У готелях високого класу на підведеннях до опалювальних приладів встановлюють термостати, що дозволяють плавно і в широкому

діапазоні регулювати температуру повітря в приміщеннях.

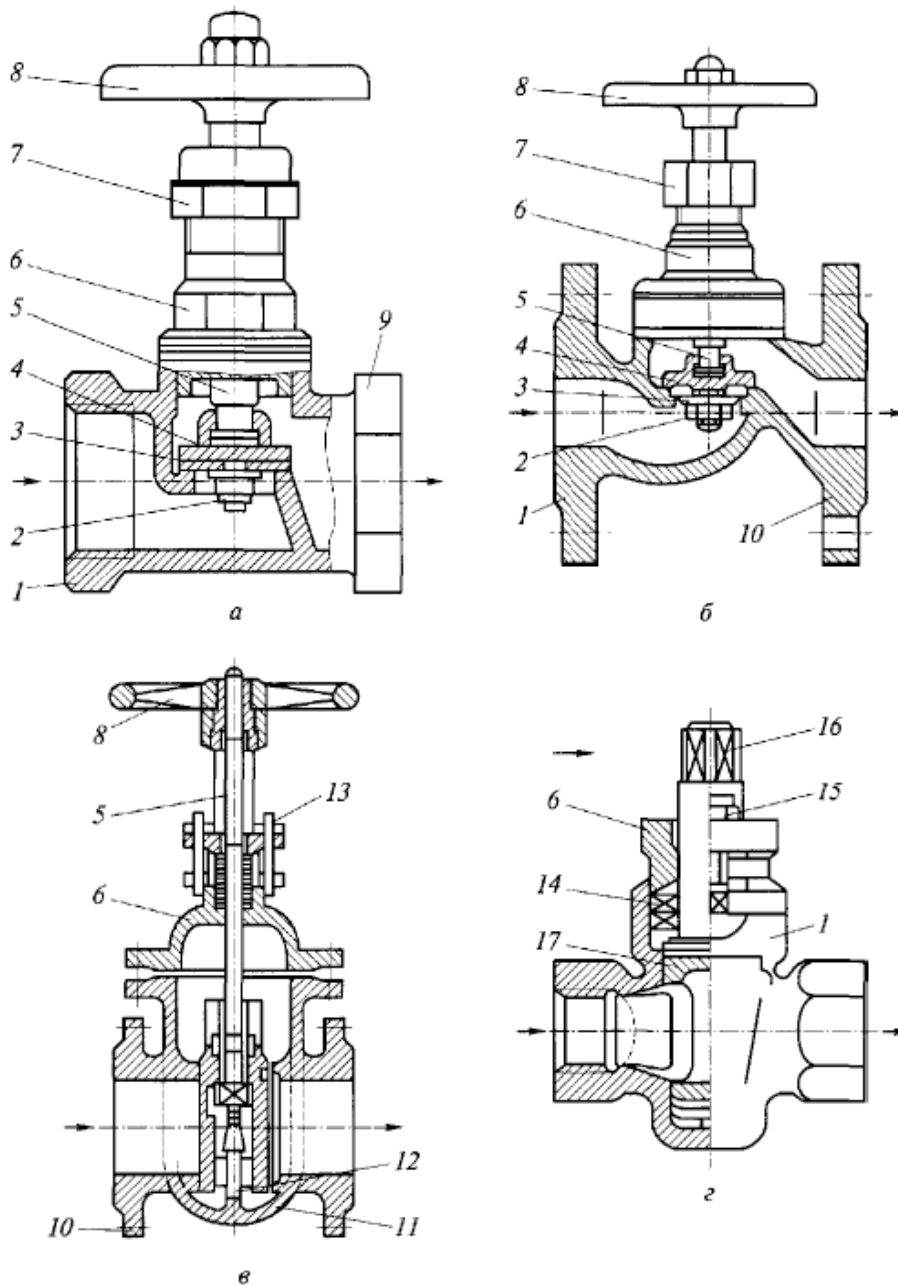


Рисунок 1.45 - Запірно-регулююча трубопровідна арматура систем опалення : а - вентиль замковий муфтовий латунний; б - вентиль замковий фланцевий з ковкого чавуну; в - засувка клинова з висувним шпинделем і ручним приводом; г - пробковий кран сальниковий муфтовий; 1 - корпус; 2 - отвір; 3 - кільце ущільнювача; 4 - золотник; 5 - шпиндель; 6 - кришка; 7 - накидна гайка; 8 - крутень; 9 - напівмуфта; 10 - фланець; 11 - диск затвора; 12 - клин; 13 - болт з гайкою; 14 - сальникове набивання; 15 - гайка; 16 - чотиригранний хвостовик; 17 – пробка

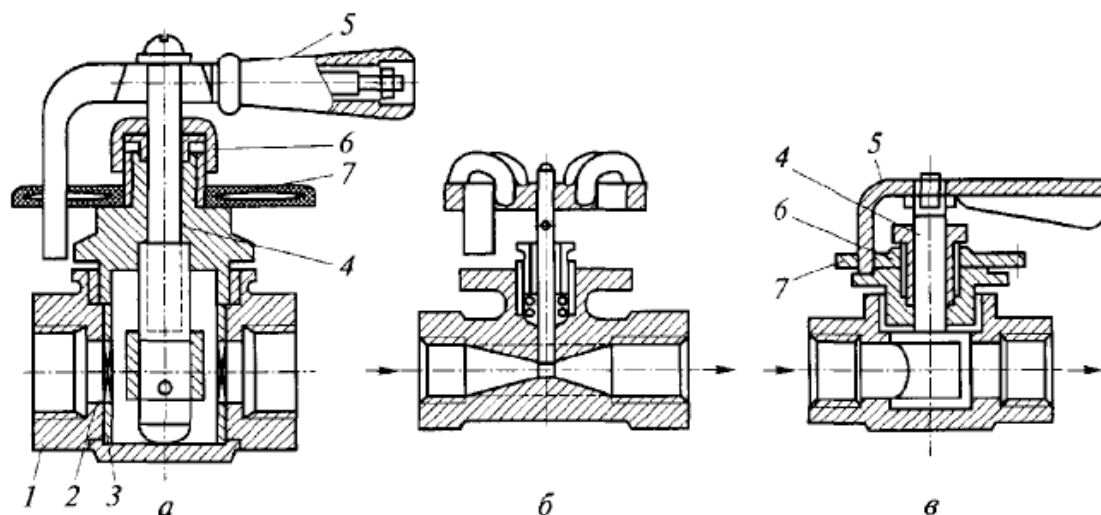


Рисунок 1.46 - Регулювальні крани на підведеннях до опалювальних приладів: а - подвійного регулювання; б - дросель-кран; у - триходовий; 1 - корпус; 2 - відкритий з торця циліндр; 3 - проріз в циліндрі; 4 - шток; 5 - руків'я; 6 - сальник; 7 - розетка-обмежувач

Насоси призначені для переміщення води по трубопроводах системи опалення при мінімальному натиску, що забезпечує подолання опору трубопроводів і обладнання. Зазвичай в системі опалення встановлюють два насоси, що працюють по черзі. При цьому один насос завжди є резервним на випадок виходу з ладу іншого.

У схемі підключення насосів до системи опалення передбачається обвідна лінія із засувкою, яка при роботі насоса закрита. У разі відключення насосів або їх аварійного стану засувка може бути відкрита і здійснюватиметься природна циркуляція води. Для кожної конкретної системи опалення насоси підбирають на основі розрахунку.

Розширювальна посудина служить для відведення повітря, що знаходиться в трубопроводах і опалювальних приладах, сприймає об'єм води, що утворюється внаслідок її температурного розширення, і дозволяє контролювати рівень заповнення системи опалення водою за допомогою контрольної трубки. Якщо об'єм води, що утворився при нагріві, не буде витиснений в посудину, то підвищиться тиск в системі, що може привести до аварії.

Розширювальна посудина виготовляється із сталевих листа у вигляді циліндричного або прямокутного бака з люком у верхній

частині і патрубками для під'єднання труб. Місткість розширювальної посудини визначається розрахунковим шляхом. Розширювальна посудина і відповідні до нього трубопроводи щоб уникнути замерзання води теплоізолюють. Розширювальну посудину встановлюють вище за всі елементи системи опалення, зазвичай на горищі або сходовій клітині.

Пристрої для видалення повітря з системи опалення запобігають утворенню повітряних пробок в трубопроводах і опалювальних приладах, що викликають розрив струменя і припинення циркуляції води. Видалення повітря здійснюється через повітрозбірник з повітровідвідниками, що розташовуються в найбільш високій точці системи опалення.

1.4.3 Терморегулятори

В сучасних системах опалення для автоматичного підтримування температури повітря в приміщенні застосовують терморегулятори, які встановлюються на вході в радіатор.

Терморегулятори дозволяють зекономити до 20% теплової енергії і забезпечують підтримування постійної температури приміщення з точністю до 1°C.

Радіаторні терморегулятори використовуються для будь-яких систем водяного опалення будинків та обладнані вмонтованим датчиком, захистом від морозу, з діапазоном температури 6...26 °C, пристроєм для обмеження та фіксації налаштованої температури.

Терморегулятор опалення (рис. 1.47) складається із клапана терморегулятора і чутливого елементу - термостатичної голівки (термоголівки). Працюють вони в парі без допоміжної енергії. Термоголівка складається з рідинного елементу (іноді застосовуються газові або тверді елементи), регулювальника і приводу.

При зміні температури повітря, відбувається зміна об'єму рідини. Сильфон, збільшується або зменшується в об'ємі, переміщаючи регулюючий золотник клапана пропорційно зміні температури повітря. Чутливий елемент реагує на відхилення температури повітря від заданого значення і тим самим переміщає шток клапана терморегулятора. Цією зміною ходу відбувається відповідна зміна в процесі надходження теплоносія в радіатор.

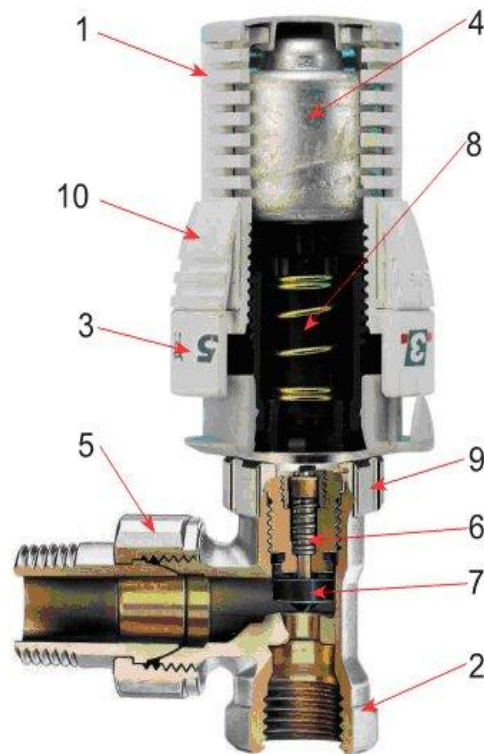


Рисунок 1.47 - Схема терморегулятора: 1 - термостатичний елемент; 2 - термостатичний клапан; 3 - шкала налаштування; 4 - чутливий елемент (робоча середовище-рідина); 5 - роз'ємне з'єднання; 6 - шток; 7 - золотник; 8 - компенсаційний механізм; 9 - накидна гайка; 10 – кільце, яке фіксує задану температуру

1.4.4 Розширювальний бак

Розширювальний бак призначений для прийому підвищеного об'єму води, що утворюється при нагріві її в системі, і заповнення спаду води при пониженні її температури і невеликих витоків з системи. Крім того, розширювальний бак підтримує певний гідравлічний тиск в системі, служить сигналізатором рівня води в системі, а також повітрявіддільником і повітрявідвідником.

Розширювальний бак є металевою ємністю зі знімною кришкою і патрубками для приєднання труб (рис. 1.48): розширювального; переливного - для зливу надлишку води; контрольного - для спостереження за рівнем води (при використанні реле рівня); циркуляційного - для запобігання замерзанню води в розширювальному баку і сполучній трубі.

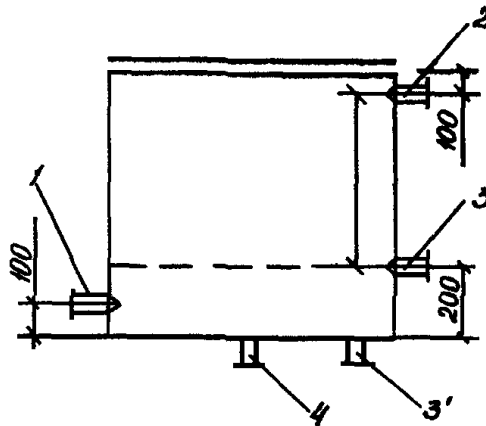


Рисунок 1.48 - Відкритий розширювальний бак з патрубками для приєднання труб: 1 - розширювальний; 2 - переливний; 3 - контрольний (3' - реле рівня); 4 - циркуляційний

Розширювальний бак може бути закритим, таким, що знаходиться під змінним тиском, і відкритим, таким, що сполучається з атмосферою.

Закриті розширювальні баки, що є герметичними металевими посудинами, у верхній частині яких знаходиться газ, зазвичай азот, поки не знайшли широкого застосування у вітчизняних системах опалення. Найдоцільніше їх використовувати в невеликих системах опалення з природною циркуляцією теплоносія, оскільки в них простіше забезпечити повну герметичність системи.

Відкритий розширювальний бак (рис. 1.49) встановлюють в найвищій точці системи опалення, зазвичай на горищі або в сходовій клітині. Розширювальний бак покривають тепловою ізоляцією, а при розміщенні на горищі, крім того, поміщають в бокс, що утеплює, з вільним доступом для обслуговуючого персоналу.

У системах водяного опалення з природною циркуляцією води розширювальну трубу приєднують до подаючої магістралі, а циркуляційну - до найближчого стояка або до зворотної магістралі (рис. 1.49, а).

В системах зі штучною циркуляцією води розширювальну і циркуляційну труби приєднують до зворотного магістрального трубопроводу поблизу всмоктуючого патрубку насоса, при цьому відстань між місцями приєднання розширювальної і циркуляційної труб повинно бути не менше 2 м (рис. 1.49, б).

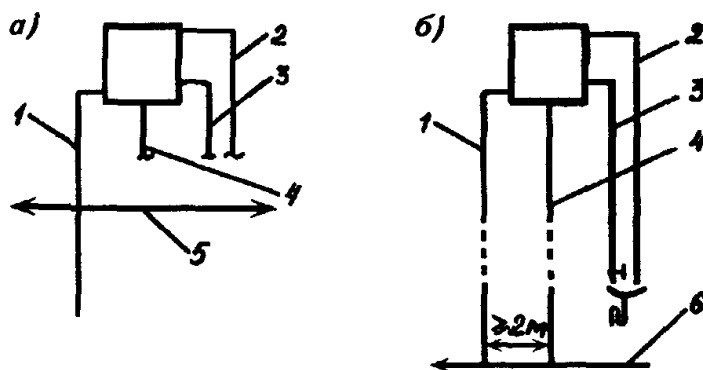


Рисунок 1.49 - Схеми приєднання відкритого розширювального бака до трубопроводів системи водяного опалення : з природною циркуляцією води (а); зі штучною циркуляцією води (б); 1 - розширювальна труба; 2 - труба переливання; 3 - контрольна труба; 4 - циркуляційна труба; 5 - подаюча магістраль; 6 - зворотна магістраль системи опалення

1.5 Вимоги, які пред'являються до систем опалення

Усі вимоги, які пред'являються до систем опалення, можна розділити на п'ять груп:

- **санітарно-гігієнічні**: підтримка заданої температури повітря і внутрішніх поверхонь обгороджувальних приміщення в часі, в плані і по висоті при допустимій рухливості повітря, обмеження температури на поверхні опалювальних приладів;

- **техніко-економічні**: оптимальні капітальні вкладення, економна витрата теплової енергії при експлуатації;

- **архітектурно-будівельні**: відповідність інтер'єру приміщення, компактність, ув'язка з будівельними конструкціями, узгодження з терміном будівництва будівлі;

- **виробничо-монтажні**: мінімальне число уніфікованих вузлів і деталей, механізація їх виготовлення, скорочення трудових витрат і ручної праці при монтажі;

- **експлуатаційні**: ефективність дії протягом усього періоду роботи, надійність (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність) і технічна досконалість, безпека і безшумність дії.

Розподіл вимог на п'ять груп умовний, оскільки в них входять вимоги, що відносяться як до періоду проектування і будівництва, так і експлуатації будівлі. Найбільш важливі санітарно-гігієнічні і експлуатаційні вимоги, які обумовлюються необхідністю підтримувати

задану температуру в приміщеннях протягом опалювального сезону і всього терміну служби системи опалення будівлі.

Санітарно-гігієнічні вимоги полягають в забезпеченні заданої температури повітря в опалювальному приміщенні, а також в підтримці такої температури поверхні опалювальних приладів, яка унеможливило опіків і пригорання пилю.

В період роботи системи опалення в приміщенні виникає теплообмін між опалювальними приладами, внутрішніми і зовнішніми обгороджуваннями, устаткуванням і людьми. Метою опалення є створення теплової обстановки, сприятливої для відпочинку і високої продуктивності праці людей, для оптимальної умови технологічних процесів.

Для нормального самопочуття людини необхідно, щоб природна теплопродукція людського тіла компенсувалася тепловідводом. Інтенсивність відведення теплоти від людського тіла тісно пов'язана з метеорологічними умовами в місці перебування людини і інтенсивністю виконання ним роботи.

Повна втрата теплоти (включаючи теплоту, що йде на випарологи) людиною, що виконує легку роботу при температурі повітря 20 °C, складає 545 кДж/год. При цьому теплота, що втрачається конвекцією, складає приблизно 30%, випромінюванням - 50% і випаром - 20%.

Якщо теплопродукція організму і втрати теплоти не збалансовані, то людина відчуває тепловий дискомфорт.

Тепловіддача з поверхні тіла конвекцією і випромінюванням збільшується або зменшується за рахунок пристосування організму до терморегулювання з метою підтримки температури тіла на певному середньому рівні. Це пов'язано із збільшенням або зменшенням потоку крові в поверхнево розташованих кровоносних судинах.

По цьому показнику перевагу перед іншими теплоносіями має повітря. При використанні нагрітого повітря-теплоносія з низькою теплоінерційністю - можна постійно підтримувати рівномірну температуру кожного окремого приміщення, швидко змінюючи температуру повітря, що подається, тобто проводячи так зване експлуатаційне регулювання. При цьому одночасно з опаленням можна забезпечити вентиляцію приміщень.

Застосування в системах опалення гарячої води також дозволяє підтримувати рівномірну температуру приміщень, що досягається регулюванням температури, що подається в опалювальні прилади води.

При такому регулюванні температура приміщень все ж може дещо відхилятися від заданої (на 1-2 °С) внаслідок теплової інерції мас води, труб і приладів.

При використанні пари температура приміщень нерівномірна, що суперечить гігієнічним вимогам. Нерівномірність температури виникає із-за невідповідності теплопередачі приладів при незмінній температурі пари (при постійному тиску) тепловтратам приміщення, що змінюються, протягом опалювального сезону. У зв'язку з цим доводиться зменшувати кількість пари, що подається в прилади, і навіть періодично відключати їх щоб уникнути перегрівання приміщень при зменшенні їх тепловтрат.

Інша санітарно-гігієнічна вимога - обмеження температури зовнішньої поверхні опалювальних приладів викликане явищем розкладання і сухої сублімації органічного пилу на нагрітій поверхні, виділенням шкідливих речовин, що супроводжується, зокрема окисли вуглецю. Розкладання пилу починається при температурі 65-70 °С і інтенсивно протікає на поверхні, що має температуру більше 80 °С.

При використанні пари як теплоносія температура поверхні більшості опалювальних приладів і труб постійна і близька або вище 100 °С, тобто перевищує гігієнічну межу. При опаленні гарячою водою середня температура нагрітих поверхонь, як правило, нижче, ніж при застосуванні пари. Крім того, температуру води в системі опалення знижують для зниження теплопередачі приладів при зменшенні тепловтрат приміщень. Тому при теплоносії води середня температура поверхні приладів протягом опалювального сезону практично не перевищує гігієнічної межі.

Техніко-економічні вимоги полягають в тому, щоб витрати на будівництво та експлуатацію опалювальної системи були найменшими.

Важливим техніко-економічним показником при застосуванні різних теплоносіїв є витрата металу на теплопроводи і опалювальні прилади.

Витрата металу на теплопроводи зростає із збільшенням їх поперечного перерізу. Вичислимо співвідношення площі поперечного перерізу теплопроводів, по яких подаються різні теплоносії для передачі в приміщення однакової кількості теплоти.

Приймемо, що для опалення використовується вода, температура якої знижується з 150 до 70 °С, пари з надлишковим тиском 0,17 МПа (температура 130 °С) і повітря, що охолоджується з 60 °С до температури приміщення (наприклад, 15 °С). Результати розрахунків, а

також характерні параметри теплоносіїв (густина, теплоємність, питома теплота конденсації пари) зведемо в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Порівняння основних теплоносіїв для опалення

Параметри	Теплоносії		
	вода	пара	повітря
Температура, різниця температури, °С	150-70=80	130	60-15=45
Густина, кг/м ³	917,00	1,50	1,03
Питома масова теплоємність, кДж/(кг·°С)	4,31	1,84	1,00
Питома теплота конденсації, кДж/кг	-	2175	-
Кількість теплоти для опалення в об'ємі 1м ³ теплоносія, кДж	316370	3263	46,4
Швидкість руху, м/с	1,5	80	15
Співвідношення площі поперечного перерізу теплопроводів	1	1,8	680

Видно, що площі поперечного перерізу водоводів і паропроводів відносно близькі, а переріз воздуховодів в сотні разів більший. Це пояснюється, з одного боку, значною теплоакumuляційною здатністю води і властивістю пари виділяти велику кількість теплоти при конденсації, з іншого боку - малою густиною і теплоємністю повітря.

При порівнянні витрати металу слід також врахувати, що площа поперечного перерізу труб для відведення конденсату від приладів в паровій системі – конденсатопроводів значно менше площі перерізу паропроводів, оскільки об'єм конденсату приблизно в 1000 разів менше об'єму тієї ж маси пари.

Можна зробити висновок, що витрата металу як на водоводи, так і на паро- і конденсатопроводи буде значно меншим, ніж на повітроводи, навіть якщо останні виконати зі значно тоншими стінками. Крім того, при великій довжині металевих повітроводів малотепломісткий теплоносії (повітря) сильно охолоджується по шляху руху. Цим пояснюється, що при далекому теплопостачанні як теплоносії використовують не повітря, а воду або пару.

Витрата металу на опалювальні прилади, що обігріваються паром, менше, ніж на прилади, що нагріваються гарячою водою, внаслідок зменшення площі приладів при вищих значеннях температури середовища, що нагріває їх. Конденсація пари в приладах відбувається без зміни температури насиченої пари, а при охолодженні води в

приладах знижується середня температура (наприклад, до 110 °С при температурі води, що входить в прилад, 150 °С і що виходить з приладу 70 °С). Оскільки площа нагрівальної поверхні приладів зворотно пропорційна температурному натиску (різниці між середньою температурою поверхні приладу і температурою оточення його повітря), то при температурі пари 130 °С (табл. 1.10) площа парових приладів приблизно (вважаючи коефіцієнти теплопередачі приладів рівними і приймаючи температуру приміщення - 20 °С) складе $(PO-20)/(130-20) = 0,82$ площ водяних приладів.

На додаток до відомих експлуатаційних показників слід зазначити, що із-за високої густини води, яка більше густини пари в 600 - 1500 разів і повітря в 900 разів, в системах водяного опалення багатоповерхових будівель може виникати руйнівний гідростатичний тиск. У зв'язку з цим у висотних будівлях в США застосовувалися системи парового опалення.

Повітря і вода до певної швидкості руху можуть переміщатися в теплопроводах безшумно. Часткова конденсація пари внаслідок попутних тепловтрат через стінки паропроводів і появи попутного конденсату викликає шум (кляцання, стуки і удари) при русі пари.

В деяких випадках рекомендується використовувати в системі опалення спеціальний незамерзаючий теплоносіє - антифриз. Будь-який антифриз є досить токсичною речовиною, що вимагає особливого з ним обертання. Його використання в системі опалення може привести до деяких негативних наслідків (прискорення корозійних процесів, зниження теплообміну, зміна гідравлічних характеристик, заповітріння та ін.). У зв'язку з цим, застосування антифризу як теплоносія у кожному конкретному випадку має бути досить обґрунтованим.

Архітектурно-будівельні вимоги повинні передбачати взаємну ув'язку усіх елементів системи опалення (трубопроводів, опалювальних приладів і іншого устаткування) з будівельними та архітектурно-планувальними рішеннями приміщень, забезпечувати збереження будівельних конструкцій упродовж усього терміну експлуатації будівлі.

Виробничо-монтажні вимоги до систем опалення передбачають відповідність сучасному рівню механізації та індустріалізації заготівельних і монтажних робіт.

Експлуатаційні вимоги до систем опалення полягають в забезпеченні надійності роботи і відносної простоти обслуговування. Під надійністю роботи систем опалення слід розуміти здатність забезпечувати санітарно-гігієнічні вимоги незалежно від зовнішніх

кліматичних умов, достатню довговічність систем опалення і безпеку відносно пожежі і вибуху.

Простота обслуговування систем опалення визначається нескладністю регулювання теплопродуктивності як системи в цілому, так і окремих опалювальних приладів. Істотне значення має простота ремонту систем.

Окрім розглянутих вище вимог системи опалення повинні мати ряд додаткових властивостей, таких як естетична привабливість, коли оформлення систем опалення тісно пов'язане з характером інтер'єру приміщень. Усі елементи системи опалення і особливо опалювальні прилади не повинні погіршувати зовнішній вигляд приміщень, займати мінімум площі, мати привабливий сучасний вигляд, хорошу обробку і забарвлення.

Контрольні питання

- 1. Назвіть параметри мікроклімату, які рекомендується підтримувати у закладах ГРГ, що відповідають комфортним умовам перебування в них людей?*
- 2. Викладіть спрощену методику розрахунку тепловтрат через огороження?*
- 3. Дайте характеристику основних конструктивних елементів, які складають комплекс приладів в системі опалення?*
- 4. Приведіть основні ознаки та характеристики системи опалення в залежності від місця розташування джерела теплоти?*
- 5. Які переваги і недоліки мають системи опалення, в залежності від виду використаного теплоносія?*
- 6. Приведіть класифікацію системи опалення за способом переміщення теплоносія.*
- 7. Дайте характеристику системі вогнеповітряного опалення?*
- 8. Дайте характеристику системі електричного опалення?*
- 9. Дайте характеристику панельно-променевому опаленню?*
- 10. Назвіть основне устаткування систем водяного опалення?*
- 11. Приведіть вимоги, які пред'являються до систем опалення?*

РОЗДІЛ 2

ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

Під дією низки різних факторів повітря всередині приміщення може змінювати свій склад, температуру та вологість, що призводить до погіршення здоров'я, працездатності та і просто самопочуття людей, або порушення нормального протікання технологічних процесів.

Тому, для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам, повинні створюватися комфортні умови перебування людини в приміщенні. Для забезпечення параметрів повітря, яке відповідає вимогам певного виробничого або технологічного процесу, повинні створюватися оптимальні технологічні умови.

Так, у закритих приміщеннях підприємств ГРГ, пов'язаних з приготуванням їжі, виділяються шкідливості, які забруднюють внутрішнє повітря. У гарячих, кулінарних і кондитерських цехах, в процесі приготування їжі у повітря приміщень виділяється надзвичайно багато теплоти та вологи, вуглекислого газу, акролеїну та ін. В обідніх залах у повітря потрапляють теплота і волога від їжі, що остигає, теплота і волога від відвідувачів, теплота сонячної радіації, що проникає через засклені вікна, дах, теплота від штучного освітлення та обладнання.

Коли шкідливостей накопичується надзвичайно багато, повітря приміщень стає непридатним для перебування в ньому людини, тому щоб запобігти надмірному погіршенню якості внутрішнього повітря слід здійснювати обмін повітря в приміщенні, при якому з кімнати видаляється забруднене повітря, а на його місце надходить чистіше, як правило, зовнішнє повітря. Тому, щоб створити умови для нормальної життєдіяльності відвідувачів і персоналу, застосовують системи вентиляції або кондиціонування повітря.

Вентиляцією називають сукупність заходів та пристроїв, які забезпечують розрахунковий обмін повітря в приміщеннях. Вентиляція приміщень забезпечує чистоту повітря та необхідні параметри повітряного середовища по температурі і вологості шляхом видалення з приміщення надлишків вологи і теплоти. В результаті створюються також умови, що перешкоджають перезволоженню та корозії будівельних конструкцій, що сприяє підвищенню їхньої схоронності.

Основною особливістю вентиляції закладів ГРГ є різноманітність приміщень, які включають в собі три ділянки:

- вентиляція кухні (гарячого цеху та приміщень для приготування холодних страв), рис. 2.1;
- вентиляція залу для відвідувачів (торгового залу), рис. 2.2;
- вентиляція побутових, офісних і підсобних приміщень (рис. 2.3).



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд системи вентиляції кухні (гарячого цеху)



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд системи вентиляції залу для відвідувачів

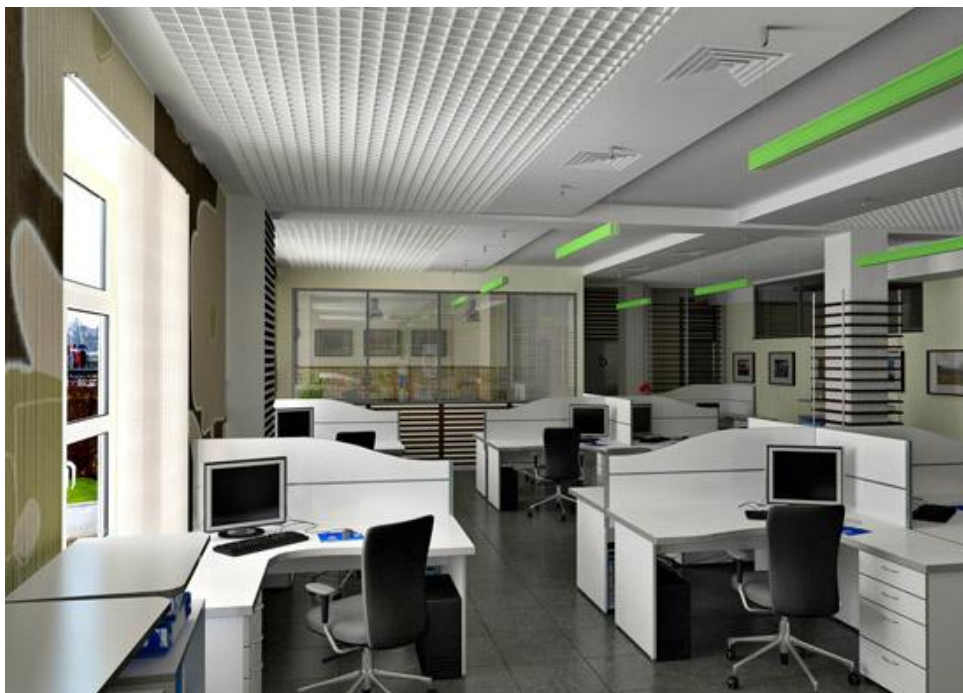


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд системи вентиляції офісних приміщень

Кондиціонування повітря - автоматична підтримка в закритих приміщеннях усіх або окремих його параметрів (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху) на певному рівні з метою забезпечення головним чином оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу. При цьому стан повітряного середовища приміщення перестає бути залежним від параметрів зовнішнього (атмосферного) повітря.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, званим системою кондиціонування повітря (СКП), рис. 2.4. До складу СКП входять технічні засоби: приготування, переміщення та розподілу повітря; приготування холоду; засоби холодо- і теплопостачання; автоматики; дистанційного керування; контролю.

СКП як сукупність всіх інженерних засобів є активною, зазвичай регульованою системою, призначеною для комплексної підтримки заданих параметрів внутрішнього повітря, які забезпечують розрахункові, часто оптимальні умови в приміщеннях будівель.

Слід зауважити, що монтаж і експлуатація системи вентиляції, особливо системи кондиціонування повітря, нерідко пов'язані з витратою значних коштів. Тому перш ніж прийняти рішення про устрій цих систем в тій або іншій споруді, треба дуже глибоко вивчити можливості, що дозволяють або зовсім обійтися без вентиляції і кондиціонування повітря, або значно скоротити об'єми цих систем і потужності встановленого в них обладнання.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд приміщення з центральною системою кондиціонування

Перерахуємо деякі найважливіші заходи, які дають можливість істотно скоротити об'єми систем вентиляції і кондиціонування повітря і полегшують рішення основних завдань:

1. Застосування технологічних процесів, при яких в повітря приміщення не виділяється шкідливості або їх виділення зведено до мінімуму.

2. Влаштування герметизованих укриттів для обладнання, що виділяє шкідливості, з метою недопущення їх поширення в об'ємі приміщення.

3. Правильний вибір будівельних (огороджувальних) конструкцій, для того, щоб вплив зовнішнього середовища не утрудняв, а полегшував рішення вентиляційних завдань. Так, наприклад, в жаркому кліматі не можна рекомендувати проектування будівель з великими площами скління, що впливає на зайві кількості теплоти інсоляцій. Іншим прикладом може бути застосування гідро- і пароізоляції підземних споруд, які перешкоджають проникненню вологи з навколишнього ґрунту.

4. Раціональні архітектурно-планувальні рішення будівельної частини будівель і споруд, доцільне компонування приміщень об'єкту. Наприклад, приміщення, в яких розміщено обладнання, що виділяє велику кількість шкідливостей (брудні приміщення), повинні відділятися від приміщень, що мають невеликі виділення шкідливостей

(чистих приміщень), ізолюючими перегородками для запобігання поширенню шкідливостей у великих об'ємах.

Природно, що у кожному конкретному випадку можуть бути знайдені інші способи, які полегшують виконання завдань системами вентиляції і кондиціонування повітря або сприяючі скороченню об'ємів цих систем.

2.1. Методика розрахунку системи вентиляції

Для виведення шкідливостей, які виникають в процесі виробництва, а також при споживанні їжі в торговельних залах та надлишкової кількості теплоти з цих приміщень, передбачені системи припливно-витяжної вентиляції. На підприємстві їх проектується дві: для виробничих приміщень та для торговельної групи приміщень.

У будинку передбачена припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням. Основними елементами системи вентиляції є повітроводи, прилади для забору та випускання повітря, прилади для обробки повітря (очищення від пилу, нагрівання), вентилятор з електродвигуном.

Не кожне приміщення обладнують технічними засобами притоку та витяжки, так як іноді приток здійснюється в одно приміщення, а витяжка – із збіжного з ним. Припливна камера, як правило, розміщується на нижньому поверсі. В ній проектується дві роздільні системи – одна для виробничої групи приміщень, а друга - для приміщень торгової групи або залів для відвідувачів. В камерах встановлюються фільтри, калорифери і вентилятори з електродвигунами. Повітроводи в приміщеннях для споживачів виконуються з аркушів ДСП, а у виробничих приміщеннях з листової жерсті. Для зменшення шуму під вентилятори встановлюють віброізолюючу основу.

Визначення кількості припливного і витяжного повітря (повітрообмінів) здійснюється за кількістю шкідливостей (забруднень), що надходять у приміщення.

2.1.1 Розрахунок шкідливостей, що виділяються у торговому залі

У залі для відвідувачів або торговому залі виділяються наступні види шкідливостей, які представлено:

- **загальними теплонадходженнями** (тепловиділення від людей; тепловиділення від гарячої їжі, що остигає; теплота від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні; теплонадходження через безгорищне покриття; тепловиділення від електричного освітлення);

- **загальними вологовиділеннями** (вологовиділення від людей; вологовиділення від гарячої їжі, що остигає);

- **загальною кількістю шкідливих газів** (вуглекислим газом, що виділяється людьми).

Загальні теплонадходження в залі для відвідувачів, $Q_{заг.}$, кВт, визначаються за формулою:

$$Q_{заг.} = Q_{л.} + Q_{г.ї.} + Q_{с.р.} + Q_{покр.} + Q_{осв.}, \quad (2.1)$$

де $Q_{л.}$ - тепловиділення від людей, кВт;

$Q_{г.ї.}$ - тепловиділення від гарячої їжі, що остигає, кВт;

$Q_{с.р.}$ - кількість теплоти від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні, кВт;

$Q_{покр.}$ - теплонадходження через безгорищне покриття, кВт;

$Q_{осв.}$ - тепловиділення від електричного освітлення, кВт.

Розрахунок шкідливостей починається з визначення температури повітря в робочій зоні для торгового залу, $t_{р.з.}$, °С:

$$t_{р.з.} = t_{з.н.} + 3, \quad (2.2)$$

де $t_{з.н.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря в теплий період року, °С, приймається по додатку Б (параметри Б).

Температура повітря в робочій зоні для гарячого цеху, $t_{р.з.}$, °С:

$$t_{р.з.} = t_{з.н.} + 5, \quad (2.3)$$

Визначення загальних теплонадходжень у залі для відвідувачів починається з розрахунку тепловиділень від людей, які залежать від їх кількості в приміщенні (кількість місць в залі та кількість обслуговуючого персоналу), характеру виконуваної роботи (затрачуваної ними енергії) і температури повітря. Для розрахунків рекомендується користуватися даними таблиці додатку О, у якій наведено середні показники для чоловіків. Прийнято вважати, що жінки

виділяють 85%, а діти в середньому 75% теплоти та вологи, які виділяються чоловіками.

Тепловиділення від людей $Q_{л.}$, кВт, розраховуються за формулою:

$$Q_{л.} = \frac{n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2}{3600}, \quad (2.4)$$

де n_1 – кількість місць в залі, чол.;

q_1 – повні тепловиділення від одного споживача при легкій роботі та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кДж/год.;

n_2 – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

q_2 – повні тепловиділення від одного працівника при роботі середньої важкості та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кДж/год.

Процес прийому їжі споживачами прирівнюється до легкої фізичної роботи, а робота виробничого та обслуговуючого персоналу – до фізичної роботи середньої важкості, що враховано у формулі (2.4).

В процесі споживання їжі відвідувачами відбувається поступове остигання страв з одночасним виділенням вологи. Тепловиділення від гарячої їжі, що остигає, $Q_{г.і.}$, кВт, визначаються за формулою:

$$Q_{г.і.} = \frac{g \cdot c \cdot (t_n - t_k) \cdot n_1}{3600 \cdot \tau}, \quad (2.5)$$

де g – середня маса усіх страв, що приходяться на одного споживача, $g = 0,85$ кг;

c – середня теплоємність усіх страв, $c = 3,35$ кДж/(кг·°С);

t_n – температура страв на початку споживання, $t_n = 70$ °С;

t_k – температура страв в кінці споживання, $t_k = 40$ °С;

τ – тривалість прийому їжі одним споживачем (для ресторанів – 1 год., для кафе та їдалень з обслуговуванням офіціантами – 0,5...0,75 год., для закладів ресторанного господарства з самообслуговуванням – 0,3 год.);

n_1 – кількість місць в залі, чол.

Визначення кількості теплоти, що вносить сонячне опромінення. Сонячна радіація попадає в приміщення через засклені поверхні, плоскі покрівлі і зовнішні стіни. При розрахунках вентиляції

звичайно враховують тільки сонячну радіацію через засклені поверхні і плоскі покриття.

Надходження теплоти через заповнення світлових прорізів від сонячної радіації визначається для липня – найбільш спекотного місяця.

Кількість теплоти від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні, $Q_{с.р.}$, кВт, підраховують за формулою:

$$Q_{с.р.} = \frac{q_{заск.} \cdot F_{заск.} \cdot k \cdot \beta}{3600}, \quad (2.6)$$

де $q_{заск.}$ - кількість теплоти, що надходить через 1 м² заскленої поверхні в залежності від географічної широти розташування даного закладу, кДж/(м²·год.), (додаток II);

$F_{заск.}$ - площа заскленої поверхні, розташованої в одній із зовнішніх стін, м²;

k – коефіцієнт, що залежить від характеру засклення (при подвійному заскленні в роздільних плетіннях $k = 1,00$; при подвійному в одній рамі $k = 1,15$; при одинарному заскленні $k = 1,45$);

β – коефіцієнт, що враховує зменшення кількості теплоти, що надходить від сонячної радіації, за рахунок забруднення стекол або застосування сонцезахисних пристроїв (при використанні масивних зовнішніх козирків $\beta = 0,05$; маркіз $\beta = 0,25$; при зовнішньому зашторюванні вікон $\beta = 0,25$; при застосуванні зовнішніх жалюзів $\beta = 0,30$; при шторах між плетіннями $\beta = 0,50$; при побілці стекол $\beta = 0,60$; при заскленні матовим склом $\beta = 0,70$).

При підрахунку теплонадходжень від сонячної радіації необхідно прийняти більшу з двох величин:

- теплонадходження через засклення, розташоване в одній стіні;
- теплонадходження через засклення, розташоване в двох взаємно перпендикулярних стінах з урахуванням коефіцієнта – 0,7.

У літню пору при зовнішній температурі повітря більше +10 °С визначають також теплонадходження через плоске безгорищне покриття, якщо таке є в наявності.

Теплонадходження через безгорищне покриття, $Q_{покр.}$, кВт, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{покр.}} = \frac{q_{\text{покр.}} \cdot F_{\text{покр.}}}{R_n \cdot 3600}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{покр.}}$ - кількість теплоти, що надходить через 1 м^2 поверхні покриття при коефіцієнті теплопередачі $1 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$, приймається з додатку Р;

$F_{\text{покр.}}$ - площа поверхні покриття, м^2 ;

R_n - розрахунковий опір теплопередачі даної конструкції, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{кДж}$.

Тепловиділення від електричного освітлення $Q_{\text{осв.}}$, кВт, для підприємств ресторанного господарства можна не враховувати, оскільки опівдні (час, коли ведеться визначення тепловиділень) електричне освітлення, як правило, не задіяне.

Загальні вологовиділення у торговому залі (залі ресторану і т.п.), $W_{\text{заг.}}$, кг/год., визначаються за формулою:

$$W_{\text{заг.}} = W_{\text{л.}} + W_{\text{г.ї.}}, \quad (2.8)$$

де $W_{\text{л.}}$ - вологовиділення від людей, кг/год.;

$W_{\text{г.ї.}}$ - вологовиділення від гарячої їжі, що остигає, кг/год.

Вологовиділення від людей в торговому залі, $W_{\text{л.}}$, кг/год., розраховуються за формулою:

$$W_{\text{л.}} = n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2, \quad (2.9)$$

де n_1 – кількість місць в залі, чол.;

g_1 – вологовиділення від одного споживача при легкій роботі та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кг/год.;

n_2 – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

g_2 – вологовиділення від одного працівника при роботі середньої важкості та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кг/год.

Вологовиділення від гарячої їжі, що остигає, $W_{\text{г.ї.}}$, кг/год., визначаються за формулою:

$$W_{\text{г.ї.}} = \frac{0,34 \cdot g \cdot c \cdot (t_n - t_{\text{к.}}) \cdot n_1}{3600 \cdot \tau \cdot (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{ср.}})}, \quad (2.10)$$

де g – середня маса усіх страв, що приходяться на одного споживача, $g = 0,85 \text{ кг}$;

- c – середня теплоємність усіх страв, $c = 3,35$ кДж/(кг·°С);
 t_n – температура страв на початку споживання, $t_n = 70$ °С;
 t_k – температура страв в кінці споживання, $t_k = 40$ °С;
 $t_{cp.}$ – середня температура випаровування, $t_{cp.} = (70+40)/2=55$ °С;
 n_1 – кількість місць в залі, чол.;
 τ – тривалість прийому їжі одним споживачем (для ресторанів – 1 год., для кафе та їдалень з обслуговуванням офіціантами – 0,5...0,75 год., для закладів ресторанного господарства з самообслуговуванням – 0,3 год.).

Вологовиділення від їжі, що готується, можна визначити, знаючи, що обсмажуванні продукти втрачають 10...16% своєї маси, у процесі кипіння може випаровуватися до 30...40% рідини з відкритої поверхні.

Загальна кількість шкідливих газів у торговому залі, $U_{zag.}$, л/год., визначається за формулою:

$$U_{zag.} = U_{л.}, \quad (2.11)$$

де $U_{л.}$ – кількість вуглекислого газу, який виділяється людьми, л/год.

У приміщеннях закладів ресторанного господарства основним газом, що виділяється, є вуглекислий газ. Кількість вуглекислого газу, який виділяється людьми, визначається за формулою:

$$U_{л.} = n_1 \cdot U_1 + n_2 \cdot U_2, \quad (2.12)$$

де n_1 – кількість місць в залі, чол.;

U_1 – виділення вуглекислого газу одним споживачем (дорослою людиною, яка знаходиться в стані відпочинку або при спокійній роботі в закладах ресторанного господарства, додаток С), л/год.;

n_2 – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

U_2 – виділення вуглекислого газу одним працівником (дорослою людиною, яка виконує легку або важку фізичну роботу, додаток С), л/год.;

2.1.2 Розрахунок шкідливостей, що виділяються в гарячому цеху

В гарячому цеху визначають наступні види шкідливостей, які представлено:

- загальними теплонадходженнями (тепловиділення від людей; теплота від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні; теплонадходження через безгорищне покриття; тепловиділення від електричного освітлення; тепловиділення від технологічного обладнання);

- загальними вологовиділеннями (вологовиділення від людей; вологовиділення від обладнання);

- загальною кількістю шкідливих газів (вуглекислим газом, що виділяється людьми).

Загальні теплонадходження в гарячому цеху, $Q_{заг.}$, кВт, визначаються за формулою:

$$Q_{заг.} = Q_{л.} + Q_{с.р.} + Q_{покр.} + Q_{осв.} + Q_{т.о.}, \quad (2.13)$$

де $Q_{л.}$ - тепловиділення від людей, кВт;

$Q_{с.р.}$ - кількість теплоти від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні, кВт;

$Q_{покр.}$ - теплонадходження через безгорищне покриття, кВт;

$Q_{осв.}$ - тепловиділення від електричного освітлення, кВт;

$Q_{т.о.}$ - тепловиділення від технологічного обладнання, кВт.

Тепловиділення від людей $Q_{л.}$, кВт, розраховуються за формулою:

$$Q_{л.} = \frac{n_2 \cdot q_2}{3600}, \quad (2.14)$$

де n_2 – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

q_2 – повні тепловиділення від одного працівника при роботі середньої важкості та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кДж/год.

Кількість теплоти від сонячної радіації, що надходить через засклені поверхні, $Q_{с.р.}$, кВт, підраховують за формулою (2.6).

Теплонадходження через безгорищне покриття, $Q_{покр.}$, кВт, визначаються за формулою (2.7).

Тепловиділення від електричного освітлення $Q_{осв.}$, кВт, для підприємств ресторанного господарства можна не враховувати, оскільки опівдні (час, коли ведеться визначення тепловиділень) електричне освітлення, як правило, не задіяне.

Тепловиділення від технологічного обладнання у гарячому цеху, $Q_{m.o.}$, кВт, можна визначити по довідкових характеристиках з врахуванням коефіцієнта одночасності роботи k_1 , коефіцієнта завантаження k_2 , і коефіцієнта ефективності роботи місцевих вентиляційних пристроїв k_3 чи k_4 за формулою:

$$Q_{m.o.} = k_1 \cdot [\sum N_1 \cdot k_2 \cdot (1 - k_3) + \sum N_2 \cdot k_2 \cdot (1 - k_4) + \sum N_3 \cdot k_2], \quad (2.15)$$

де N_1 - номінальна потужність модульованого або немодульованого електричного обладнання, над яким встановлені місцеві, вентиляційні відсмоктувачі, кВт (додатки Т, У);

N_2 - номінальна потужність немодульованого електричного обладнання, над яким встановлений кільцевий повітроводів або завіса, кВт (додатки Т, У);

N_3 - номінальна потужність електричного теплового обладнання, над яким не встановлені місцеві вентиляційні установки, кВт (додатки Т, У);

k_1 - коефіцієнт одночасності роботи теплового обладнання (приймається: для їдалень - 0,8; для ресторанів та кафе - 0,7);

k_2 - коефіцієнт завантаження теплового обладнання (приймається по додаткам Т, У);

k_3 - коефіцієнт ефективності роботи місцевих вентиляційних відсмоктувачів ($k_3 = 0,75$);

k_4 - коефіцієнт ефективності роботи кільцевих повітроводів та завіс ($k_4 = 0,45$).

Загальні вологовиділення в гарячому цеху, $W_{заг.}$, кг/год., визначаються за формулою:

$$W_{заг.} = W_{л.} + W_{обл.}, \quad (2.16)$$

де $W_{л.}$ - вологовиділення від людей, кг/год.;

$W_{обл.}$ - вологовиділення від обладнання, кг/год.

Вологовиділення від людей в гарячому цеху, $W_{л.}$, кг/год., розраховуються за формулою:

$$W_{л.} = n_2 \cdot g_2, \quad (2.17)$$

де n_2 - кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

g_2 – вологовиділення від одного працівника при роботі середньої важкості та температурі повітря в робочій зоні (додаток О), кг/год.

Вологовиділення від технологічного обладнання без припливно-витяжних локалізуючих пристроїв та теплового обладнання, встановленого в роздавальному отворі, приймаються за додатком Т.

Розрахунок вологовиділень від теплового обладнання, $W_{обл.}$, кг/год., проводиться з урахуванням коефіцієнту одночасності роботи обладнання k_1 , коефіцієнту завантаження обладнання k_2 та коефіцієнту ефективності роботи місцевих вентиляційних відсмоктувачів та кільцевих повітроводів k_3 , за формулою:

$$W_{обл.} = w_{обл.} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - k_3), \quad (2.18)$$

де $w_{обл.}$ – повна кількість вологи, виділювана даним видом обладнання (додаток Т);

k_1 - коефіцієнт одночасності роботи теплового обладнання (приймається: для їдалень - 0,8; для ресторанів та кафе - 0,7);

k_2 - коефіцієнт завантаження теплового обладнання (приймається по додатку Т, У);

k_3 - коефіцієнт ефективності роботи місцевих вентиляційних відсмоктувачів ($k_3=0,75$), при кільцевому повітроводі ($k_3=0,45$).

Загальна кількість шкідливих газів в гарячому цеху, $U_{заг.}$, л/год., визначається за формулою:

$$U_{заг.} = U_{л.}, \quad (2.19)$$

де $U_{л.}$ - кількість вуглекислого газу, який виділяється людьми, л/год.

Кількість вуглекислого газу, який виділяється людьми, визначається за формулою:

$$U_{л.} = n_2 \cdot U_2, \quad (2.20)$$

де n_2 – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

U_2 – виділення вуглекислого газу одним працівником (дорослою людиною, яка виконую легку або важку фізичну роботу, додаток С), л/год.

2.1.3 Розрахунок повітрообмінів для видалення шкідливостей

Забруднене повітря з приміщень можна видалити, нагнітаючи в приміщення чисте і видаляючи забруднене повітря. Зміна повітря в приміщенні характеризується кратністю повітрообміну, що показує скільки разів на протязі години змінюється повітря в даному приміщенні.

Санітарні норми (додаток А) регламентують кратність повітрообміну за припливом й витяжкою більшої частини приміщень, які характеризуються постійністю шкідливостей, що виділяються. Для таких приміщень, як гарячий, кулінарний і кондитерський цехи, що характеризуються нестабільними шкідливостями, норми не наведені. Кратність повітрообміну для таких приміщень визначається розрахунком.

Знаючи кратність повітрообміну, можна підрахувати кількість повітря, яке необхідно подати (видалити) у приміщення, щоб забезпечити необхідну санітарними нормами чистоту повітря приміщень.

Кількість припливного повітря, L , м³/год., за нормами кратності визначається за формулою:

$$L = n \cdot V. \quad (2.21)$$

де n - кратність повітрообміну, разів/год.;

V – внутрішній об'єм приміщення, м³.

Для видалення вуглекислого газу в приміщення вводиться зовнішнє повітря зі зниженим вмістом CO₂, а потім виводиться за допомогою витяжної вентиляції. Повітрообмін для видалення вуглекислого газу L_{CO_2} , м³/год., визначається за формулою:

$$L_{CO_2} = \frac{U_{заг}}{P_{ном.} - P_{пр.}}, \quad (2.22)$$

де $U_{заг.}$ - загальна кількість шкідливих газів, л/год.;

$P_{ном.}$ – гранично припустима концентрація газу в повітрі приміщення, $P_{ном.}=1,25$ л/м³;

$P_{пр.}$ – припустимий вміст газу в зовнішньому повітрі, $P_{пр.}=0,5$ л/м³.

У приміщеннях (гарячий цех, торговий зал), в яких одночасно виділяється теплота і волога, необхідний повітрообмін розраховується шляхом побудови процесу зміни параметрів за I-d діаграмою (додаток Ф).

Повітрообмін визначають таким чином:

По розрахованих параметрах теплонадходжень ($Q_{заг.}$) та вологовиділень ($W_{заг.}$) для кожного приміщення (гарячий цех, торговий зал) окремо визначають тепловологісне відношення E , кДж/кг вологи:

$$E = 3600 \cdot \frac{Q_{заг.}}{W_{заг.}}. \quad (2.23)$$

По відомих параметрах припливного повітря, $t_{пр.}$, °С - розрахункової температури зовнішнього повітря в теплий період року (параметри Б), згідно додатка Б, та питомої ентальпії (тепловмісту) припливного повітря, $I_{пр.}$, кДж/кг, в теплий період року, згідно з додатком Б (параметри Б), на I-d діаграму (додаток Ф) наносять точку, що відповідає початку процесу, і через неї проводять промінь процесу, тобто проводять лінію рівнобіжну величині тепловологісного відношення E .

У точці перетину променя процесу з лінією температури повітря, що виділяється із приміщення, $t_{вид.}$, °С, графічно знаходять ентальпію (тепловміст) даного повітря $I_{вид.}$, кДж/кг.

Температура повітря, що виділяється із приміщення, $t_{вид.}$, °С, визначається за формулою:

$$t_{вид.} = t_{р.з.} + \Delta t \cdot (H - 2), \quad (2.24)$$

де $t_{р.з.}$ - температура повітря в робочій зоні, °С;

Δt - температурний градієнт, який вказує наростання температури на кожний 1 м висоти вище 2-х метрової позначки (для торгових залів $\Delta t=1$ °С, для гарячих цехів $\Delta t=1,5$ °С);

H - висота приміщення, м.

Кількість вентиляційного повітря, L , м³/год., визначається за формулою:

$$L = \frac{Q_{заг.}}{(I_{вид.} - I_{пр.}) \cdot \gamma}, \quad (2.25)$$

де γ – густина повітря (додаток X), яка залежить від температури, кг/м³.

Кількість отриманого повітря порівнюється з кількістю повітря для видалення вуглекислого газу і більше значення - приймається за розрахункове.

Для того щоб більш забруднене повітря не потрапляло в приміщення з менш забрудненим повітрям, наприклад із санвузлів – у виробничі і торгові приміщення або з виробничих – у торгові приміщення, в останніх створюється підвищений тиск (підпір) за рахунок того, що в приміщення з більш чистим повітрям подається більша кількість припливного, ніж витяжного повітря. Тому для торгових залів кількість припливного повітря приймається рівним розрахунковому значенню, а кількість витяжного – на 20...30% менше припливного.

2.1.4 Розрахунок вентиляційного обладнання

У припливній камері установлюють фільтр для очищення повітря від пилу, калорифер для підігріву повітря узимку і вентилятор з електродвигуном для переміщення повітря в приміщення.

Фільтр. Для очищення повітря від пилу на підприємствах ресторанного господарства застосовують переважно масляні фільтри. Необхідну поверхню фільтру, F_{ϕ} , м², визначають за формулою:

$$F_{\phi} = \frac{L}{q_{\phi}}, \quad (2.26)$$

де q_{ϕ} – питоме повітряне навантаження фільтруючої поверхні фільтру, м³/(год·м²), (додаток Ц);

L – кількість вентиляційного повітря, м³/год.

Кількість осередків фільтру (n) визначиться за формулою:

$$n = \frac{F_{\phi}}{f_{\phi}}, \quad (2.27)$$

де f_{ϕ} – площа робочого перетину фільтру, м², (додаток Ц).

Калорифер. Для підігріву повітря в холодний час року застосовують калорифери. Тип модель і кількість калориферів

вибирають у залежності від необхідного перетину для проходу повітря, $f_{\kappa.}$, м², що підраховується за формулою:

$$f_{\kappa.} = \frac{L \cdot \gamma}{(v \cdot \gamma) \cdot 3600}, \quad (2.28)$$

де L – обсяг припливного повітря, що нагрівається, м³/год.;
 γ – густина повітря, кг/м³, (додаток X);
 $(v \cdot \gamma)$ – вагова швидкість приймається від 6 до 10 кг/(м²·с).

Поверхня нагрівання калориферів $F_{\kappa.}$, м², розраховується за формулою:

$$F_{\kappa.} = \frac{Q}{K \cdot (t_{cp.m.} - t_{cp.n.})}, \quad (2.29)$$

де Q – кількість теплоти, необхідна для нагрівання припливного повітря, кВт;
 K – коефіцієнт теплопередачі калорифера, визначений за рекомендацією паспорта калорифера, кВт/(м²·°C);
 $t_{cp.m.}$; $t_{cp.n.}$ – середні температури теплоносія і повітря, відповідно, °C.

Кількість теплоти, необхідної для нагрівання раніше розрахованого обсягу припливного повітря Q , кВт, визначають за формулою:

$$Q = \frac{L \cdot \gamma \cdot c \cdot (t_{np.} - t_{3.n.}^3)}{3,6}, \quad (2.30)$$

де c – питома масова теплоємність повітря, Дж/(кг·°C);
 $t_{np.}$ – температура повітря, що подається в приміщення, °C;
 $t_{3.n.}^3$ – температура зовнішнього повітря для розрахунку вентиляції в зимовий час, °C.

Вентилятор. Для переміщення повітря по повітропроводах застосовують вентилятори. Підбирають вентилятори за номограмами їхньої роботи в залежності від кількості переміщуваного повітря та опору руху повітря по системі.

Опір мережі повітропроводів, $H_{нов.}$, Па, визначається за формулою:

$$H_{нов.} = 1,25 \sum (\xi + 1) \frac{v^2 \gamma}{2}, \quad (2.31)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору даної перешкоди;

v - середня швидкість руху повітря в системі, м/с,
приймається $v = 5 \dots 8$ м/с.

Повний опір вентиляційної системи являє собою суму опору повітроводів, фільтра і калорифера:

$$H_{\text{сист.}} = H_{\text{нов.}} + H_{\text{ф.}} + H_{\text{к.}}, \quad (2.32)$$

де $H_{\text{нов.}}$ – опір мережі повітроводів, Па;

$H_{\text{ф.}}$ – опір фільтрів, Па;

$H_{\text{к.}}$ – опір калорифера, Па.

Опір підраховується тільки для однієї найбільш завантаженої гілки.

Вентилятори підбирають по характеристиках, що представляє собою графік роботи вентилятора при різних числах обертів колеса. Слід вибрати вентилятор з найбільшим значенням коефіцієнта корисної дії η . При цьому слід враховувати, що збільшення числа обертів вентилятора приводить до збільшення шуму їхньої роботи.

2.1.5 Визначення річних витрат теплоти на вентиляцію

Річні витрати теплоти на нагрів повітря в системах вентиляції в холодний період року $Q_{\text{річ}}^0$ можна приблизно визначити за допомогою питомої теплової характеристики за формулою:

$$Q_{\text{річ}}^0 = q_0 \cdot V \cdot (t_{\text{в.сер.}} - t_{\text{сер.з.о.}}) \cdot \tau_{\text{к}} \cdot T_0, \quad (2.33)$$

де q_0 – питома тепла характеристика будівлі для вентиляції.

Для будівель з об'ємом до 5000 м³ - $q_0 = 2,93$ кДж/(м³·год·°C), об'ємом будівель до 10000 м³ - $q_0 = 2,721$ кДж/(м³·год·°C);

V – об'єм будівлі, м³;

$t_{\text{в.сер.}}$ – внутрішня середня температура повітря приміщень, яка характерна для більшості приміщень будівлі, °C;

$t_{\text{сер.з.о.}}$ – середньодобова температура зовнішнього повітря за опалювальний період (додаток Б);

$\tau_{\text{к}}$ – тривалість роботи калориферу на протязі доби, год.;

T_0 – кількість діб роботи вентиляційного обладнання на рік

(в зимовий період), визначається по додатку Б.

2.2 Класифікація систем вентиляції

Системи вентиляції можуть бути класифіковані за наступними основними ознаками:

а) **за способом спонукання руху повітря** - системи з природним імпульсом (під дією гравітаційного тиску), або **системи природної вентиляції**, і системи зі штучним спонуканням (за допомогою вентиляторів), або **системи механічної вентиляції**;

б) **за способом постачання повітря в приміщення** - системи, через які в приміщення подається повітря, або системи припливної вентиляції (**припливні системи**), і системи, за допомогою яких повітря віддається з приміщень, або системи витяжної вентиляції (**витяжні системи**). Цей поділ достатньо умовний, оскільки, крім чисто припливних та витяжних систем, які є прямоточними, існують і змішані системи з рециркуляцією повітря (припливно-витяжні);

в) **по методу організації вентиляції в приміщенні** - системи, дія яких поширюється на частину об'єму приміщення, або **місцеві системи**, і системи, дія яких поширюється на увесь об'єм приміщення, або **загальнообмінні системи**;

г) **за наявністю повітропроводів** системи вентиляції поділяють на **каналні** та **безканалні**.

В свою чергу кожна з цих систем може мати різновиди. Розглянемо основні особливості систем вентиляції, віднесених до різних груп відповідно до приведених принципів класифікації.

2.2.1 Системи з природною і механічною вентиляцією

У **системах з природною вентиляцією** вентилявання приміщень відбувається під дією природних сил. До їх належать тепловий (чи гравітаційний) і вітровий натиски, які діють за рахунок проникнення через пори, нещільності в огороженнях, квартирки, двері та ін.

Під тепловим натиском розуміється той тиск, який виникає внаслідок різниці щільності (чи об'ємних вагів) повітря зовнішнього і повітря, що видаляється з приміщення, та має різну температуру.

Під вітровим натиском розуміється тиск, що робиться повітрям на поверхні різних предметів (у тому числі і будівельних конструкцій).

Повітря, що поступає в приміщення або видаляється з них, в системах з природною вентиляцією може переміщатися як організовано - по спеціальних каналах-повітроводам (в цьому випадку системи називаються **каналними**), а також неорганізовано - через нещільності в огородженнях.

В системі природної вентиляції приміщень, розташованої на різних поверхах 5-поверхового будинку (рис. 2.5), вентилявання виробляється завдяки видаленню з приміщень повітря через вентиляційні канали, прокладені в стіні.

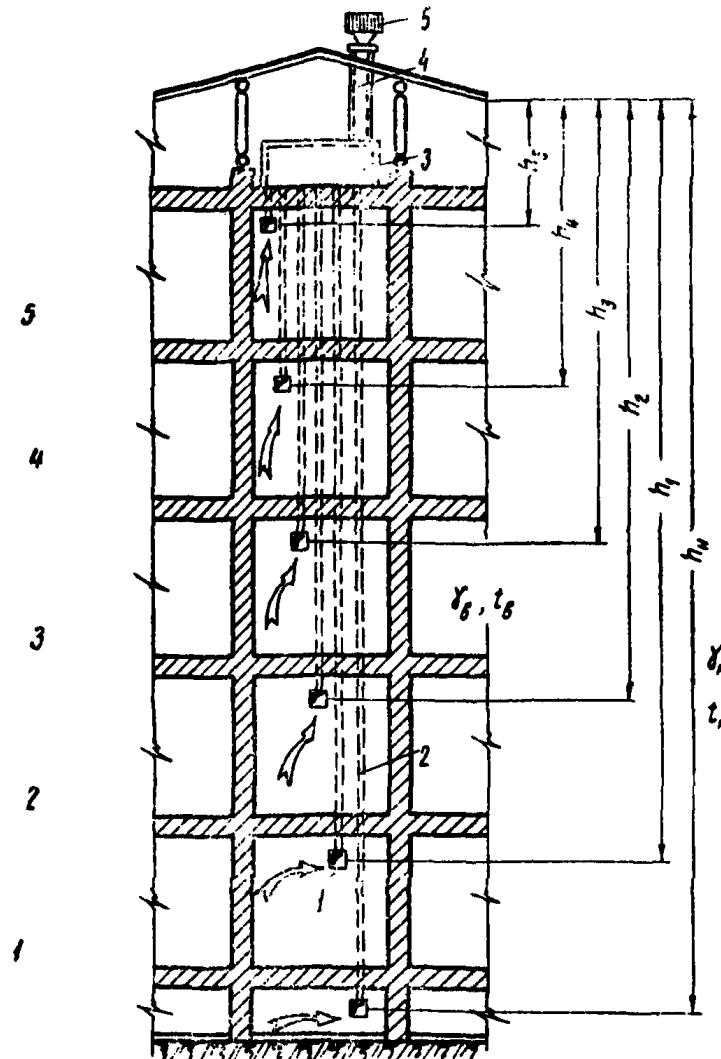


Рисунок 2.5 - Схема природної вентиляції приміщень 5-поверхової будівлі під дією теплового натиску: 1 - витяжний отвір; 2 - вертикальний канал; 3 - збірний канал; 4 - витяжна шахта; 5 - дефлектор

В системі природної вентиляції виробничої будівлі (рис. 2.6) використовується вітровий натиск. Вітер обдуває спеціальний

пристрій - **дефлектор**, що дозволяє створювати розрідження при будь-яких напрямках вітру. До отвору дефлектора приєднана мережа повітроводів, через яку з різних точок виробничого приміщення віддаляється повітря, що містить ті або інші шкідливості.

Радіус дії (по горизонталі) каналних систем обмежений із-за невеликих величин діючих натисків. Зазвичай він не перевищує 20...25 м.

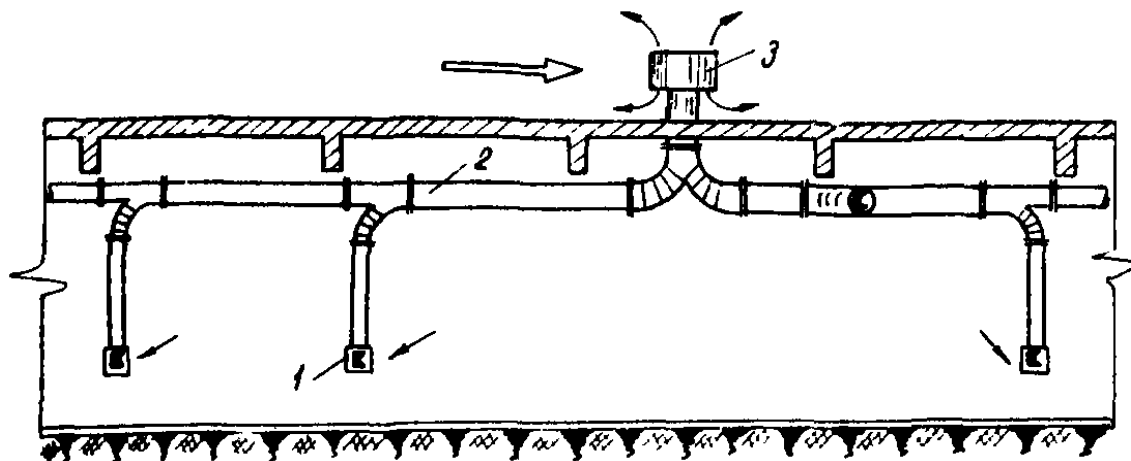


Рисунок 2.6 - Схема природної вентиляції виробничої будівлі під дією вітрового натиску : 1 - витяжний отвір; 2 - повітровід; 3 – дефлектор

У безканалних системах повітроводи відсутні і повітря входить в приміщення або йде з них через спеціальні отвори в будівельних огородах. Таку систему природної вентиляції називають **аерацією**, при чому зовнішнє повітря проникає всередину приміщень за рахунок різниці об'ємних ваг зовнішнього та внутрішнього повітря, а також під дією вітру, тиск якого з навітряної сторони будинків більший, ніж усередині або з підвітряної сторони будинків. Аерація широко застосовується для вентиляції виробничих будівель з великими надлишковими тепловиділеннями.

Схема аерації однопролітної виробничої будівлі під дією теплового натиску представлена на рис. 2.7. Як було вказано, тепловий натиск різний для отворів, розташованих на різних відмітках.

Тому у верхніх отворах створюється тиск нижче за атмосферний, а в нижніх - вище за атмосферне, внаслідок чого може здійснюватися схема руху повітря, зображена на рисунку. За допомогою аерації при використанні вітрового натиску може бути вирішена і складніше завдання, наприклад вентиляція багатопролітної виробничої будівлі, як це показано на рис. 2.8.

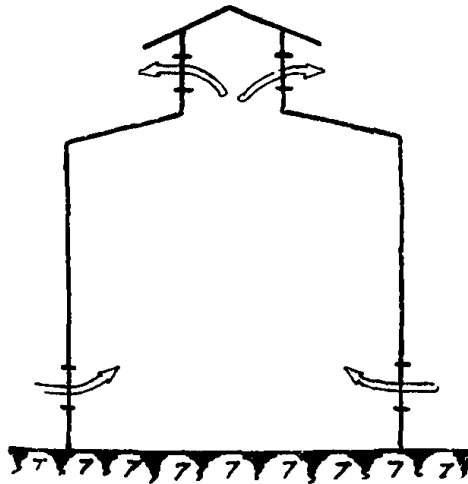


Рисунок 2.7 - Схема аерації однопролітної виробничої будівлі під дією теплового натиску

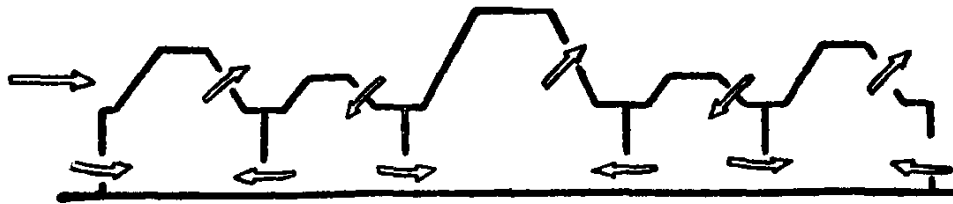


Рисунок 2.8 - Схема аерації багатопролітної виробничої будівлі

На підприємствах ресторанного господарства найчастіше застосовують **системи механічної вентиляції**, при якій припливне й витяжне повітря переміщаються за рахунок вентиляторів. Механічна вентиляція не залежить від температури та напрямку повітря, однак вона дорожча за системи з природною вентиляцією і вимагає витрат не тільки на улаштування, але й на експлуатацію.

Механічна вентиляція буває припливною й витяжною, місцевою, загальнообмінною й комбінованою.

Також системи механічної вентиляції можуть бути **канальними** і **безканальними**. Найчастіше застосовуються каналні системи.

Радіус дії систем механічної вентиляції може бути дуже великим. Він залежить від величини тиску, що створюється вентилятором. Відомі системи, в яких відстані від вентилятора (зазвичай відцентрового) до найбільш видалених точок мережі повітроводів складають сотні метрів. Проте застосовуються і безканальні системи, що використовують, як правило, для пересування повітря осьові вентилятори.

Схеми систем механічної вентиляції, що мають розгалужену мережу повітроводів, зображені на рис. 2.9 і 2.10. Схема системи без

мережі повітроводів (безканалъна) показана на рис. 2.11.

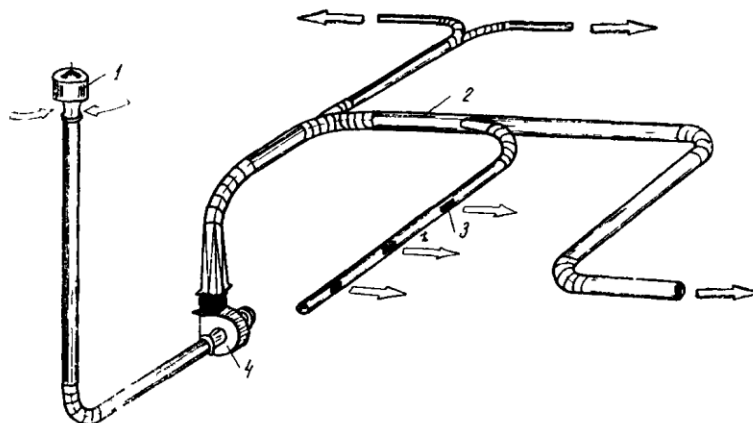


Рисунок 2.9 - Схема системи припливної механічної вентиляції з розгалуженою мережею повітроводів: 1 – повітрозабір; 2 - повітроводи; 3 - припливний отвір; 4 - вентилятор

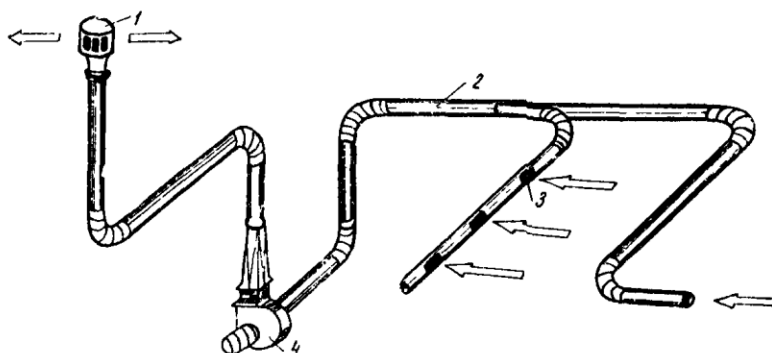


Рисунок 2.10 - Схема системи витяжної механічної вентиляції з розгалуженою мережею повітроводів: 1 – повітровикидний пристрій; 2 - повітроводи; 3 - витяжний отвір; 4 – вентилятор

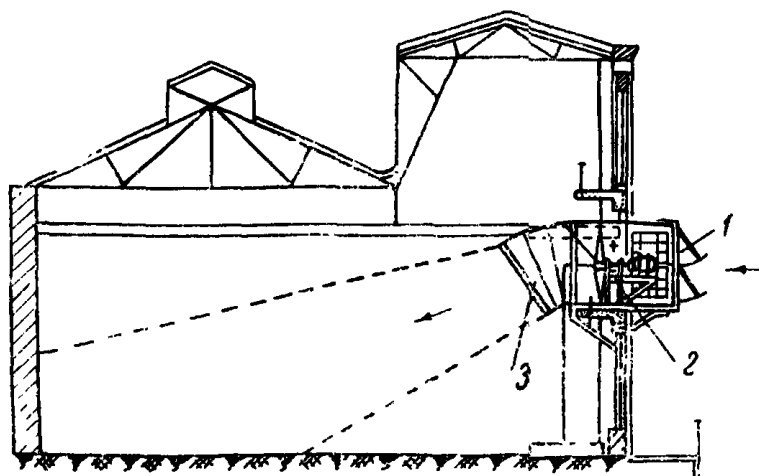


Рисунок 2.11 - Схема механічної безканалъної вентиляції: 1 - повітрозабір; 2 - вентилятор; 3 - припливний патрубок

2.2.2 Системи з припливною і витяжною вентиляцією

Приміщення можуть бути обладнані тільки системами припливної вентиляції (рис. 2.9). У цих випадках в приміщення організованим шляхом подається певна розрахунком кількість повітря. Видалення повітря може проходити неорганізовано через нещільність в будівельних огорожуваннях або через спеціально влаштовувані для цієї мети отвори. Природно, що в сталому стані кількість припливного повітря завжди дорівнює кількості повітря, що видаляється, незалежно від сумарної площі нещільності або отворів в будівельних огорожуваннях.

Повітря із приміщення віддаляється через спеціально влаштовувані отвори, які нерідко обладналися особливими клапанами, що носять назву клапанів надлишкового тиску (КНТ).

На рис. 2.12 показана схема пристрою такого клапана, з якої видно, що зусилля, необхідні для відкриття клапана, залежать від положення протизаваги. Це дозволяє за допомогою КНТ регулювати тиск в приміщенні, що використовується для перетікання повітря з одного приміщення в інше (рис. 2.13). Для цієї ж мети, окрім КНТ, можуть бути застосовані і інші пристрої.

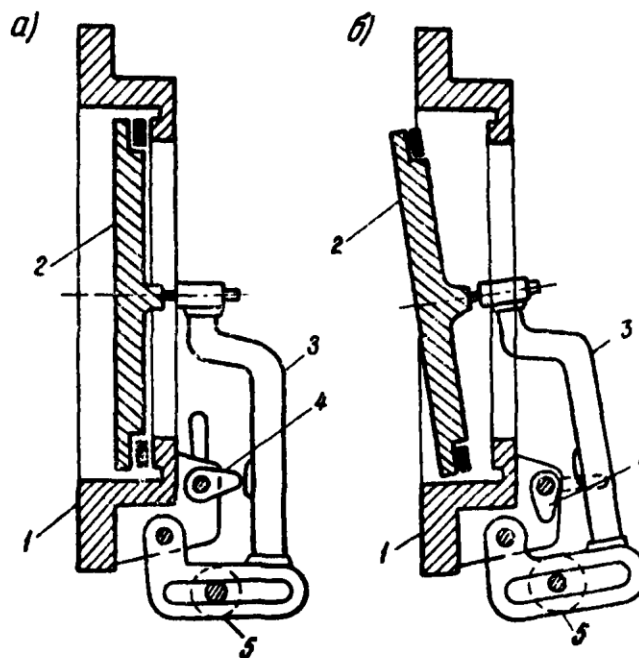


Рисунок 2.12 - Клапан надлишкового тиску : а - в закритому положенні; б - у відкритому положенні: 1 - корпус; 2 - таріль; 3 - важіль; 4 - стопорний пристрій; 5 - вантаж, що переміщається

Системами припливної вентиляції обладналися найбільш

«чисті» приміщення, оскільки згідно рис. 2.13 повітря рухається з цих приміщень, а не навпаки.

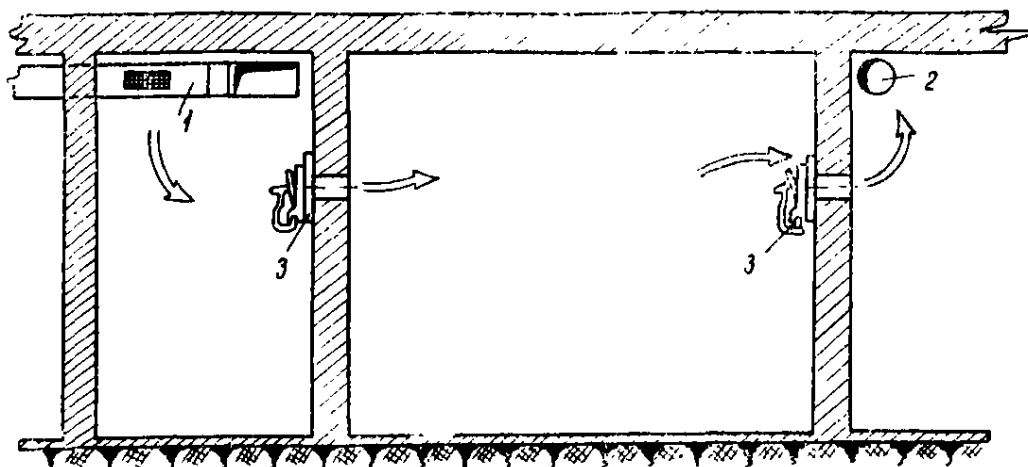


Рисунок 2.13 - Схема припливної вентиляції приміщень із застосуванням клапанів надлишкового тиску: 1 - припливний повітровід; 2 - витяжний повітровід; 3 - клапан надлишкового тиску

У разі обладнання приміщень тільки системами витяжної вентиляції (рис. 2.10) організовано видалення повітря з приміщень. Приплив здійснюється неорганізовано або через нещільність в будівельних огорожуваннях, або через спеціально влаштовувані для цієї мети отвори. На відміну від розглянутих вище систем припливної вентиляції, в приміщеннях, що мають лише систему витяжної вентиляції, тиск встановлюється нижче за атмосферний (чи нижче, ніж в сусідніх приміщеннях).

При обладнанні приміщень тільки системою витяжної вентиляції може бути, так само як і у разі припливної вентиляції, використано перетікання повітря. І тоді в приміщення, яке сполучене до системи витяжної вентиляції, поступатиме повітря з сусіднього приміщення. Цим виключається або утруднюється рух повітря у зворотному напрямі. Тому системами витяжної вентиляції обладналися найбільш «брудні» приміщення, коли потрібно запобігти поширенню з них повітря в сусідні приміщення.

Приміщення можуть бути обладнані системами припливної і витяжної вентиляції (рис. 2.14). У цих випадках в приміщеннях також може встановлюватися підвищений або знижений тиск повітря між повітрям, що подається і видаляється (між припливом і витягом).

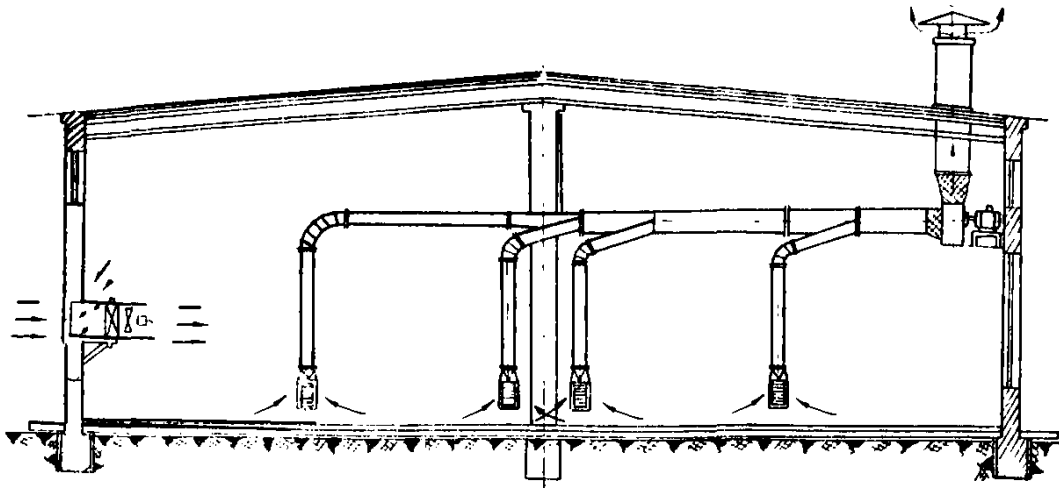


Рисунок 2.14 - Схема загальнообмінної механічної вентиляції виробничої будівлі

2.2.3 Системи з місцевою і загальнообмінною вентиляцією

Місцеві системи вентиляції можуть бути **припливними і витяжними**. Останні набули дуже широкого поширення у виробничих приміщеннях, оскільки дозволяють вирішувати завдання створення заданих умов повітряного середовища найбільш економічним шляхом.

Місцеві витяжні системи вентиляції, або місцеві відсмоктувачі, призначені для уловлювання шкідливостей, що виділяються, в місці їх утворення (наприклад, відведення від печей гарячого та вологого повітря), які запобігають поширенню шкідливостей в усьому об'ємі приміщення.

Місцеві припливні системи вентиляції здійснюють подачу повітря в певну зону приміщення - адресне переміщення повітря (найчастіше на робоче місце, або в робочу зону, а іноді в місце, відведене для відпочинку). У зоні дії повітря, що подається, створюються умови, що відрізняються від умов в усьому об'ємі приміщення і що задовольняють поставленим вимогам.

При конструктивному оформленні місцевих витяжних і припливних систем вентиляції необхідно враховувати аеродинамічні властивості тієї зони рухомого повітря, яка безпосередньо примикає до всмоктуючого і нагнітального (припливного) отвору. Ці зони носять відповідно назви **всмоктуючого і припливного факела**.

Місцеві витяжні системи вентиляції або місцеві відсмоктувачі підрозділяються залежно від конструктивного оформлення повітроприймального пристрою на наступні основні різновиди:

витяжні зонти; витяжні шафи і кожухи; бортові відсмоктувачі; вентилявані стелі; повітряні душі і повітряні завіси.

Для збільшення ефективності вентиляційних пристроїв їх розміщують якнайближче до джерел виділення шкідливостей з урахуванням технологічних процесів.

Витяжним зонтом називається такий різновид місцевого відсмоктування, коли повітроприймальний пристрій (приймач) знаходиться на деякій відстані від джерела виділення шкідливості і навколишнє повітря може вільно поступати в зону дії відсмоктувача.

Різні типи витяжних зонтів представлені на рис. 2.15. Вони не є досконалими місцевими відсмоктувачами, оскільки вимагають видалення разом із шкідливістю великих кількостей, що виділяється, повітря і можуть використовуватися для видалення не занадто токсичних шкідливостей при обов'язковій наявності відповідного конвективного потоку, тобто при попутних тепловиділеннях.

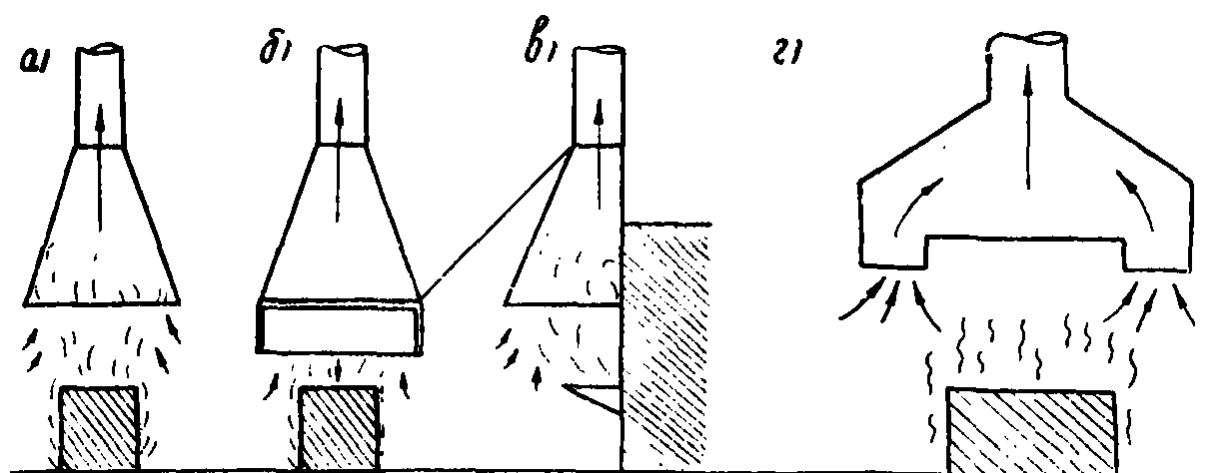


Рисунок 2.15 - Типи витяжних зонтів : а - індивідуальний зонт; б - зонт з відкидним фартухом, що звішується; в - зонт (козилок) над завантажувальним вікном печі; г - кільцевий відсмоктувач

Можливе застосування зонтів з природним витягом, якщо у шкідливості, що виділяється, є достатня підйомна сила і приміщення забезпечено організованим припливом (щоб уникнути перекидання тяги).

Висота розташування зонта над рівнем підлоги має бути 1,8...2,0 м, щоб обслуговуючий персонал не зачіпав його головою. Для забезпечення рівномірності всмоктування кут при вершині зонта не повинен перевищувати 60°.

На підприємствах ГРГ витяжні системи призначені для

локалізації і видалення виділень, пов'язаних з обробленням і приготуванням продуктів харчування, а також миттям посуду. На рис. 2.16 представлено три найчастіше використані види місцевих відсмоктувачів у закладах ГРГ.

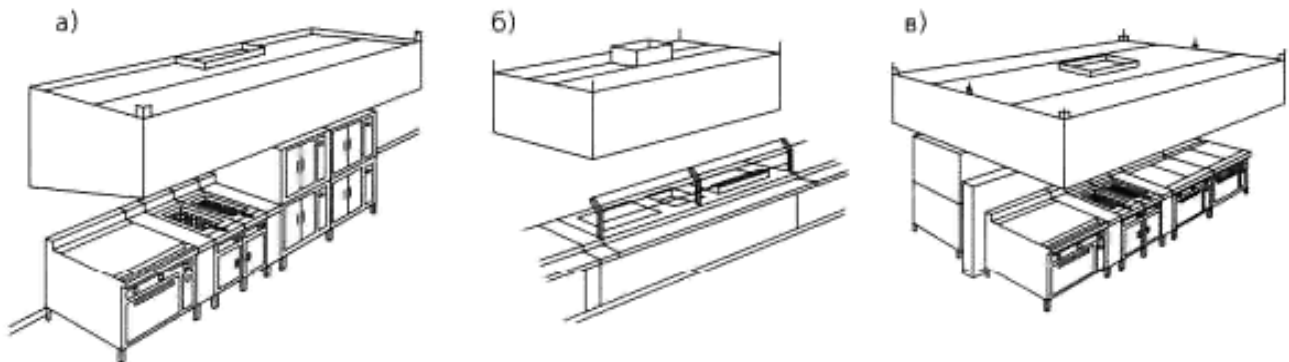


Рисунок 2.16 - Види місцевих відсмоктувачів: а) настінний відсмоктувач; б) острівний відсмоктувач; в) здвоєний острівний відсмоктувач

Настінні відсмоктувачі (рис. 2.16, а) встановлюють, як правило, впритул до стіни над поодиноким пристроєм або кухонним обладнанням, встановленим в ряд. Настінний відсмоктувач обладнується суцільною вертикальною панеллю, що закриває простір від задньої стінки відсмоктування до поверхні кухонного обладнання. Габарити настінного місцевого відсмоктувача перевищують габарити кухонного обладнання з фронтального боку і по ширині. Наявність стіни або задньої панелі сприяє уловлюванню відсмоктувачем кухонних виділень. Це пояснюється тим, що конвективний потік, що піднімається над поверхнею кухонного обладнання і несе кухонні виділення, настиляється на вертикальну поверхню стіни, тим самим знижуючи витрату повітря у висхідному конвективному потоці на рівні відсмоктувача.

Острівні відсмоктувачі (рис. 2.16, б). Відсмоктувачі, що окремо стоять, розташовані над поодиноким пристроєм або кухонним обладнанням, встановленим в ряд. Такі відсмоктувачі відкриті з усіх боків та їх габарити перевищують габарити кухонного обладнання по ширині і довжині. Конвективний потік, що піднімається над кухонним обладнанням, не обмежений якими-небудь огорожуваннями і схильний до впливу перехресних потоків повітря в приміщенні. Таким чином, острівний відсмоктувач вимагає більшу в порівнянні з настінним відсмоктувачем витрату повітря для видалення виділень від однакового кухонного обладнання.

Здвоєні острівні відсмоктувачі (рис. 2.12, в). Складаються з двох

настінних відсмоктувачів із суміжною задньою стінкою. Відсмоктувачі цього типу монтують над кухонним обладнанням, встановленим в два ряди і оберненим задніми стінками одна до одної. Такий відсмоктувач відкритий з усіх боків, та його габарити перевищують габарити кухонного обладнання по ширині і довжині. Здвоєний відсмоктувач може бути обладнаний вертикальною панеллю, розташованою між рядами кухонного обладнання. Витрата повітря, що видаляється здвоєним острівним відсмоктувачем, порівняна з витратою повітря, що видаляється острівним відсмоктувачем.

Для модульованого теплового електричного обладнання застосовують місцеві локалізуючі пристрої (рис. 2.17), що забезпечують не тільки витяжку, але й приплив повітря. Вони призначені для вловлювання теплоти, вологи, газів та інших шкідливостей, що виділяються в процесі готування їжі.

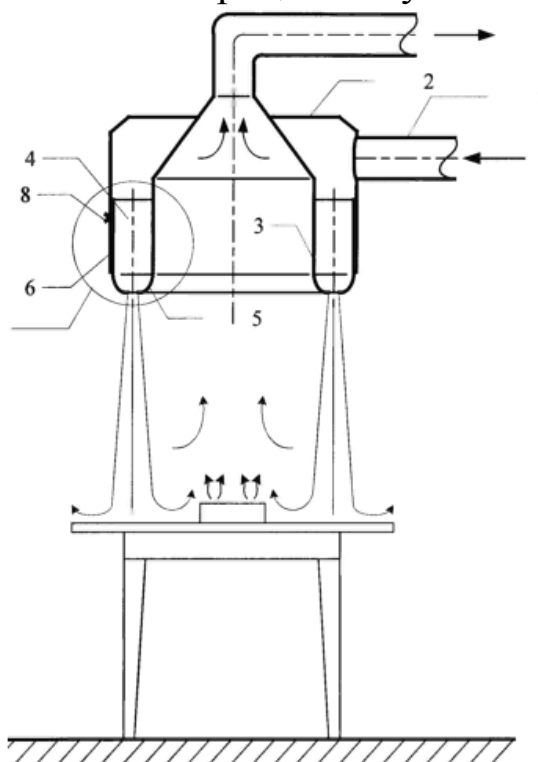


Рисунок 2.17 - Локальна вентиляція робочих місць

По магістралі припливного повітря 1 подається свіже повітря в припливний насадок 2, звідки по кільцевому припливному каналу 4, утвореному припливним насадком 2 і патрубком, що відводить, 3 повітроприймача, у вигляді кільцевого струменя, подається в зону виділення шкідливих речовин. По зовнішньому периметру зони виділення шкідливих речовин утворюється кільцева завіса, що локалізує шкідливі речовини. Відбиваючись від робочої поверхні

частина повітря кільцевої завіси разом з шкідливими виділеннями прямує в патрубок, що відводить, 3. Конфузорне сопло 5 сприяє формуванню стійкого кільцевого струменя, що підвищує ефективність локалізації шкідливих виділень. Залежно від характеру технологічного процесу і площі виділення шкідливих речовин виробляється регулювання конуса кільцевого струменя за рахунок переміщення обичайки 6 припливного насадка 2 відносно патрубку, що відводить, 3 при ослабленому гвинті 4. При пересуванні обичайки 6 відносно патрубку, що відводить, 3 вектор кута розпилення кільцевої завіси змінюватиметься і, відповідно, мінятиметься площа локалізації шкідливих виділень.

Витяжними шафами (рис. 2.18) і **кожухами** називаються такі місцеві відсмоктувачі, в яких джерело виділення шкідливості знаходиться всередині повітроприймального пристрою (приймача). Навколишнє повітря з приміщення може поступати до джерела виділення шкідливості лише через спеціальні, порівняно невеликі отвори, призначені для роботи або контролю.

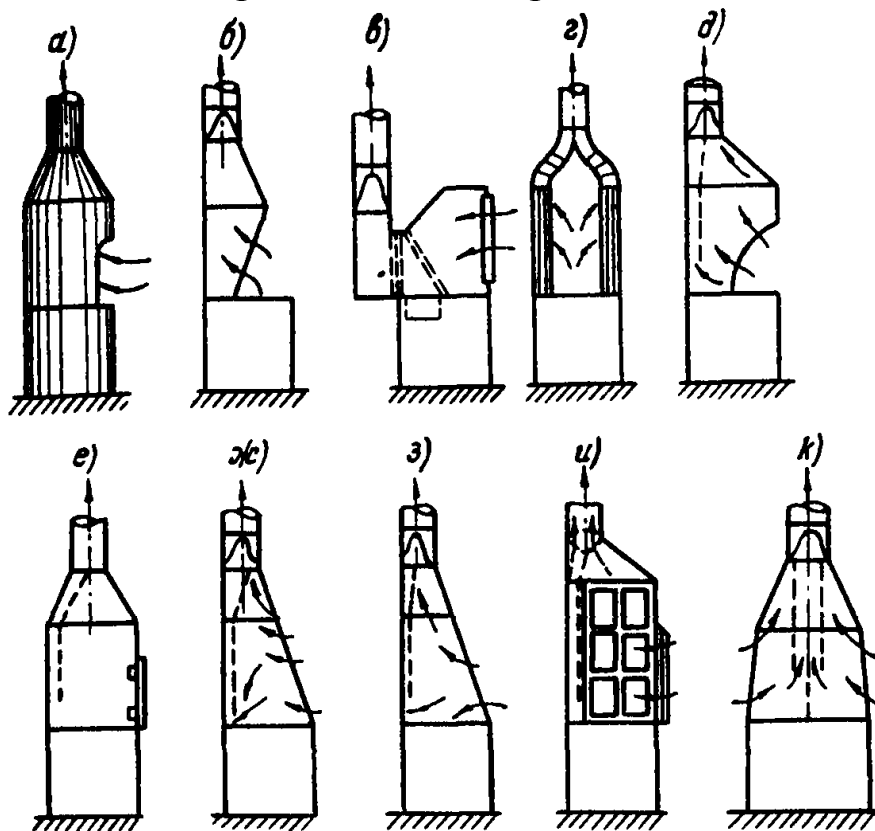


Рисунок 2.18 - Конструкції витяжних шаф: а і б - з верхнім відсмоктуванням; в і г - з нижнім відсмоктуванням; д, е, ж, з, и, к - з комбінованим верхнім і нижнім відсмоктуванням

Різниця між витяжними шафами і кожухами полягає в тому, що останні мають зазвичай фігурну форму і застосовуються головним чином для відсмоктування шкідливостей, що виділяються від різних верстатів (деревообробних, шліфувальних, заточувальних і т.д.).

Витяжні шафи і кожухи є досконалішими, ніж зонти, видом місцевих відсмоктувань. Розміщення джерела виділення шкідливості усередині шафи або кожуха сприяє кращому видаленню шкідливості і перешкоджає поширенню її в об'ємі приміщення.

Об'єм повітря, що відсисається через робочі отвори, менше, ніж об'єм повітря, що видаляється через зонт, і залежить від конструктивного виконання шафи або кожуха, характеру і особливостей шкідливостей, що виділяються, а також від міри їх токсичності.

Поступлення шкідливостей із шафи або кожуха в приміщення в загальному випадку викликається утворенням підвищеного тиску всередині приймача (найчастіше із-за різниці температури в порівнянні із температурою повітря приміщення), циркуляцією струменів всередині шафи або кожуха, рухом повітря в приміщенні і, нарешті, дифузією шкідливостей із шафи або кожуха в приміщенні.

Усе різноманіття цих конструкцій зводиться до трьох типів: витяжні шафи з верхнім відсмоктуванням (рис. 2.18, а, б), вживані для уловлювання висхідних потоків (у тому числі і теплових); з нижнім відсмоктуванням, використовувані при процесах, що супроводжуються виділенням пилу або важких газів (рис. 2.18, в, г); з комбінованим відсмоктуванням із верхньої і нижньої зони (рис. 2.18, д, е, ж, з, и, к).

На підприємствах ГРГ витяжні шафи представлено трьома видами місцевих відсмоктувачів (рис. 2.19).

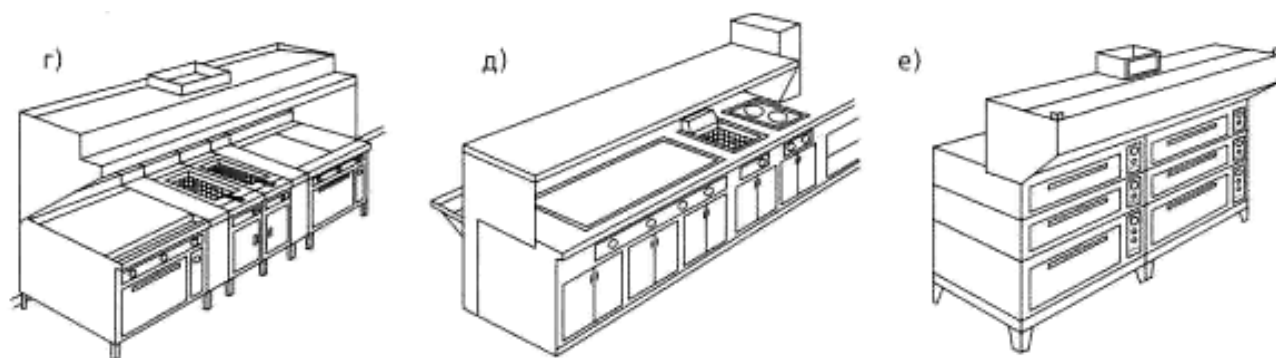


Рисунок 2.19 - Види місцевих відсмоктувачів: г) відсмоктувач-шафа; д) відсмоктувач-шафа з верхнім доступом; е) відсмоктувач-козирок

Відсмоктувач-шафа (рис. 2.19, г). Встановлюють низько над поверхнею кухонного обладнання впритул до стіни або обладнують спеціальною вертикальною панеллю. Відсмоктувач-шафу, як правило, оснащують бічними панелями від відсмоктувача до кухонного обладнання. Відсмоктувач-шафу розташовують на невеликій відстані від поверхні кухонного обладнання, тому його глибина може бути менше або дорівнювати глибині кухонного обладнання.

Відсмоктувач-шафу з верхнім доступом (рис. 2.19, д). Монтують досить низько, що дозволяє роздавати приготовану їжу поверх відсмоктування.

Відсмоктувач-козирок (рис. 2.19, е). Монтують безпосередньо на кухонному обладнанні, над його отвором або дверцями.

Фасонні приймачі, звані кожухами, застосовуються головним чином для уловлювання пилу, що утворюється при обробці різних матеріалів за допомогою різальних інструментів (рис. 2.20), що швидко обертаються. При конструюванні приймача слід враховувати характер пилових потоків, що виникають при роботі на тому або іншому верстаті.

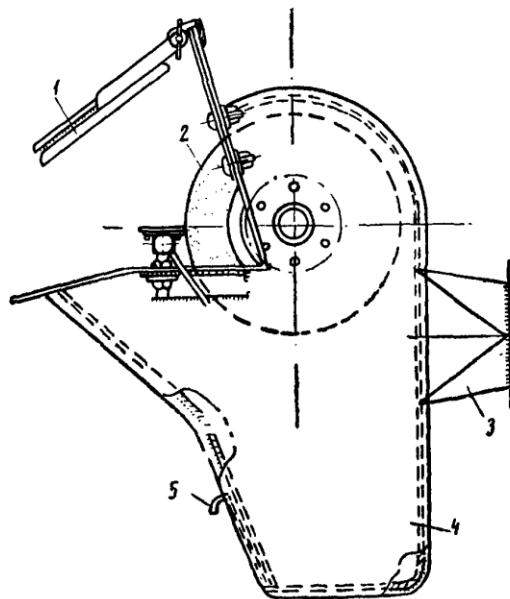


Рисунок 2.20 - Защитно-знепилюючий витяжний кожух для верстатів ручного заточування інструменту: 1 - захисний екран; 2 - абразивний круг; 3 - відсисаючий повітровід; 4 - пиловідстійник-уловлювач; 5 - засувка

Приведені повітроприймальні пристрої призначені і для прийому твердих часток (пил, дерев'яна стружка, тирса і т.д.).

Тому швидкості повітря у повітроводах, що підводять, мають бути достатні для транспортування цих часток. Самі установки в цьому випадку називаються **системами пневматичного транспорту**.

Величина швидкості у повітроводах пневматичного транспорту коливається від 6...8 м/с для легкого пилю, до 30 м/с і більш - для важкого пилю і великих часток.

Іноді не представляється можливим помістити джерела виділення шкідливостей в укриття типу шафи або кожуха і не можна використовувати менш досконалий пристрій у вигляді зонта. У таких випадках удаються до менш економічних рішень і влаштовують так звані **бортові відсмоктувачі** (рис. 2.21).

Бортові відсмоктувачі застосовуються в промислових ваннах, які мають бути відкриті згори для занурення в них деталей за допомогою підйомно-транспортних засобів.

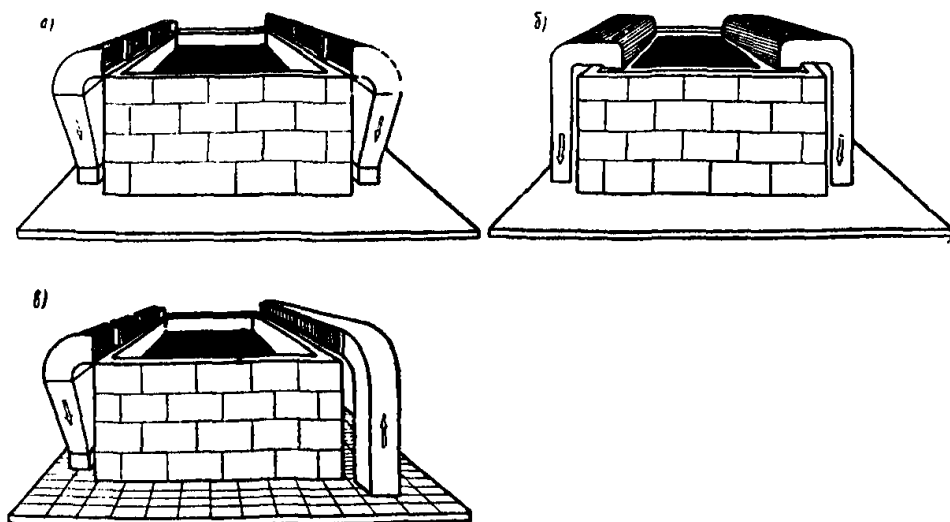


Рисунок 2.21 - Бортові відсмоктувачі: а - простий; б - перевернений; в - з передуванням

Промислові ванни використовуються для захисного металевого покриття різних деталей такими металами, як цинк, кадмій, свинець, олово, нікель, мідь, алюміній і хром. Найчастіше покриття виробляється гальванічним способом. При цьому можуть виділятися дуже токсичні шкідливості, отруйна дія яких посилюється, якщо процес ведеться при підвищеній температурі розчину.

Бортові відсмоктувачі можуть бути підрозділені на три групи: **прості**, у яких площа всмоктуючого отвору (щілини) вертикальна (рис. 2.21, а); **перевернені**, з площиною отвору горизонтальної, оберненої у бік дзеркала ванни (рис. 2.21, б), і **з передуванням**, в яких окрім всмоктуючого отвору є припливне, таке, що служить для

випуску плоского струменя, що здуває шкідливість з поверхні ванни до відсмоктування (рис. 2.21, в).

Вентильовані стелі. Вентильована стеля виконує роль, аналогічну місцевому відсмоктувачу, що займає усю або значну частину поверхні стелі гарячого цеху.

Також як і місцеві відсмоктувачі, вентильовані стелі служать для локалізації і видалення кухонних виділень. У вентильованих стелях можуть розміщуватися пристрої для подачі припливного повітря.

По конструкції вентильовані стелі ділять на два типи: відкриті і закриті (рис. 2.22).

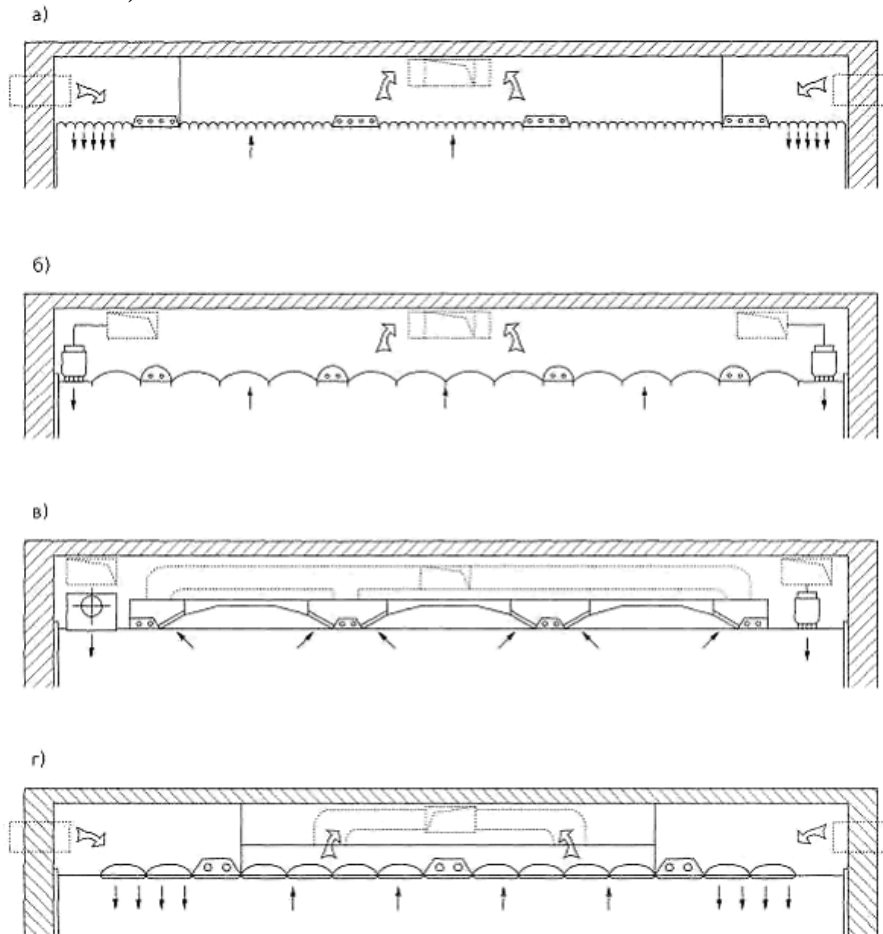


Рисунок 2.22 - Вентильовані стелі: а) відкрита вентильована стеля зі знімними фільтрами; б) відкрита вентильована стеля зі знімними фільтрами і жолобами для збору конденсату; в) закрита вентильована стеля з ізолюваними припливними і витяжними повітроводами; г) закрита вентильована стеля з витяжними повітроводами і відкритою подачею припливного повітря

У вентилязованих стелях закритого типу витяжні повітроводи приєднують безпосередньо до герметичного металевих витяжного повітроводу з фільтрами.

У вентилязованих стелях відкритого типу витяжні повітроводи і вентилязована стеля не сполучені металевим коробом.

Стіни і стеля приміщення гарячого цеху утворюють замкнутий об'єм над вентиляованою стелею. Витяжний повітровід приєднують безпосередньо до цього об'єму.

Вентилювані стелі виготовляють з нержавіючої сталі або з комбінації нержавіючої сталі і алюмінію з оксидним або емалевим захисним покриттям. Безпосередньо над газовим кухонним устаткуванням допускається монтаж панелей вентиляованої стелі, виготовлених тільки із нержавіючої сталі.

Фільтри, що встановлюються у вентиляованих стелях, повинні легко очищатися або бути знімної конструкції для наступного очищення.

Вентилювані стелі закритого типу слід встановлювати в усіх випадках, якщо кухонні виділення містять продукти згорання твердого палива або пари і частки жиру.

В усіх інших випадках допускається установка вентиляованих стель як закритого, так і відкритого типу.

До місцевих припливних систем вентиляції відносяться **повітряні душі і повітряні завіси.**

Повітряний душ є місцевим, спрямованим на людину потоком повітря. У зоні дії повітряного душу створюються умови, відмінні від умов в усьому об'ємі приміщення. За допомогою повітряного душу можуть бути змінені наступні параметри повітря в місці знаходження людини: рухливість, температура, вологість і концентрація тієї або іншої шкідливості. Зазвичай зоною дії повітряного душу є: фіксовані робочі місця, місця найбільш тривалого перебування робітників і місця відпочинку.

На рис. 2.23 схематично зображений повітряний душ, використовуваний для створення необхідних умов на робочому місці.

Найчастіше повітряні душі застосовуються в гарячих цехах на робочих місцях, схильних до впливу теплового випромінювання.

Залежно від категорії роботи (легка, середній тяжкості, важка), порі року та інтенсивності опромінення (від 300 до 1800 ккал/м²·год.) швидкість повітря в потоці душу коливається від 0,5 до 3,0 м/с, температура може змінюватися від 16 до 24 °С. Якщо повітряний душ

використовується для боротьби з пилом, швидкість повітря не має бути вище 0,5-1,5 м/с, щоб не допускати підняття пилу, що осів на підлогу.

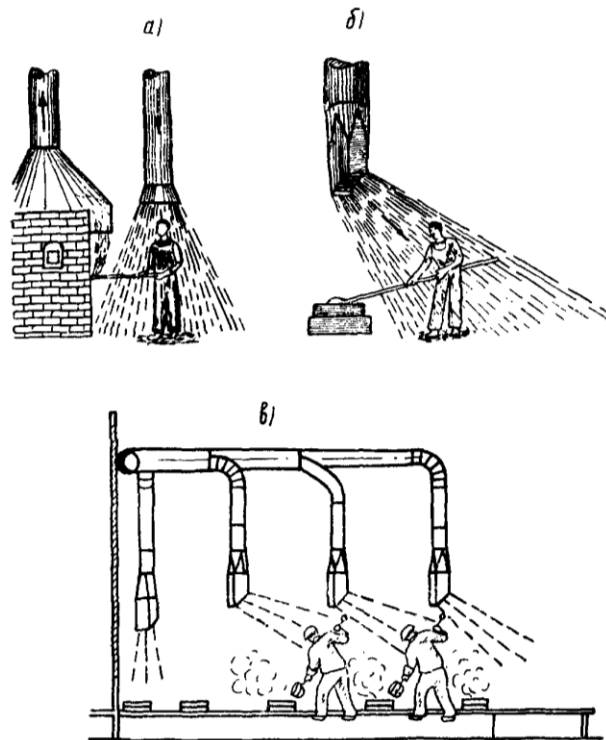


Рисунок 2.23 - Повітряний душ: а - вертикальний; б - похилий; в – груповий

Для повітряного душу може використовуватися зовнішнє повітря або повітря, що забирається з приміщення. Останній, як правило, проходить відповідну обробку (найчастіше охолодження). Зовнішнє повітря також може бути оброблене для надання йому необхідних параметрів.

Установки з повітряним душем можуть бути **стаціонарними** або **пересувними**. У пересувних установках використовується повітря з приміщення, що обробляється нерідко за допомогою розпилювання води в потоці повітря, що виходить. Адіабатна вода, що випаровується, дозволяє знижувати температуру повітря. На рис. 2.24 показано водоповітряний душ цього типу конструкції.

У повітряних завісах, так само як і в повітряних душах, використовується основна властивість припливного факела - його відносна далекобійність. Повітряні завіси влаштовуються з метою запобігти вступу повітря через технологічні отвори або ворота з однієї частини будівлі в іншу або зовнішнього повітря у виробничі приміщення. На рис. 2.25 зображені схеми повітряних завіс, призначені для запобігання або різкого зменшення проникнення

через ворота холодного зовнішнього повітря в цех. Повітря, що подається для завіси, може заздалегідь підігріватися, і тоді завіси називаються легко-тепловими.

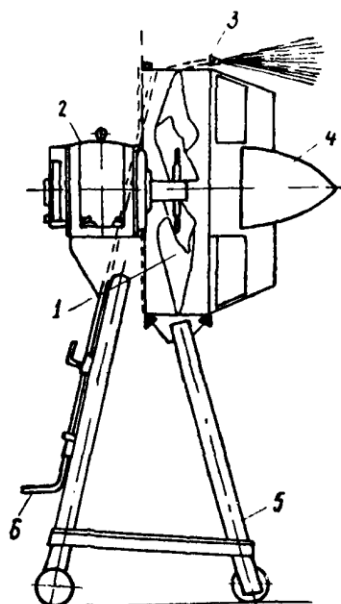


Рисунок 2.24 - Пересувний віяловий агрегат: 1 - осьовий вентилятор; 2 - електродвигун; 3 - форсунки; 4 - металевий обтічник; 5 - підставка на колесах; 6 - трубопровід для подачі води з водопроводу

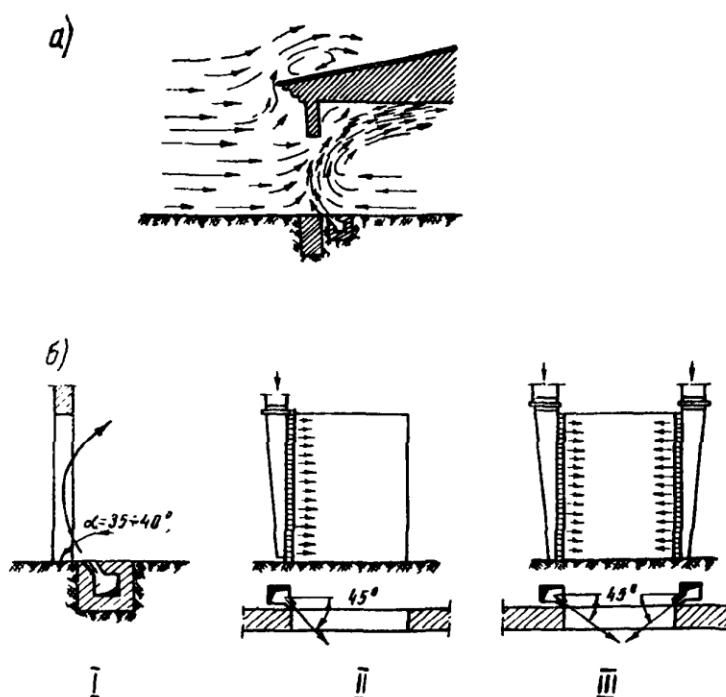


Рисунок 2.25 - Повітряні завіси: а - принцип дії; б - різні способи подачі повітря : І - подача повітря знизу; ІІ - бічна подача повітря з одного боку; ІІІ - те ж з двох сторін

Повітряні завіси, розраховані на запобігання проникненню холодного повітря, слід передбачати біля воріт, які відкриваються частіше п'яти разів або не менше чим на 40 хвилин в зміну, а також у технологічних отворів опалювальних будівель, розташованих в районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря для проектування системи опалення - 15°C і нижче, коли унеможливлено влаштування шлюзів. Якщо зниження температури повітря в приміщеннях (з технологічних або санітарно-гігієнічних міркувань) неприпустимо, завіси можуть бути запроектовані при будь-якій тривалості відкривання і будь-якій розрахунковій температурі зовнішнього повітря. При цьому потрібне техніко-економічне обґрунтування цього рішення.

У разі короткочасного (до 10 хв.) відкриття воріт, як правило, допускається зниження температури повітря на робочих місцях, захищених від обдування повітрям, що уривається через ворота, ширмами або перегородками. Міра зниження залежить від характеру виконуваної роботи: при легкій фізичній роботі - до 14°C , роботі середньої тяжкості - до 12°C , важкій роботі - до 8°C . Якщо постійних робочих місць в районі воріт немає, допускається зниження температури в робочій зоні цього району до $+5^{\circ}\text{C}$.

Дуже близькими до легко-теплових завіс по своєму призначенню являються так зване **повітряні буфери**, створювані шляхом подачі теплого повітря в тамбури будівель громадського призначення (магазини, клуби, театри і т.д.).

Нині необхідні умови повітряного середовища на робочому місці досить часто створюються за допомогою пристрою спеціальних вентильованих кабін. У таких кабінах підтримуються умови, відмінні від умов в усьому об'ємі виробничого приміщення. Це досягається найчастіше подачею в кабінні спеціальним чином приготованого повітря: в гарячих цехах - охолодженого, в холодних, неопалювальних приміщеннях - підігрітого. Вентильовані кабінки можуть бути віднесені до місцевих систем вентиляції. Природно, що їх застосування можливе, коли робоче місце строго фіксоване, наприклад у пульта управління (рис. 2.26).

Загальнообмінні системи вентиляції можуть бути **припливними і витяжними** (рис. 2.9, 2.10, 2.13).

При використанні **загальнообмінних** систем ставиться завдання створити необхідні умови повітряного середовища в усьому об'ємі приміщення або в об'ємі робочої зони. На відміну від місцевих

систем, в даному випадку, усі шкідливості, що виділяються в приміщенні, поширюються в усьому об'ємі. Отже, основне завдання, яке має бути вирішене при проектуванні даних систем, полягає в тому, щоб вміст в повітрі приміщення тієї або іншої шкідливості не перевершував величини гранично допустимій концентрації, а значення метеорологічних параметрів відповідали відповідним вимогам.

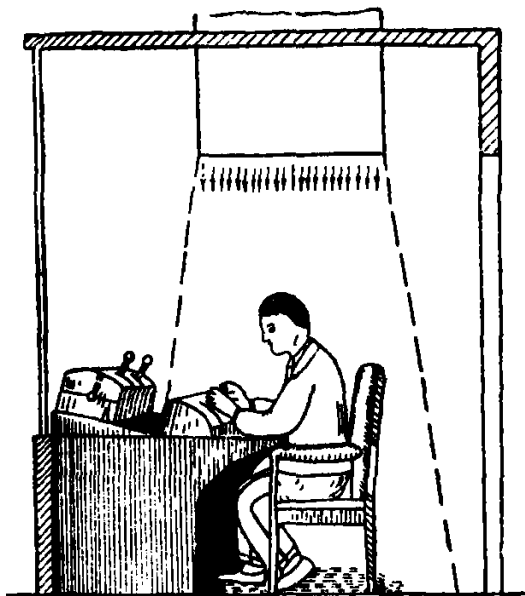


Рисунок 2.26 - Вентильована кабіна

Загальнообмінна система вентиляції застосовується практично на всіх підприємствах ресторанного господарства. При такій системі повітря рівномірно розподіляється по всьому приміщенню, також рівномірно забруднене повітря видаляється із приміщень. При вентиляції гарячих, кулінарних і кондитерських цехів найчастіше загальнообмінну вентиляцію поєднують із місцевою. Такі системи називають комбінованими.

На рис. 2.27 наведено пристрій механічної припливно-витяжної системи загальнообмінної вентиляції. Показана припливна камера, яку, як правило, розташовують на нижньому поверсі (іноді на рівні вентильованого приміщення), і витяжна камера, розташовувана на верхніх поверххах будівлі, на горищі або покрівлі при відсутності останнього.

Припливну повітрозабірну шахту розміщують у чистому озеленому куточку підприємства. Грати шахти встановлюють на висоті не менш 2 метрів над землею. Отвір у стіні для проходу зовнішнього повітря обладнують утепленим регульованим клапаном. Тут, відразу за зовнішньою стіною, виділяють зону для осадження

пилу. Далі по ходу руху повітря встановлюють фільтри для очищення припливного повітря від пилу. Калорифери, для підігріву зовнішнього повітря в зимовий час, установлюють безпосередньо перед вентилятором і з'єднують із останнім за допомогою дифузора – брезентового рукава. Вентилятор з'єднують із повітроводом, що транспортує очищене від пилу й підігріте у зимову пору припливне повітря до вентилятованих приміщень.

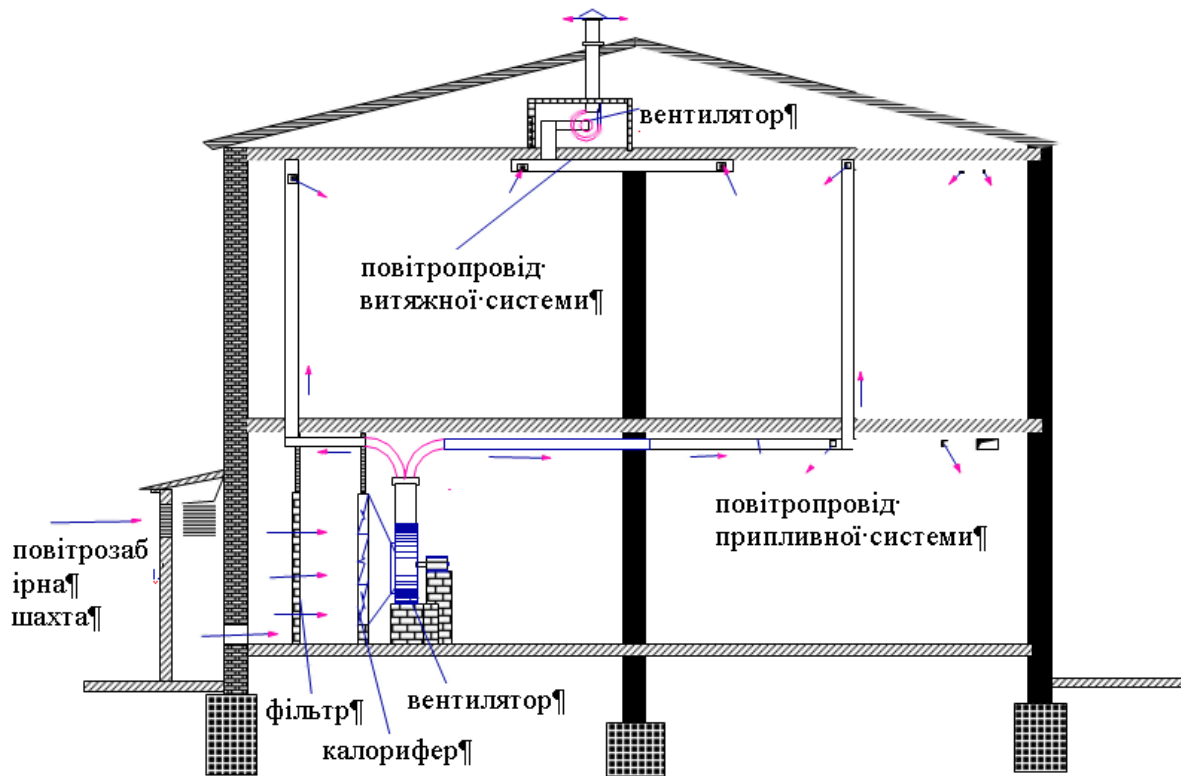


Рисунок 2.27 – Пристрій механічної припливно-витяжної системи загальнообмінної вентиляції

Повітря в приміщенні насичується шкідливими речовинами а потім видаляється також за допомогою повітроводів і вентилятора за межі будинку витяжною системою вентиляції. На рисунку витяжна вентиляційна камера показана на горищі будівлі. Щоб уникнути задування у витяжні шахти вітру, вихід із шахти розташовують на 0,5 м вище гребеня даху, а отвір закривають ковпаком. Для зменшення шуму при роботі вентиляторів застосовують віброоснови, пружні прокладки й гнучкі вставки.

Загальнообмінний метод створення заданих умов повітряного середовища має широке поширення і у поєднанні з системами кондиціонування повітря.

2.3 Основне устаткування систем вентиляції

Системи вентиляції включають групи найрізноманітнішого устаткування: передусім, це **вентилятори, агрегати вентиляторів або вентиляційні установки**. Серед додаткового устаткування - **шумоглушники, повітряні фільтри, електричні і водяні нагрівачі, а також регулюючі і повітророзподільні пристрої та ін.**

Розглянемо перераховане вище вентиляційне устаткування, а також типи сполучних повітроводів і теплоізоляційних матеріалів детальніше.

Вентилятор є механічним пристроєм, призначеним для переміщення повітря по повітроводам систем кондиціонування і вентиляції, а також для здійснення прямої подачі повітря в приміщення або відсмоктування з приміщення, і що створює необхідний для цього перепад тисків (на вході і виході вентилятора).

По **конструкції і принципу дії** вентилятори діляться на **осьові** (аксіальні), **радіальні** (відцентрові) і **діаметральні** (тангенціальні).

Залежно від **величини повного тиску**, який вони створюють при переміщенні повітря, вентилятори бувають **низького тиску** (до 1 кПа), **середнього тиску** (до 3 кПа) і **високого тиску** (до 12 кПа).

По **напрямку обертання робочого колеса** (якщо дивитися з боку всмоктування) вентилятори можуть бути **правого обертання** (колесо обертається за годинниковою стрілкою) і **лівого обертання** (колесо обертається проти годинникової стрілки).

Залежно від **складу переміщуваного середовища** і умов експлуатації вентилятори підрозділяються на:

- **звичайні** - для повітря (газів) з температурою до 80 °С;
- **корозійностійкі** - для корозійних середовищ;
- **термостійкі** - для повітря з температурою вище 80 °С;
- **вибухобезпечні** - для вибухонебезпечних середовищ;
- **пилові** - для запиленого повітря (тверді домішки у кількості більше 100 мг/м³).

За **способом з'єднання крильчатки вентилятора і електродвигуна** вентилятори можуть бути:

- з **безпосереднім з'єднанням з електродвигуном**;
- **із з'єднанням на еластичній муфті**;
- з **клиноремінною передачею**;
- з **регулюючою безступінчастою передачею**.

По **місцю установки** вентилятори ділять на:

- **звичайні**, встановлювані на спеціальній опорі (рамі, фундаменті і так далі);
- **каналні**, встановлювані безпосередньо у повітроводі;
- **дахові**, що розміщуються на покрівлі.

Основними характеристиками вентиляторів є наступні параметри:

- витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год.}$;
- повний тиск, Па;
- частота обертання, об./хв.;
- споживана потужність, що витрачається на привід вентилятора, кВт;
- ККД - коефіцієнт корисної дії вентилятора, що враховує механічні втрати потужності на різні види тертя в робочих органах вентилятора, об'ємні втрати в результаті витоків через ущільнення і аеродинамічні втрати в проточній частині вентилятора;
- рівень звукового тиску, дБ.

Осьовий вентилятор (рис. 2.28, а) є розташованим в циліндричному кожусі (обичайці) колесом з консольних лопатей, закріплених на втулці під кутом до площини обертання (у деяких конструкціях використовуються поворотні лопаті).

Робоче колесо найчастіше насаджується безпосередньо на вісь електродвигуна.

При обертанні колеса повітря захоплюється лопатями і переміщається в осьовому напрямі. При цьому переміщення повітря в радіальному напрямі практично відсутнє. На вході у вентилятор встановлюється колектор, що значно покращує аеродинамічні характеристики роботи вентилятора.

Радіальний вентилятор (рис. 2.28, б) є розташованим в спіральному кожусі колесом лопатки (робоче), при обертанні якого повітря, що потрапляє в канали між його лопатками, рухається в радіальному напрямі до периферії колеса і стискується. Під дією відцентрової сили він відкидається в спіральний кожух і далі прямує в нагнітальний отвір.

Робоче колесо - основний елемент радіального вентилятора, є порожнистий циліндр, в якому по усій бічній поверхні, паралельно осі обертання, встановлені на рівних відстанях лопатки. Лопатки скріплені по колу за допомогою переднього і заднього дисків, в центрі яких знаходиться маточина для насадження робочого колеса на вал.

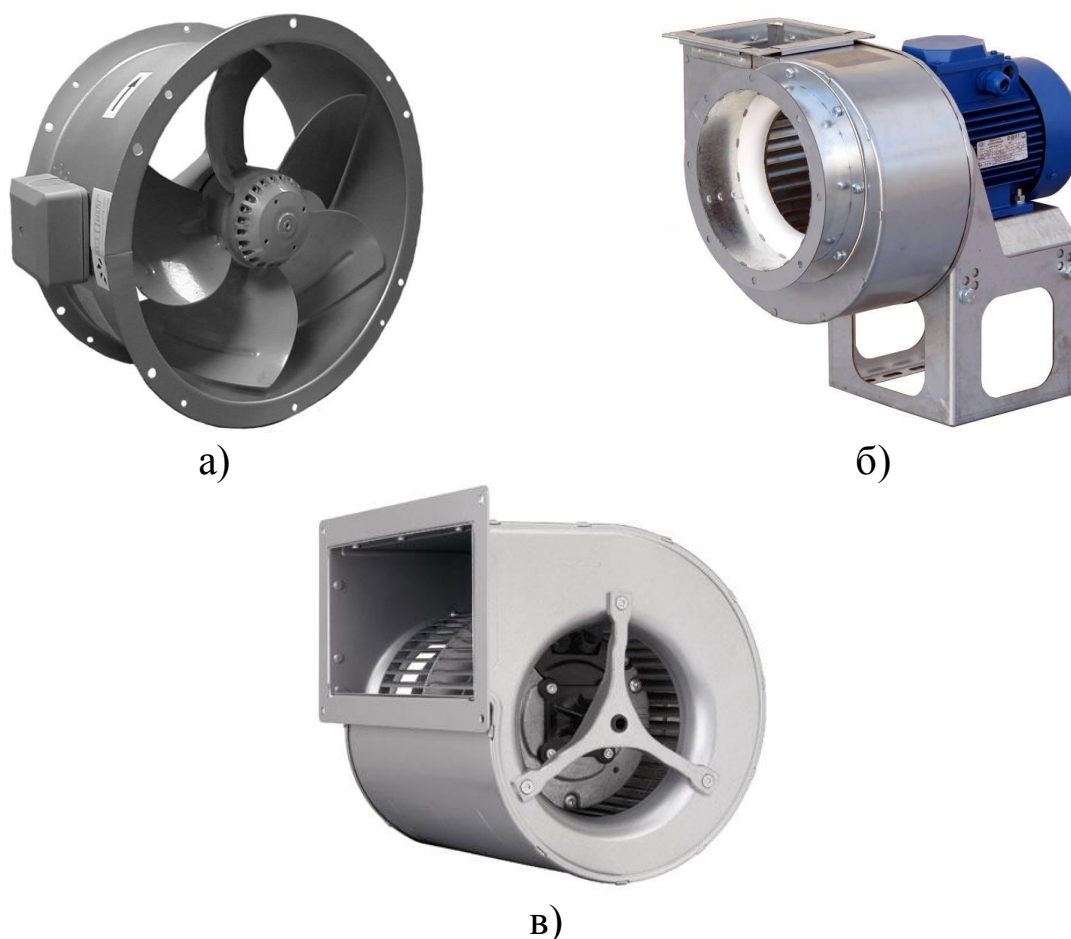


Рисунок 2.28 – Зовнішній вигляд вентиляторів: а - осьовий вентилятор; б - радіальний вентилятор; в - діаметральний вентилятор

Діаметральний вентилятор (рис. 2.28, в) складається з робочого колеса барабанного типу із загнутими вперед лопатками і корпусу, що має патрубок на вході і дифузор на виході. Дія діаметральних вентиляторів заснована на двократному поперечному проходженні потоку повітря через робоче колесо.

Діаметральні вентилятори характеризуються вищими аеродинамічними параметрами, в порівнянні з іншими типами вентиляторів, зокрема, вони створюють плоский рівномірний потік повітря великої ширини; зручністю компонування, що дозволяє здійснювати поворот потоку в широких межах; компактністю установки, що дозволяє істотно скоротити об'єм, займаний вентиляційною установкою.

Агрегат вентилятора - установка, в якій вентилятор з електродвигуном змонтовані на рамі, що несе, як правило, укомплектовані віброізоляторами. Більшість вентиляторів поставляються в агрегатованому виді (рис. 2.28, б).

Вентиляційні установки призначені для забезпечення ефективного обміну повітря в громадських будівлях і житлових будинках. Головне завдання вентиляційної установки – направляти свіже повітря зовні будівлі всередину і видаляти брудне повітря з приміщень з одночасною рекуперацією теплової енергії (рис. 2.29).

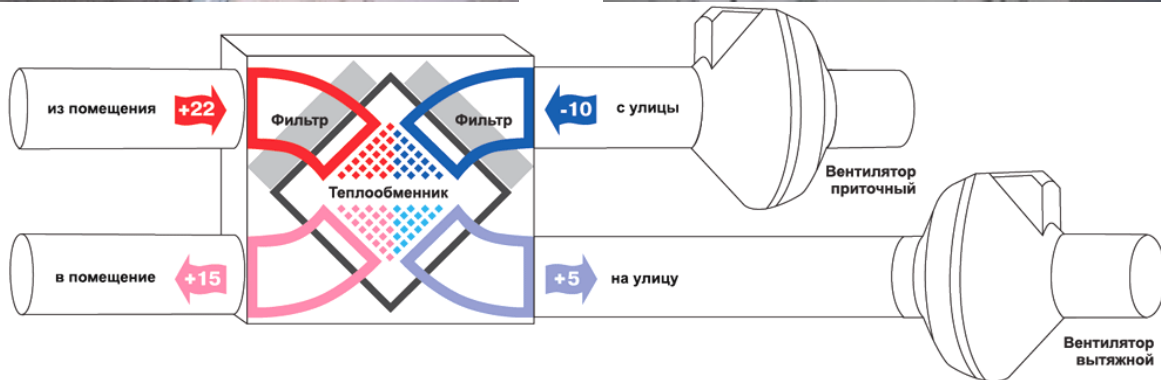


Рисунок 2.29 - Вентиляційна установка з рекуперацією теплової енергії

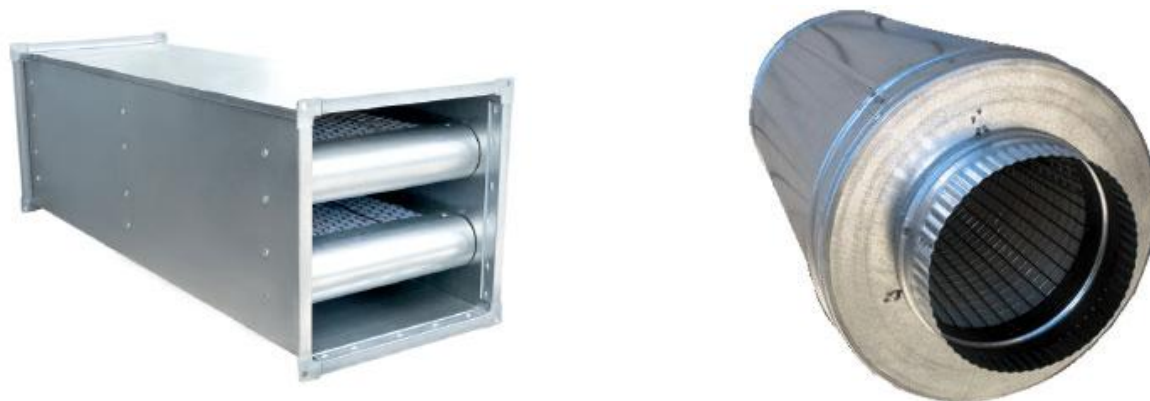
Шумоглушники. Джерелом шуму вентиляторів є будь-які коливальні явища, які супроводжують їх роботу. Коливальні процеси аеродинамічного походження викликають аеродинамічний шум, а механічні коливання елементів конструкції викликають шум, що поширюється по будівельних конструкціях будівлі та повітроводам, іноді дуже далеко від місця установки.

Установка в систему вентиляції (кондиціонування) шумоглушників є одним з ефективних заходів по зниженню аеродинамічного шуму в повітряному потоці.

Найбільш часто вживані шумоглушники конструктивно діляться на пластинчаті (рис. 2.30, а) і трубчасті (рис. 2.30, б). Головна їх особливість - наявність розвинених поверхонь, фанерованих звукопоглинальним матеріалом.

Пластинчатий шумоглушник є коробкою з тонкого металевого листа, прохідний переріз якої розділений пластинами або осередками,

фанерованими звукопоглинальним матеріалом.



а)

б)

Рисунок 2.30 – Шумоглушники: а – пластинчастий; б – трубчастий

Трубчастий шумоглушник виконується у вигляді двох круглих або прямокутних труб, вставлених одна в іншу. Простір між зовнішньою (гладкою) і внутрішньою (перфорованою) трубою заповнений звукопоглинальним матеріалом, наприклад, скловолокном, покритим тонким шаром пластика.

Повітряний фільтр (рис. 2.31) є пристроєм для очищення припливного, а у ряді випадків, і витяжного повітря. Конструктивне рішення фільтрів визначається характером пилу (забруднень) і необхідною чистотою повітря. По розмірах ефективно уловлюваних пилових часток фільтри діляться на три класи: фільтри грубого, тонкого і особливо тонкого очищення. При грубому очищенні затримуються частки величиною 10 мкм і більш, при тонкій - 1 мкм і більш, при особливо тонкій - частки менших розмірів, аж до 0,1 мкм.



Рисунок 2.31 – Конструкції повітряних фільтрів

Повітронагрівачі (рис. 2.32). У повітронагрівачах в якості

теплоносія може застосовуватися вода з температурою 95...70 °С і 130...70 °С, пара, а також етиленгліколеві розчини.



Рисунок 2.32 – Конструкції повітрянагрівачів

Повітря, що поступає в теплообмінники, по гранично допустимій концентрації шкідливих речовин (ГДК), не повинне містити липких речовин і волокнистих матеріалів, а запиленість його не повинна перевищувати 0,5 мг/м³.

Водяні і парові повітрянагрівачі по конструктивному виконанню бувають: за формою поверхні - гладкотрубні і ребристі.

Нагрівальним елементом в цих калориферах служать труби з гладкою поверхнею. Для збільшення теплопередачі передбачається велика кількість труб з відстанню між ними 0,5 см. Незважаючи на це, теплотехнічні показники гладкотрубних повітрянагрівачів все ж нижче, ніж у калориферів інших типів. Тому гладкотрубні повітрянагрівачі застосовують при невеликих витратах повітря, що нагрівається, і незначної міри його нагріву.

У ребристих повітрянагрівачах зовнішня поверхня труб має оребрення, внаслідок чого площа теплопередавальної поверхні зростає. Кількість труб у цього виду калориферів менша, ніж у гладкотрубних, але теплотехнічні показники вищі. До ребристих повітрянагрівачів відносяться нагрівачі пластинчасті, із спіральньо-накатним оребренням і мідно-алюмінієвим.

2.4 Методика розрахунку системи кондиціонування

Для розрахунку системи кондиціонування необхідно знати кількість обробленого повітря в кондиціонері (продуктивність по

повітря) і повну потужність по холоду. Кількість обробленого повітря в гарячому цеху, торговому залі визначають шляхом побудови процесу зміни параметрів за I-d діаграмою (додаток Ф).

По розрахованим параметрам теплонадходжень ($Q_{заг.}$) та вологовиділень ($W_{заг.}$) для кожного приміщення (гарячий цех, торговий зал) окремо визначають тепловологісне відношення E , кДж/кг вологи, за формулою (2.34).

По відомих параметрах зовнішнього повітря в теплий період року (параметри Б, додаток Б) - температури - $t_{з.н.}$, °С та питомої ентальпії - $I_{з.н.}$, кДж/кг, на I-d діаграму (додаток Ф) наносять точку їх перетину, що відповідає початку процесу (точка А).

У закладах ГРГ припустима температура внутрішнього повітря $t_{в.н.}$, °С, повинна відповідати комфортним умовам перебування в них людей, що приймають їжу, відпочивають або працюють. Для теплого періоду року комфортна температура внутрішнього повітря $t_{в.н.}$ приймається на рівні - не більше + 28 °С (табл. 1.1). Для розрахунків приймається температуру внутрішнього повітря $t_{в.н.} = 28$ °С.

При подачі припливного охолодженого повітря у верхню зону, що є звичайним для залів ресторанів, максимальна різниця температур між внутрішнім повітрям приміщення $t_{в.н.}$ та припливним охолодженим повітрям $t_{пр.}$, °С, не повинна перевищувати 8...10 °С. Тому приймаємо величину припливного охолодженого повітря на рівні $t_{пр.} = t_{в.н.} - (8...10) = 28 - (8...10) = 20...18$ °С. Для розрахунків приймається середнє значення температури припливного повітря $t_{пр.} = 19$ °С.

Кінцева температура припливного охолоджуваного повітря після повітроохолоджувача з урахуванням нагрівання у вентиляторі на 1 °С становить $t_{к.} = 19 - 1 = 18$ °С. При таких високих кінцевих температурах повітря відбувається процес сухого охолодження, що на I-d діаграмі зображується вертикальною лінією, яка має своє начало у точці А (початок процесу) та закінчується у точці $t_{к.} = 18$ °С і ентальпією $I_{к.}$, кДж/кг проходячи через точку $t_{пр.} = 19$ °С (крапка Б) з ентальпією $I_{пр.}$, кДж/кг.

Через крапку Б проводять промінь процесу, тобто проводять лінію рівнобіжну величині тепловологісного відношення E .

У точці перетину променя процесу з лінією температури повітря, що виділяється із приміщення, $t_{вид.}$, °С, графічно знаходять ентальпію (тепловміст) даного повітря $I_{вид.}$, кДж/кг.

Температура повітря, що виділяється із приміщення, $t_{вид.}$, °С, для громадських будівель при висоті приміщень h менше 4 м дорівнює температурі повітря у робочій зоні: для торгового залу $t_{p.з.}$ (формула 2.2); для гарячого цеху, $t_{p.з.}$ (формула 2.3).

Продуктивність кондиціонера по повітрю, $L_{пр.}$, м³/год., визначають за формулою:

$$L_{пр.} = \frac{Q_{заг.}}{(I_{вид.} - I_{пр.}) \cdot \gamma}, \quad (2.34)$$

де γ – густина повітря (додаток X), яка залежить від температури, кг/м³.

Продуктивність кондиціонера по холоду, $L_{конд.}$, кВт, визначають за формулою:

$$L_{конд.} = \frac{L_{пр.} \cdot (I_{з.п.} - I_{к.})}{3600}. \quad (2.35)$$

2.4.1 Принципи роботи холодильної машини

Відмітимо, що кондиціонер - це та ж холодильна машина, але призначена для тепловологісної обробки повітряного потоку. Крім того, кондиціонер має істотно великі можливості, складнішу конструкцію, численними додатковими опціями і тому подібне.

Охолодження в кондиціонері або далі по тексту холодильній машині виробляється за рахунок поглинання теплоти при кипінні рідини, яка залежить від тиску довкілля. Чим вище тиск, тим вище температура кипіння і, навпаки, чим нижче тиск, тим нижче температура кипіння. Так, при нормальному атмосферному тиску 760 мм рт. ст. (1 ат) вода кипить при 100 °С, але якщо тиск знижений, як наприклад в горах на висоті 7-8 км вода вже кипить при температурі 40-60 °С.

При однакових умовах експлуатації різні рідини мають різні температури кипіння. Наприклад, фреон R-22, широко використовуваний в холодильній техніці, при нормальному атмосферному тиску і температурі довкілля має температуру кипіння мінус 40,8 °С. У холодильній машині фреон кипить у спеціальному теплообміннику, званому випарником, при цьому киплячий в трубках випарника фреон активно поглинає теплоту від повітряного потоку, що омиває зовнішню, як правило, обребрену поверхню трубок.

Температура конденсації пари фреону, так само, як і температура кипіння, залежить від тиску довкілля. Чим вище тиск, тим вище температура конденсації. Так, наприклад, конденсація пари фреону R-22 при тиску 23 ат починається вже при температурі 55 °С. Процес конденсації фреонової пари, як і будь-якій іншій рідині, супроводжується виділенням великої кількості теплоти в довкілля або стосовно холодильної машини передачею цієї теплоти потоку повітря або рідини в спеціальному теплообміннику, званому конденсатором.

Природно, щоб процес кипіння фреону у випарнику і відповідного охолодження повітря, а також процес конденсації і відповідне відведення теплоти в конденсаторі був безперервним, необхідно постійно «підливати» у випарник рідкий фреон, а в конденсатор постійно подавати пари фреону. Такий безперервний процес (цикл) здійснюється в холодильній машині.

Найбільш великий клас холодильних машин базується на компресійному циклі охолодження, основними конструктивними елементами якого є - **компресор, випарник, конденсатор і регулювальник потоку** (капілярна трубка), **сполучені трубопроводами** і що є замкнутою системою, в якій циркуляцію холодагенту (фреону) здійснює компресор. Окрім забезпечення циркуляції, компресор підтримує в конденсаторі (на лінії нагнітання) і високий тиск, близько 20-23 ат.

Кипіння холодагенту відбувається при низькому тиску і низькій температурі, а конденсація - при високому тиску і температурі. Принципова схема компресійного циклу охолодження показана на рис. 2.33.

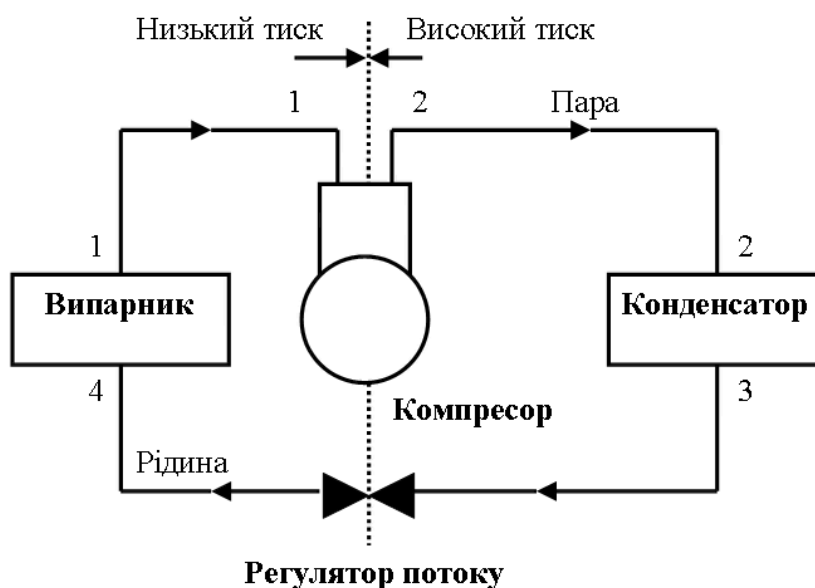


Рисунок 2.33 - Схема компресійного циклу охолодження

Почнемо розгляд роботи циклу з виходу випарника (ділянка 1-1). Тут холодоагент знаходиться в пароподібному стані, з низьким тиском і температурою.

Пароподібний холодоагент всмоктується компресором, який підвищує його тиск до 15...25 ат і температуру до 70...90 °С (ділянка 2-2).

Далі в конденсаторі гарячий пароподібний холодоагент охолоджується і конденсується, тобто переходить в рідку фазу. Конденсатор може бути або з повітряним, або з водяним охолодженням, залежно від типу холодильної системи.

На виході з конденсатора (точка 3) холодоагент знаходиться в рідкому стані при високому тиску. Розміри конденсатора вибираються так, щоб газ повністю сконденсувався всередині конденсатора. Тому температура рідини на виході з конденсатора виявляється дещо нижче за температуру конденсації. Переохолодження в конденсаторах з повітряним охолодженням зазвичай складає приблизно 4...7 °С.

При цьому температура конденсації приблизно на 10...20 °С вище за температуру атмосферного повітря.

Потім холодоагент в рідкій фазі при високій температурі і тиску поступає в регулювальника потоку, де тиск суміші різко зменшується, частина рідини при цьому може випаруватися, переходячи в пароподібну фазу. Таким чином, у випарник потрапляє суміш пари і рідини (точка 4).

Рідина кипить у випарнику, відбираючи теплоту від навколишнього повітря, і знову переходить в пароподібний стан.

Розміри випарника вибираються так, щоб рідина повністю випарувалася всередині випарника. Тому температура пари на виході з випарника виявляється вище за температуру кипіння, відбувається так зване перегрівання холодагенту у випарнику. В цьому випадку навіть найменші крапельки холодагенту випаровуються і в компресор не потрапляє рідина. Слід зазначити, що у разі попадання рідкого холодагенту в компресор, так званого «гідравлічного удару», можливі ушкодження і поломки клапанів та інших деталей компресора.

Для конденсаторів з повітряним охолодженням величина перегрівання складає 5...8 °С.

Перегріта пара виходить з випарника (точка 1), і цикл поновлюється.

Таким чином, холодоагент постійно циркулює по замкнутому контуру, міняючи свій агрегатний стан з рідкого на пароподібне і навпаки.

Усі компресійні цикли холодильних машин включають два певні рівні тиску. Межа між ними проходить через нагнітальний клапан на виході компресора з одного боку і виходу з регулювальника потоку (з капілярної трубки) з іншого боку.

Нагнітальний клапан компресора і вихідний отвір регулювальника потоку є розділовими точками між сторонами високого і низького тисків в холодильній машині.

На стороні високого тиску знаходяться усі елементи, що працюють при тиску конденсації.

На стороні низького тиску знаходяться усі елементи, що працюють при тиску випару.

Не дивлячись на те, що існує багато типів компресійних холодильних машин, принципова схема циклу в них практично однакова.

2.5 Класифікація систем кондиціонування

Забезпечення та підтримка параметрів мікроклімату всередині приміщень підприємств ресторанного господарства, застосовуючи ту чи іншу систему вентиляції, не завжди можливі, особливо в теплий період року, та ще й у південних районах, де температура припливного повітря набагато перевищує необхідну для забезпечення комфортних умов перебування людей.

Для забезпечення в приміщеннях підприємств ресторанного господарства необхідних кліматичних умов, поза залежністю від параметрів зовнішнього повітря та внутрішніх факторів, застосовують системи кондиціонування повітря. Системи кондиціонування повітря представляють собою вдосконалену систему вентиляції, в якій припливне повітря не тільки очищається від пилу й підігрівається, але й охолоджується, змінюючи відносну вологість, тобто здійснюючи повну кондиційну відповідність повітря приміщень нормативним вимогам.

Системи кондиціонування повітря підрозділяються на декілька різновидів:

а) **по мірі використання зовнішнього повітря** - на системи **прямоточні**, в яких повітря використовується одноразово, системи

рециркуляційні, що передбачають багатократне використання одного і того ж повітря, і системи з **частковою рециркуляцією (комбіновані)**;

б) **по мірі централізації** - на системи **центральні**, обслуговуючі з одного центру декілька приміщень, і **місцеві**, влаштовувані для окремих приміщень і розташовані, як правило, в самих обслуговуваних приміщеннях;

в) **по автономності** - на системи, **більшою чи меншою мірою залежні** від умов постачання теплом, холодом і електроенергією;

г) **за способом комплектації вузла для обробки повітря** - на системи з **агрегованими кондиціонерами**, в яких цей вузол є одним агрегатом, складеним з декількох апаратів, і системами, в яких застосовуються **самостійні апарати** для різних процесів обробки повітря;

д) **за призначенням - комфортні та технологічні**. Комфортні призначені для створення та підтримання параметрів повітря, які задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам, технологічні - вимогам технологічних процесів;

е) **за режимом роботи** системи поділяють на **сезонні** та такі, які працюють протягом року;

ж) **за тиском** - **низького, середнього та високого тиску**;

з) **за кількістю зон обслуговування** - **однотональні та багатотональні**;

и) **за забезпеченням метеорологічних умов** в приміщенні - **першого, другого та третього класу**.

2.5.1 Системи прямооточні і рециркуляційні

У прямооточних системах кондиціонування повітря, принципова схема яких показана на рис. 2.34, передбачається огорожа зовнішнього повітря, його обробка для отримання необхідних параметрів і подача в приміщення об'єкту.

З приміщень повітря зазвичай видаляється за допомогою систем витяжної вентиляції.

Як бачимо, комплект апаратів для обробки повітря повинен давати можливість обробляти повітря з різними параметрами, залежними від пори року і клімату.

Прямоточні системи кондиціонування повітря зазвичай застосовуються в тих випадках, коли не можна передбачити

рециркуляцію повітря з приміщення внаслідок неможливості використання цього повітря. Останнє може мати місце, якщо кількість повітря, що подається в приміщення, визначена з умови розчинення токсичної шкідливості до величини гранично допустимій концентрації.

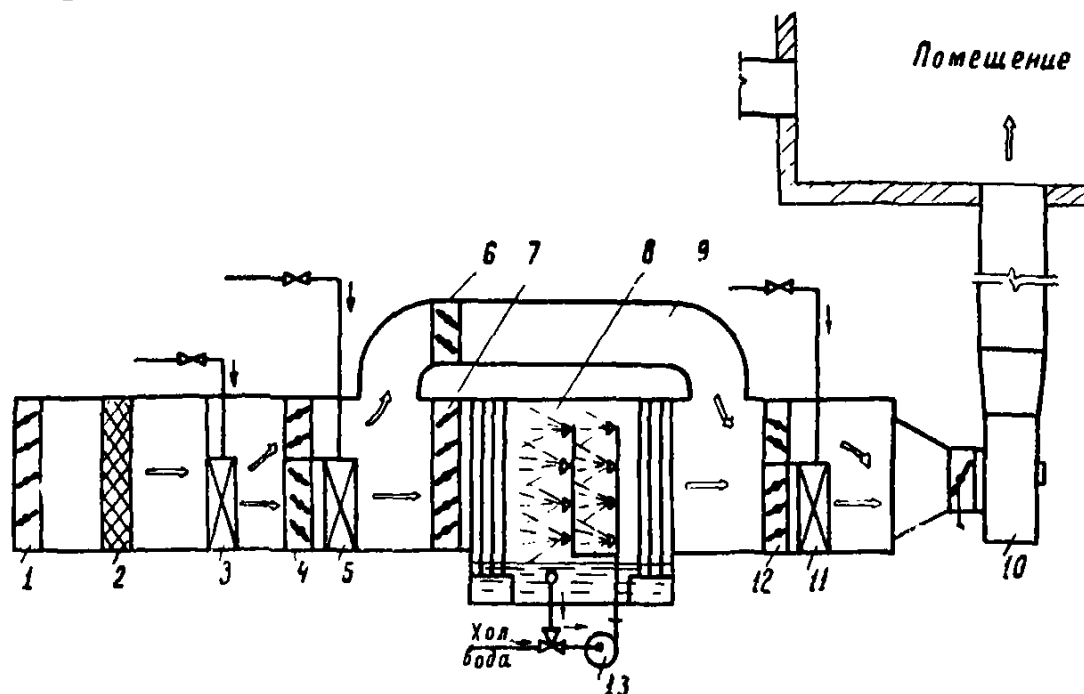


Рисунок 2.34 - Принципова схема прямооточної системи кондиціонування повітря : 1 - клапан утеплювача; 2 - фільтр; 3 і 5 - перша і друга ступеню калориферів першого підігрівання; 4 і 12 - здвоєні стулкові клапани; 6 і 7 - стулкові клапани; 8 - промивна камера; 9 - обхідний канал; 10 - вентилятор; 11 - калорифер другого підігрівання; 13 - насос

Така ж схема застосовується для приміщень, в повітрі яких знаходяться хвороботворні мікроорганізми, різко виражені неприємні запахи, а також для приміщень з виділеннями вибухонебезпечних і пожежонебезпечних речовин.

В усіх випадках, коли допустиме багатократне використання повітря, застосування прямооточної системи недоцільне, оскільки вона, як правило, неекономічна і недостатньо гнучка в експлуатації.

Рециркуляційні системи кондиціонування повітря, на відміну від прямооточних, припускають багатократне використання одного і того ж повітря. Як видно з рис. 2.35, що зображує схему такої системи, в апарати для обробки повітря поступає повітря з

приміщення. Пройшовши обробку, він подається знову в приміщення. Таким чином здійснюється повна рециркуляція повітря, застосування якої може бути доцільним в таких приміщеннях, в яких відсутні виділення шкідливостей у вигляді газу, пари або пилу, а спостерігаються лише тепло - або вологовиділення.

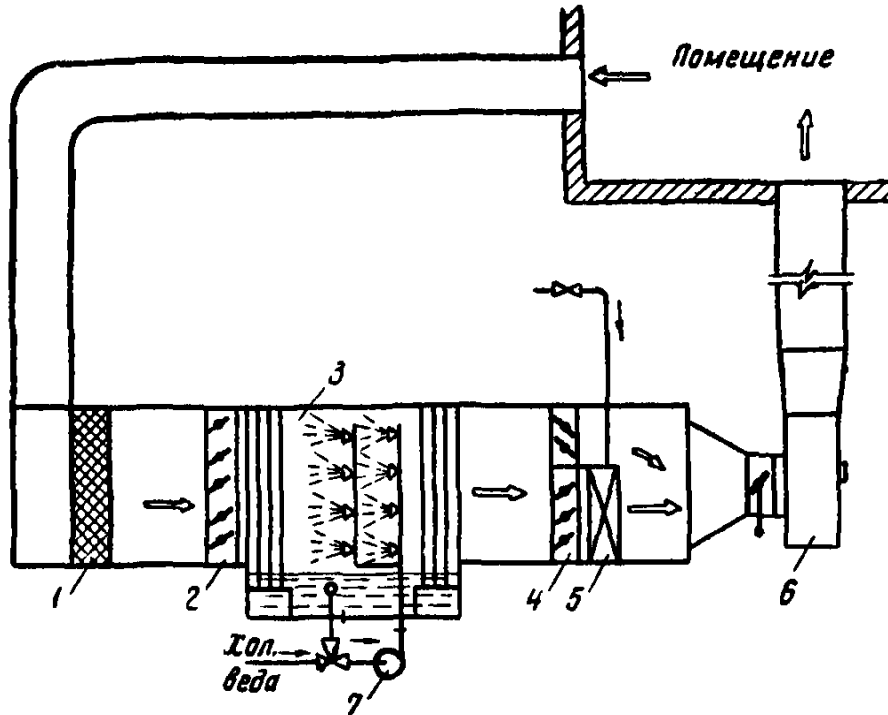


Рисунок 2.35 - Схема рециркуляційної системи кондиціонування повітря : 1 - фільтр; 2 - стулковий клапан; 3 - промивна камера; 4 - здвоєний стулковий клапан; 5 - калорифер; 6 - вентильатор; 7 – насос

Якщо є виділення вказаних шкідливостей, то застосування системи з повною рециркуляцією повітря можливо лише при включенні в комплект пристроїв по обробці повітря апаратів, призначених для його очищення від відповідних шкідливостей, що дуже ускладнює систему і зазвичай економічно недоцільно. До такого рішення доводиться прибгати тоді, коли не можна використовувати зовнішнє повітря.

Найбільш поширеною системою кондиціонування є така, в якій є прямоток і рециркуляція повітря. На рис. 2.36 приведена схема системи кондиціонування повітря, виконаної за цим принципом. Як бачимо, частина повітря з приміщень знову повертається для обробки, якій піддається суміш зовнішнього і рециркуляційного повітря.

При використанні рециркуляції необхідно, щоб повітря, що

подається в приміщення, містило шкідливих домішок в кількості не більше 30% гранично допустимих концентрацій. Кількість зовнішнього повітря, що подається, повинна визначатися з санітарно-гігієнічних міркувань; у усіх випадках ця кількість не має бути менш санітарної норми.

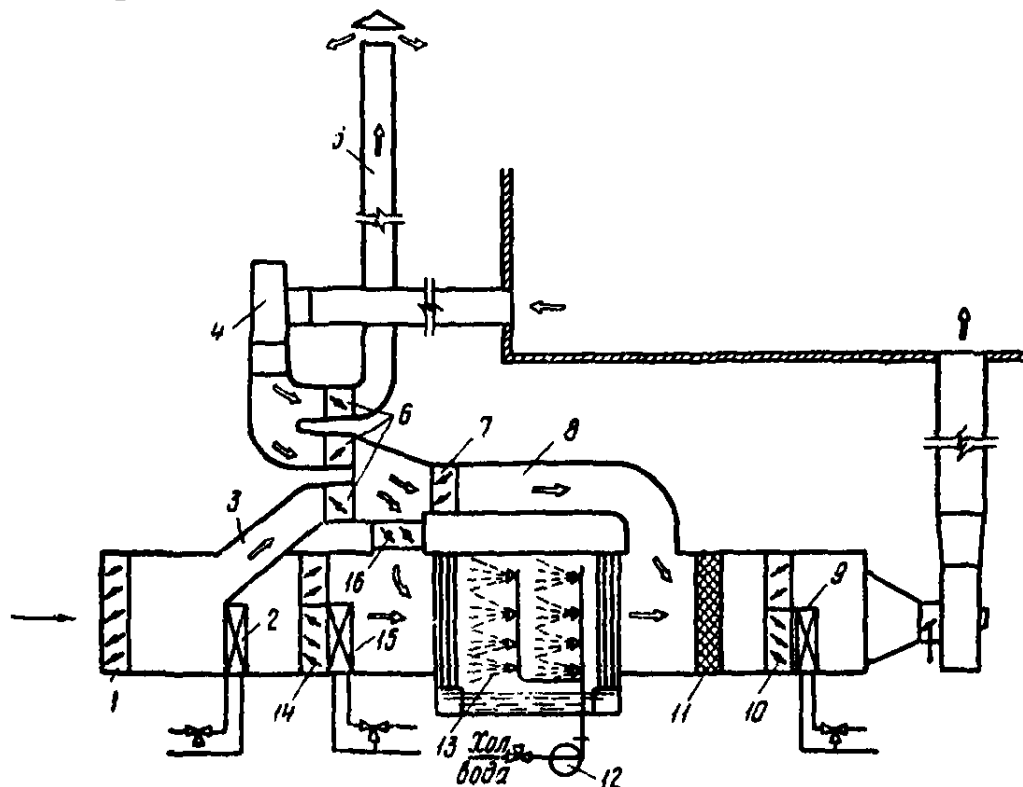


Рисунок 2.36 - Схема системи кондиціонування повітря з частковою рециркуляцією: 1 - втулковий клапан для регулювання кількості зовнішнього повітря; 2 і 15 - перша і друга ступеню калориферів першого підігрівання; 3 - канал для подачі збільшеного об'єму зовнішнього повітря; 4 - витяжний вентилятор; 5 - вихлопний канал для викиду повітря назовні; 6, 7, 10, 14 і 16 - втулкові клапани; 8 - обхідний канал; 9 - калорифер другого підігрівання; 11 - фільтр; 12 - насос; 13 - промивна камера

2.5.2 Системи центральні і місцеві

У центральних системах кондиціонування постачання декількох, іноді багатьох, приміщень приготованим повітрям виробляється з

одного центрального вузла, зовнішнього по відношенню до обслуговуваних приміщень. Для того, щоб мати можливість здійснювати різні процеси обробки повітря, залежні від пори року і умов використання приміщень, до центрального вузла приготування повітря подається тепло- і холодоносії. Останнім найчастіше являється холодна вода. До цього ж вузла підводиться електроенергія.

Схема центральної системи кондиціонування, обслуговуючої декілька приміщень, приведена на рис. 2.37.

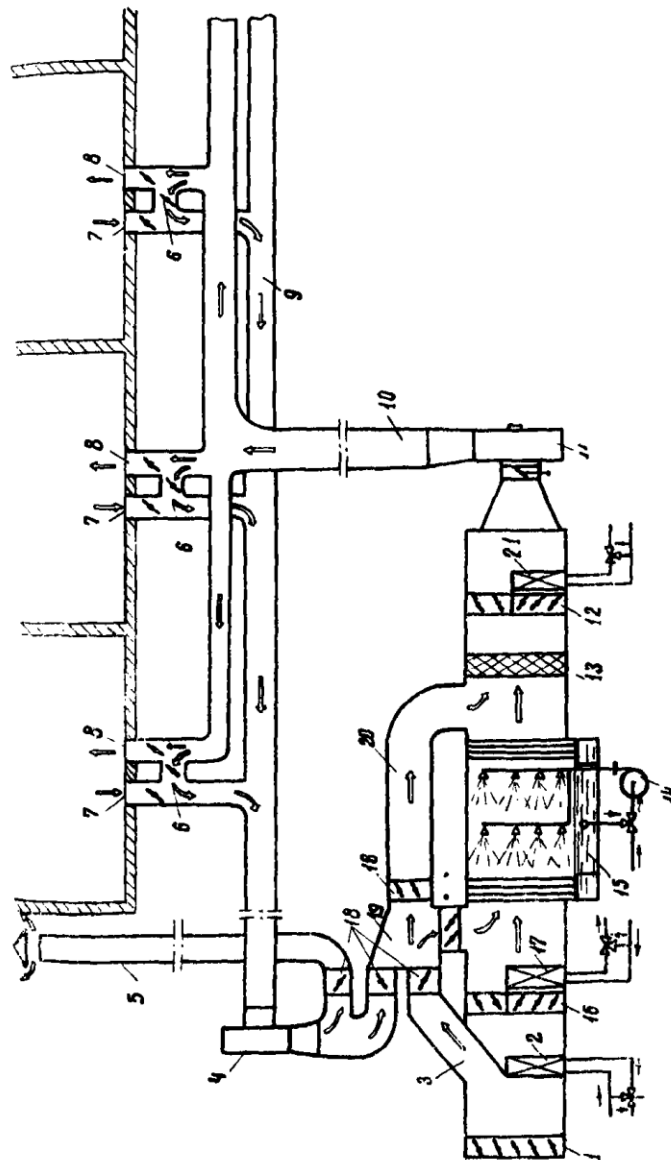


Рисунок 2.37 - Схема центральної системи кондиціонування повітря декількох приміщень

Схема центральної системи кондиціонування повітря складається з наступних елементів: 1 - клапана зовнішнього повітря, що утеплює; 2 і 17 - першого і другого ступеню калориферів першого

підігрівання; 7 - каналу для подачі збільшеного об'єму зовнішнього повітря; 4 - витяжного вентилятору; 5 - вихлопної шахти; 6, 7 і 8 - стулкових клапанів для регулювання кількості припливного повітря, що рециркулює і пропускається в обхід; 9 - рециркуляційних каналів; 10 - припливних каналів; 11 - припливних вентиляторів; 12 і 16 - здвоєних стулкових клапанів; 13 - фільтру; 14 - насосу; 15 - промивної камери; 18 - стулкових клапанів; 19 - розподільної камери; 20 - обхідного каналу; 21 - калориферу другого підігрівання.

Природно, що такі системи можуть застосовуватися в тих випадках, коли в усі приміщення об'єкту допустимо подавати повітря однакових параметрів, виконуючи загальне регулювання на виході повітря з вузла повітроприготування.

Якщо вимагається подавати в окремі приміщення або групи приміщень повітря з різними параметрами, створюються зональні системи. У зональних системах передбачається додаткова обробка повітря, що поступає з центрального вузла приготування. Ця додаткова обробка може здійснюватися в одному кондиціонері для декількох приміщень або для окремого приміщення (рис. 2.38).

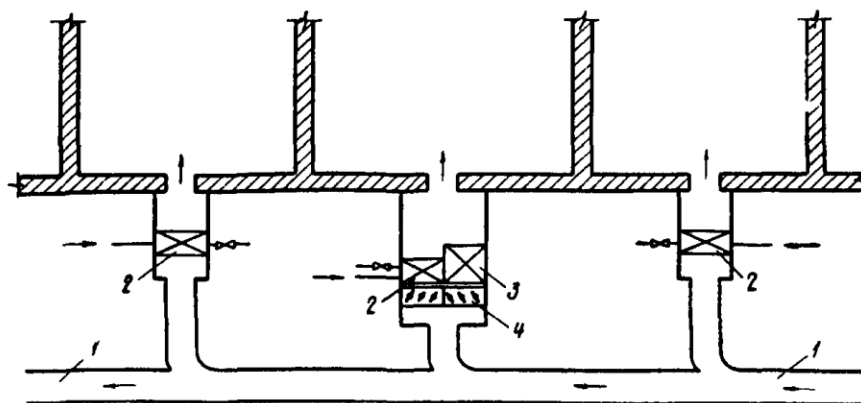


Рисунок 2.38 - Схема системи кондиціонування повітря з місцевими доводниками: 1 - припливний повітровід від центрального кондиціонера; 2 - калорифер; 3 - повітроохолоджувач; 4 - здвоєний стулковий клапан

Щоб мати можливість забезпечувати різні приміщення повітрям з різними параметрами, нерідко влаштовують двоканальні або двотрубні системи кондиціонування повітря (рис. 2.39). У цих системах найчастіше готується повітря різних станів (наприклад, підігрітий і охолоджений) в двох центральних кондиціонерах, який за допомогою роздільних мереж повітроводів підводиться до

приміщень. Встановивши за допомогою регулювальних пристроїв необхідні пропорції суміші, можна отримати необхідні параметри повітря.

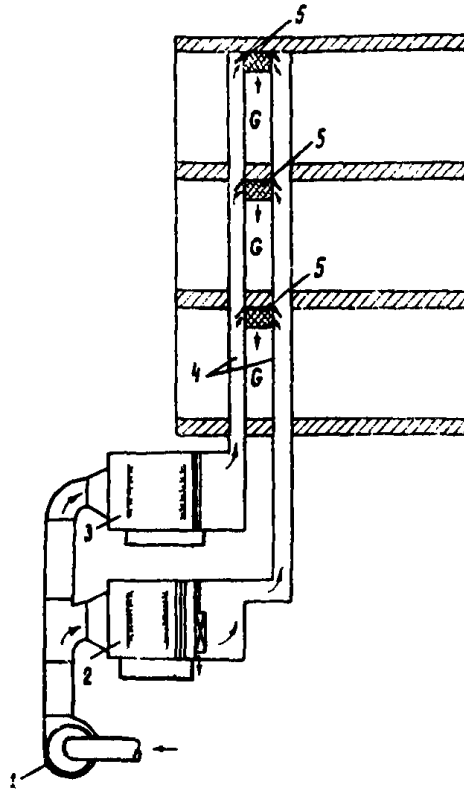


Рисунок 2.39 - Двоканальна система кондиціонування повітря: 1 - вентилятор; 2 і 3 - кондиціонери з різним параметрами повітря, що виходить; 4 - розводящі повітроводи; 5 - змішувальні пристрої

Двоканальну систему можна застосувати і тоді, коли до приміщень об'єкту пред'являються різні вимоги з точки зору їх забезпечення зовнішнім повітрям. В цьому випадку один з кондиціонерів може працювати за прямоточним принципом, а інший - по рециркуляційному. Виходить як би дві центральні системи кондиціонування повітря : прямоточна та рециркуляційна.

Нині, окрім звичайних центральних систем кондиціонування повітря, виконуються системи високого тиску, або високонапірні, які набули досить широкого поширення в суднобудуванні; ними обладналися пасажирські і вантажні судна.

Знаходять застосування ці системи і в громадських будівлях підвищеної поверховості.

Дуже часто застосовується варіант системи високого тиску з ежекційними доводниками, встановленими в місцях випуску повітря з системи і що дозволяють здійснювати рециркуляцію за рахунок

підсосу повітря з приміщення (рис. 2.40). Ежекційний доводник конверторного типу показаний на рис. 2.41.

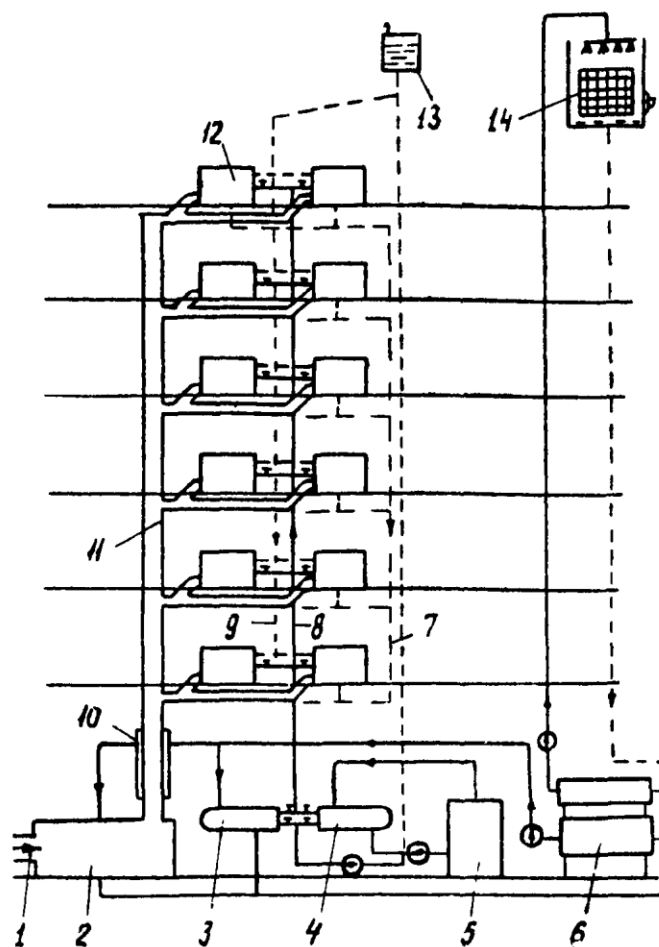


Рисунок 2.40 - Схема високонапірної системи кондиціонування повітря з місцевими ежекційними доводниками:
 1 - канал зовнішнього повітря; 2 - кондиціонер; 3 - водоохолоджувач; 4 - водонагрівач; 5 - котел; 6 - холодильна машина; 7 - трубопровід для відведення конденсату; 8 і 9 - що подає і зворотний трубопроводи для холодної або теплої води; 10 - глушник шуму; 11 - припливний канал; 12 - ежекційний доводник конверторного типу; 13 - розширювальна посудина; 14 - градирня

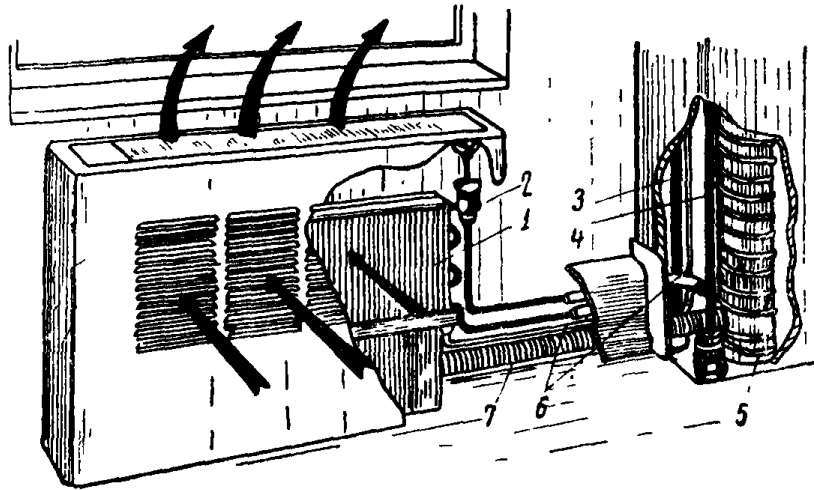


Рисунок 2.41 - Ежекційний доводник конверторного типу : 1 - теплообмінник; 2 - регулювальний кран; 3 і 4 - що подає і зворотний трубопроводи для холодної і теплої води; 5 - магістральний канал високого тиску; 6 - труба для відведення конденсату; 7 - канал для підведення

Окрім ежекційних доводників, що передбачають додаткову обробку повітря, використовуються ежекційні розподільники повітря, що не мають пристроїв для обробки повітря.

Отже, центральні системи кондиціонування повітря можуть бути підрозділені на наступні різновиди: без додаткової обробки повітря для окремих приміщень і груп приміщень і з додатковою обробкою в зональних кондиціонерах-доводниках і в місцевих доводниках (зональні системи); одноканальні і двоканальні системи; низьконапірні і високонапірні системи.

У місцевих системах кондиціонування повітря створення в приміщенні необхідних параметрів виробляється за допомогою апаратів (місцевих кондиціонерів), що встановлюються, як правило, в самому приміщенні. На рис. 2.42 представлена схема будови місцевого кондиціонера, що дозволяє забирати зовнішнє повітря і здійснювати часткову рециркуляцію повітря з приміщення.

На рис. 2.43 показана будова місцевого кондиціонера, що працює тільки на рециркуляційному повітрі. Цей варіант будови місцевих кондиціонерів часто використовується при установці центральних систем кондиціонування повітря для додаткової обробки повітря в окремих приміщеннях, наприклад у разі, коли до центральної системи приєднані приміщення з приблизно рівними

тепловиділеннями і окремі приміщення з тепловиділеннями, що значно перевищують середній рівень.

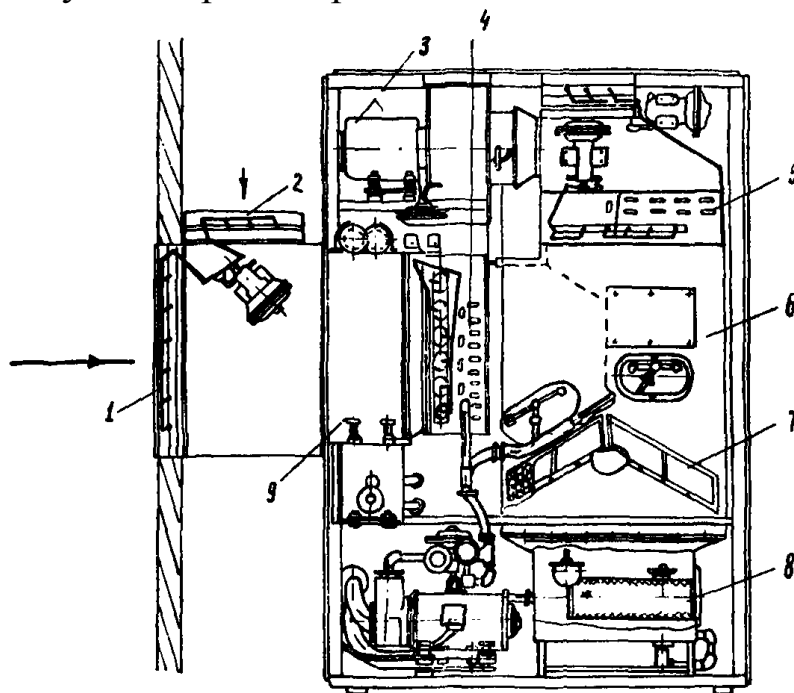


Рисунок 2.42 - Схема місцевого кондиціонера з частковою рециркуляцією повітря : 1 - клапан зовнішнього повітря; 2 - клапан рециркуляційного повітря; 3 - вентилятор; 4 - калорифер першого підігрівання; 5 - калорифер другого підігрівання; 6 - промивна камера; 7 - зрошувачі повітряоохолоджувачі; 8 - фільтр; 9 - масляний фільтр, що самоочищається

2.5.3 Системи кондиціонування повітря різної міри автономності

Для роботи системи кондиціонування повітря потрібне постачання відповідних апаратів електроенергією і теплом. Крім того, від деяких пристроїв слід передбачити відведення теплоти. Це відведення теплоти нерідко називають постачанням холодом.

Повністю автономних систем кондиціонування повітря немає, оскільки постачання електроенергією виробляється завжди від зовнішнього по відношенню до системи джерела.

Постачання системи кондиціонування повітря теплом здійснюється двома способами: 1) теплота подається разом з теплоносієм (зазвичай гарячою водою) ззовні - від котельної або

ТЕЦ; 2) використовується підігрівання повітря в електронагрівних елементах. В останньому варіанті маємо автономну по теплоті систему кондиціонування.

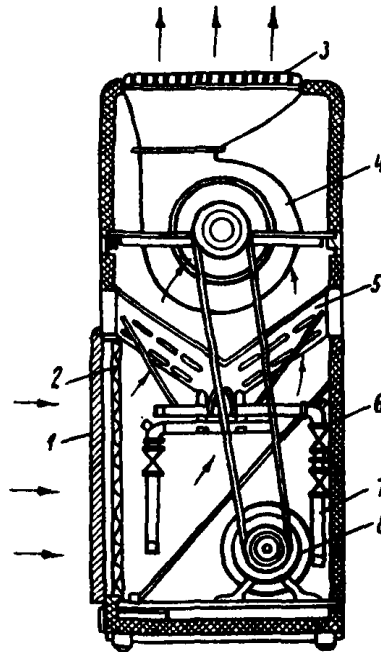


Рисунок 2.43 - Схема місцевого кондиціонера з повною рециркуляцією повітря : 1 - повітрязабірні ґрати; 2 - масляний фільтр; 3 - проточні ґрати; 4 - відцентровий вентилятор; 5 - теплообмінник з латунних трубок; 6 - корпус; 7 – водоподавальна труба; 8 – електродвигун

Відносно автономності систем кондиціонування повітря по холоду слід сказати, що вони діляться на системи, що використовують кондиціонери, укомплектовані холодильними машинами, які виробляють холод, необхідний для основних процесів обробки повітря, і системи, що забезпечуються середовищем, що охолоджує повітря (найчастіше холодною водою) ззовні.

Враховуючи особливу важливість процесів охолодження повітря, прийнято називати кондиціонери, що включають холодильні машини, автономними, хоча міра автономності у різних типів кондиціонерів зі вбудованими холодильними машинами різна.

Якщо для відведення теплоти від конденсатора холодильної машини використовується вода, автономність кондиціонера по холоду обмежена. Для роботи такого кондиціонера необхідно

передбачити постачання його водою із зовнішнього джерела і відведення води в каналізацію.

Якнайповнішу міру автономності по холоду мають місцеві кондиціонери віконного або підвіконного типу, у яких конденсатор холодильної машини розташовується зовні та омивається атмосферним повітрям, що знімає тепло.

Нині промисловістю випускається декілька типів місцевих кондиціонерів, укомплектованих холодильними машинами.

На рис. 2.44 представлений кондиціонер, що має конденсатор з водяним охолодженням і вимагає підведення і відведення води. На рис. 2.45 зображений кондиціонер, що має більшу автономність завдяки встановленому в нім конденсатору повітряного охолодження.

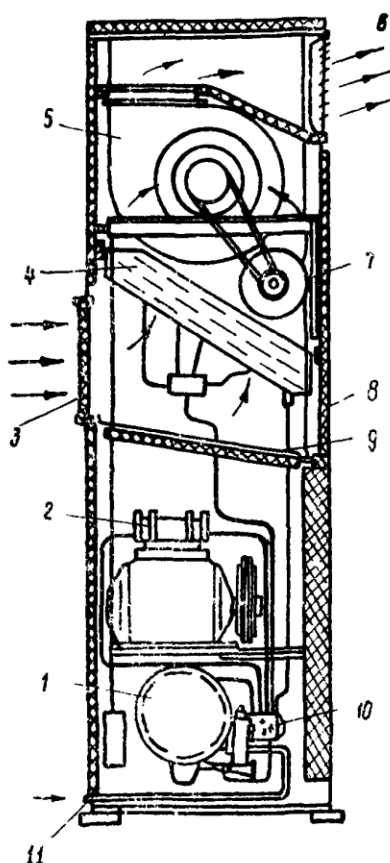


Рисунок 2.44 - Кондиціонер з водяним охолодженням: 1 - водяний конденсатор; 2 - фреоновий компресор; 3 - повітрязабірні ґрати; 4 - поверхневий теплообмінник; 5 - відцентровий вентилятор; 6 - проточні ґрати; 7 - електродвигун вентилятора; 8 - корпус; 9 - піддон; 10 - електродвигун компресора; 11 - водоподавальна труба

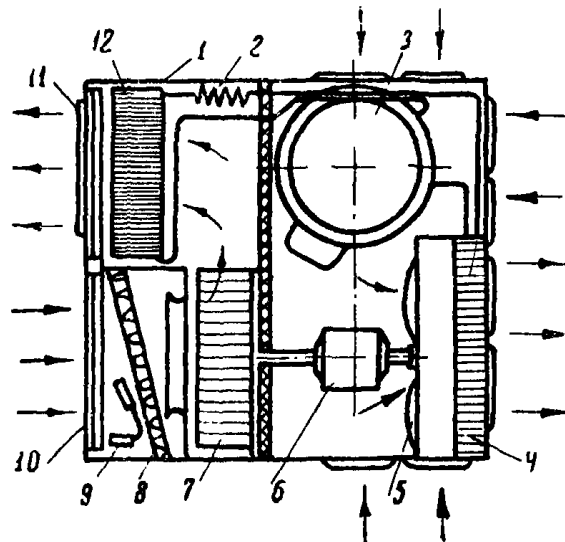


Рисунок 2.45 - Кондиціонер з повітряним охолодженням: 1 - корпус; 2 - капілярна трубка; 3 - фреоновий компресор; 4 - повітряний конденсатор; 5 - осьовий вентилятор конденсатора; 6 - електродвигун вентилятора; 7 - відцентровий вентилятор випарника; 8 - фільтр; 9 - терморегулятор повітря; 10 - повітрозабірні ґрати; 11 - припливні ґрати; 12 - пластинчатий теплообмінник

2.5.4 Системи кондиціонування повітря з агрегованими і неагрегованими кондиціонерами

Сучасні системи кондиціонування (центральні і місцеві) виконуються переважно з кондиціонерами, які укомплектовані усіма необхідними для обробки повітря апаратами, зібраними в одному агрегаті. На рис 2.46 показаний загальний вигляд центрального кондиціонера, виконаного за цим принципом. До агрегованих кондиціонерів відносяться і усі місцеві кондиціонери, що випускаються зараз.

Проте можливе виконання системи кондиціонування повітря, у якій приготування повітря виробляється в декількох самостійних апаратах.

Вибір тієї або іншої системи кондиціонування залежить від ряду чинників і визначається, так само як і вибір системи вентиляції, конкретними умовами будівництва та експлуатації.

Як правило, потрібно прагнути до застосування центральних систем кондиціонування повітря. Усі випадки, коли доводиться

удаватися до пристрою місцевих систем, мають бути належним чином обґрунтовані.

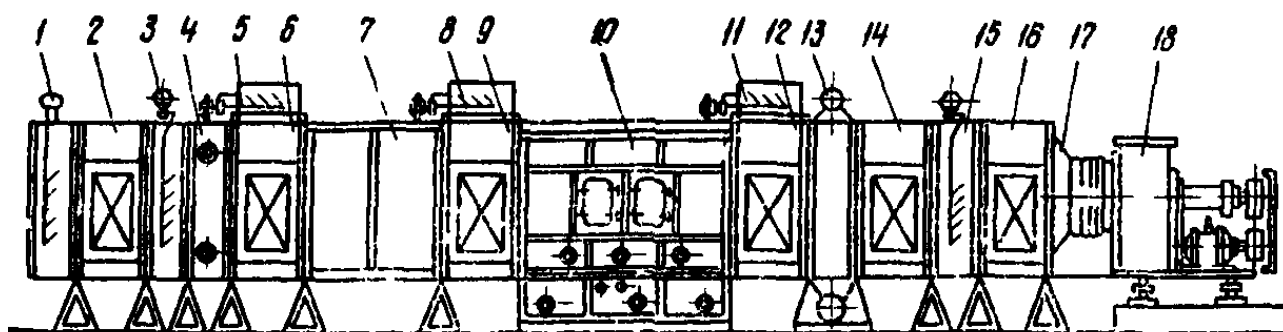


Рисунок 2.46 - Схема центрального горизонтального кондиціонера з типових секцій: 1 - приймальний клапан; 2, 14 і 16 - проміжні камери; 3 - здвоєний клапан; 4 - секція підігрівання; 5, 8 і 11 - прохідні клапани; 6, 9 і 12 - камери змішувачів; 7 - поворотна секція; 10 - промивна камера; 13 - масляний фільтр, що самоочищається; 15 - секційний здвоєний клапан; 17 - перехідна секція; 18 - установка вентилятора

Слідуює, проте, помітити, що іноді використання місцевих систем свідомо прийнятніше. Так, за наявності в спорудженні різного технологічного тепловиділяючого устаткування, що працює різночасно, зазвичай доцільніше застосовувати місцеві системи.

Досить часто найбільший ефект дає спільне використання центральних систем кондиціонування і місцевих кондиціонерів, що встановлюються в приміщеннях, що відрізняються специфічністю тепловологісних навантажень, вимог до параметрів повітряного середовища і іноді часом їх використання по відношенню до основних приміщень.

У деяких будівлях і спорудах слід віддавати перевагу так званим зональним системам кондиціонування.

У разі застосування таких систем приміщення споруди групуються по зонах, кожна з яких характеризується певною середньою величиною питомого тепловологісного навантаження (кількістю теплоти, що доводиться на одиницю об'єму або площі приміщення), технологічними особливостями і місцем розташування

приміщень в загальному об'ємно-планувальному рішенні споруди. У кожній з таких зон передбачається та або інша з розглянутих систем кондиціонування повітря.

2.6 Основне устаткування систем кондиціонування

Найбільш великий клас холодильних машин базується на компресійному циклі охолодження, основними конструктивними елементами якого є - **компресор, випарник, конденсатор і регулювальник потоку** (капілярна трубка), **сполучені трубопроводами** і що є замкнутою системою, в якій циркуляцію холодагенту (фреону) здійснює компресор.

По своєму конструктивному виконанню компресори, використовувані в холодильних машинах, можуть бути розділені на дві основні категорії: поршневі; ротаційні, спіральні, гвинтові.

Принципова відмінність ротаційних, спіральних і гвинтових компресорів від поршневих полягає в тому, що всмоктування і стискування холодагенту здійснюється не за рахунок зворотно-поступального руху поршнів в циліндрах, а за рахунок обертального руху робочих органів, відповідно пластин, спіралей і гвинтів.

Найбільшого поширення набули **поршневі компресори** (рис. 2.47, в). Схема роботи такого компресора показана на рис. 2.47, а-б.

При русі поршня (3) вгору по циліндру компресора (4) холодагент стискується. Поршень переміщається електродвигуном через колінчастий вал (6) і шатун (5).

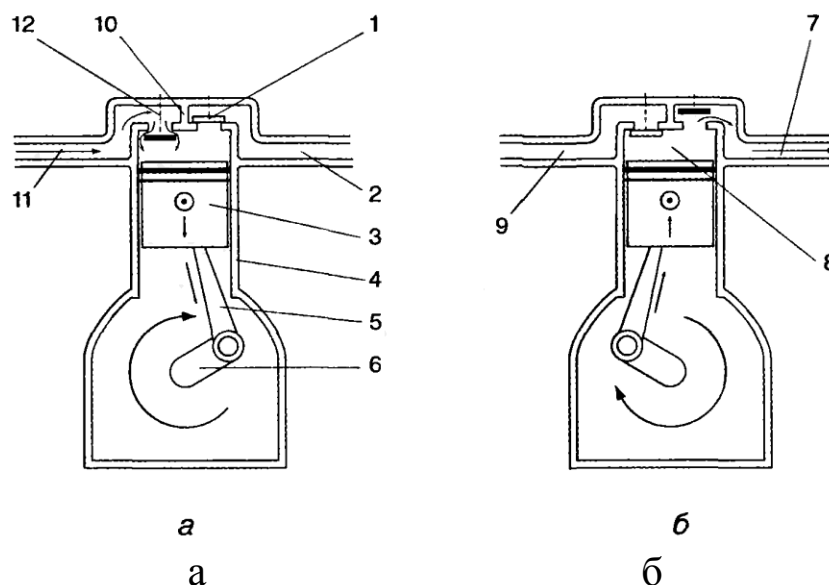
Під дією тиску пари відкриваються і закриваються всмоктуючі і випускні клапани компресора холодильної машини.

На рис. 2.47,а показана фаза всмоктування холодагенту в компресор. Поршень починає опускатися вниз від верхньої точки, при цьому в камері компресора створюється розрідження і відкривається впускний клапан (12). Пароподібний холодагент низької температури і низького тиску потрапляє в робочий простір компресора.

На рис. 2.47,б показана фаза стискування пари та його виходу з компресора. Поршень піднімається вгору і стискує пару. При цьому відкривається випускний клапан компресора (1) і пар під високим тиском виходить із компресора.

Поршневі компресори виробляються в різних модифікаціях, залежно від типу конструкції і від типу електродвигуна розрізняють

компресори: герметичні, напівгерметичні, відкриті.

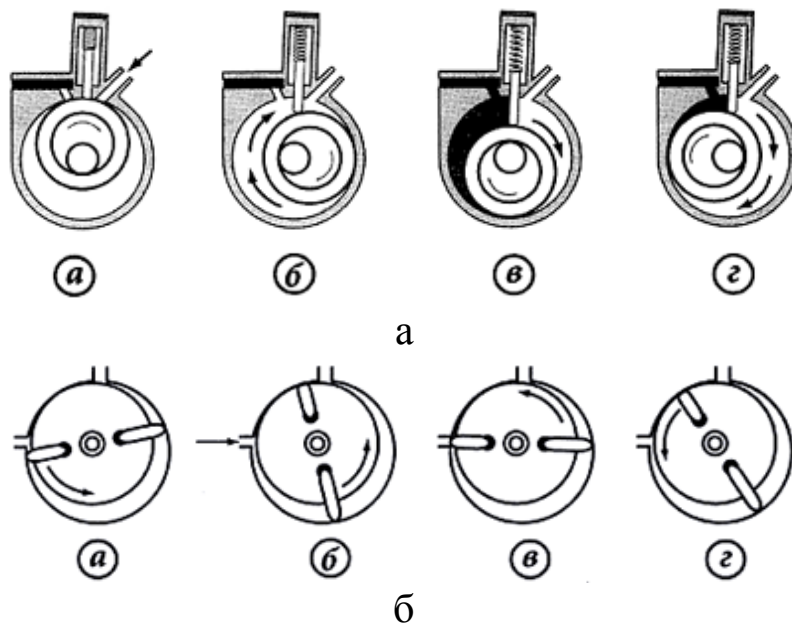


В

Рисунок 2.47 - Поршневий компресор : 1 - випускний клапан; 2 - лінія нагнітання до конденсатора; 3 - поршень; 4 - циліндр; 5 - шатун; 6 - колінчастий вал; 7 - тиск нагнітання; 8 - тиск в циліндрі; 9 - тиск всмоктування; 10 - голівка клапанів; 11 - лінія всмоктування від випарника; 12 - впускний клапан

Принцип роботи **ротаційних компресорів** обертання заснований на всмоктуванні і стискуванні газу при обертанні пластин. Їх перевага перед поршневими компресорами полягає в низьких пульсаціях тиску і зменшенні струму при запуску. Існують дві модифікації ротаційних компресорів: **із стаціонарними пластинами; з пластинами, що обертаються.**

Компресор із стаціонарними пластинами (рис. 2.48, а: а - заповнення газом наявного простору; б - початок стискування і початок всмоктування; в - продовження стискування і всмоктування; г - завершення стискування і остаточне заповнення газом існуючого простору), в якому холодагент стискується за допомогою ексцентрика, встановленого на ротор двигуна. При обертанні ротора ексцентрик котиться по внутрішній поверхні циліндра компресора, і пара холодагенту, що знаходиться перед ним, стискується, а потім виштовхується через випускний клапан компресора. Пластини розділяють області високого і низького тиску пари холодагенту усередині циліндра компресора.



в

Рисунок 2.48 - Ротаційний компресор: а - із стаціонарними пластинами; б - з пластинами, що обертаються; в - зовнішній вигляд ротаційного компресора

Компресор з пластинами, що обертаються (рис. 2.48, б: а - заповнення газом наявного простору; б - початок стискування і початок всмоктування; в - завершення стискування і всмоктування; г - початок всмоктування і початок стискування), в якому холодоагент стискується за допомогою пластин, закріплених на роторі, що обертається. Вісь ротора зміщена відносно осі циліндра компресора. Краї пластин щільно прилягають до поверхні циліндра, розділяючи області високого і низького тиску. На (рис. 2.48, а-б) показано цикл всмоктування і стискування пари.

Спіральні компресори застосовуються в холодильних машинах малої і середньої потужності. Такий компресор складається з двох сталевих спіралей, які вставлені одна в іншу і розширюються від центру до краю циліндра компресора (рис. 2.49). Внутрішня спіраль нерухомо закріплена, а зовнішня обертається навколо неї.

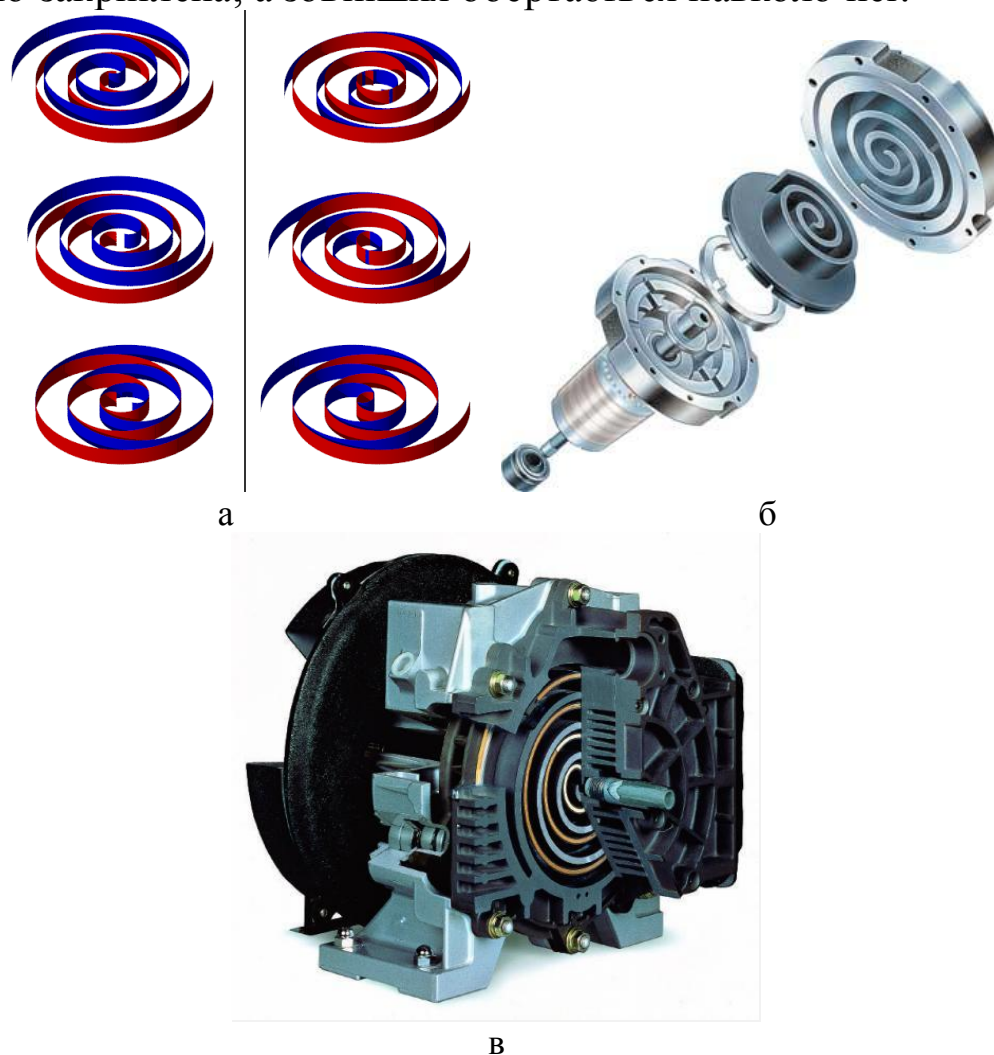


Рисунок 2.49 - Спіральний компресор: а – схема роботи спірального компресору; б – конструкція робочого органу; в - зовнішній вигляд у розрізі спірального компресору

Спіралі мають особливий профіль (евольвента), що дозволяє перекинутися без прослизання. Рухлива спіраль компресора встановлена на ексцентриці і перекинується по внутрішній поверхні іншої спіралі. При цьому точка дотику спіралей поступово переміщається від краю до центру. Пари холодагенту, торкання, що знаходяться перед лінією, стискаються, і виштовхуються в центральний отвір в кришці компресора. Точки дотику розташовані на кожному витку внутрішньої спіралі, тому пари стискаються плавніше, меншими порціями, чим в інших типах компресорів.

Пари холодагенту поступають через вхідний отвір в циліндричній частині корпусу, охолоджують двигун, потім стискаються між спіралями і виходять через випускний отвір у верхній частині корпусу компресора.

Гвинтові компресори. У холодильних машинах великої потужності (150 - 3500 кВт), наприклад, чилерах, застосовуються гвинтові компресори (рис. 2.50) двох модифікацій: з **одинарним** або **подвійним гвинтом**.

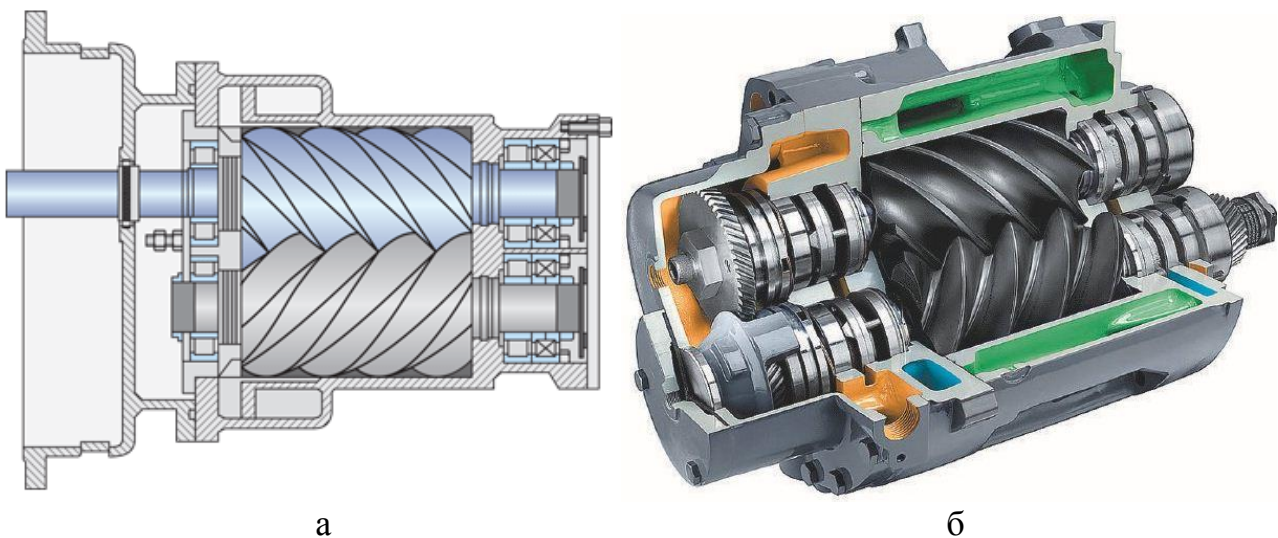


Рисунок 2.50 - Гвинтовий компресор: а – схема роботи гвинтового компресору; б – конструкція робочого органу; в - зовнішній вигляд у розрізі спірального компресору

Моделі з одинарним гвинтом мають одну або дві шестерні-сателіти, приєднані до ротора з боків. Стискування пари холодагенту відбувається за допомогою роторів, що обертаються в різні боки. Їх обертання забезпечує центральний ротор у вигляді гвинта. Пари холодагенту поступають через вхідний отвір компресора,

охолоджують двигун, потім потрапляють в зовнішній сектор шестерінок роторів, що обертаються, стискаються і виходять через ковзаючий клапан у випускний отвір. Гвинти компресора повинні прилягати герметично, тому використовується змащуюче масло. Згодом масло відділяється від холодагенту в спеціальному сепараторі компресора.

Моделі з подвійним гвинтом відрізняються використанням двох роторів - основного і приводного. Гвинтові компресори не мають впускних і випускних клапанів. Всмоктування холодагенту постійно відбувається з одного боку компресора, а його випуск - з іншого боку.

Конденсатор є теплообмінним апаратом, який передає теплову енергію від холодагенту до довкілля, найчастіше воді або повітря.

Теплота, що виділяється, відводиться навколишнім повітрям (конденсатори з повітряним охолодженням) або рідиною (конденсатори з водяним охолодженням).

Найбільшого поширення набули конденсатори з **повітряним охолодженням** (рис. 2.51), які складаються з теплообмінника і блоку вентилятора з електродвигуном.

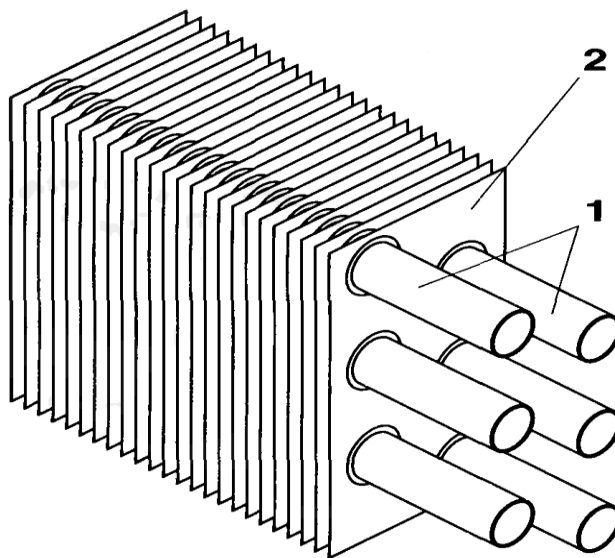


Рисунок 2.51 - Схема конденсатора з повітряним охолодженням:
1 - мідна трубка; 2 - обребрення

Теплообмінник зазвичай виготовляється з мідних трубок діаметром від 6 мм до 19 мм, як правило, з обребренням. Відстань між ребрами зазвичай складає 1,5-3 мм.

Мідь легко піддається обробці, не схильна до окислення і має високі показники теплопровідності. Вибір діаметру трубок залежить від великої кількості чинників: легкості обробки, втрат тиску в лінії

холодагенту, втрат тиску з боку повітряного середовища, що охолоджує, і так далі. Нині спостерігається тенденція використання трубок малого діаметру.

Конденсатори з **водяним охолодженням** по своєму конструктивному виконанню підрозділяються на наступні основні групи (рис. 2.52): **кожухотрубні**; конденсатори типу «**труба в трубі**»; **пластинчаті** конденсатори.

Конденсатори першої групи найчастіше використовуються на установках середньої і великої потужності, інші ж - на установках середньої і малої потужності.

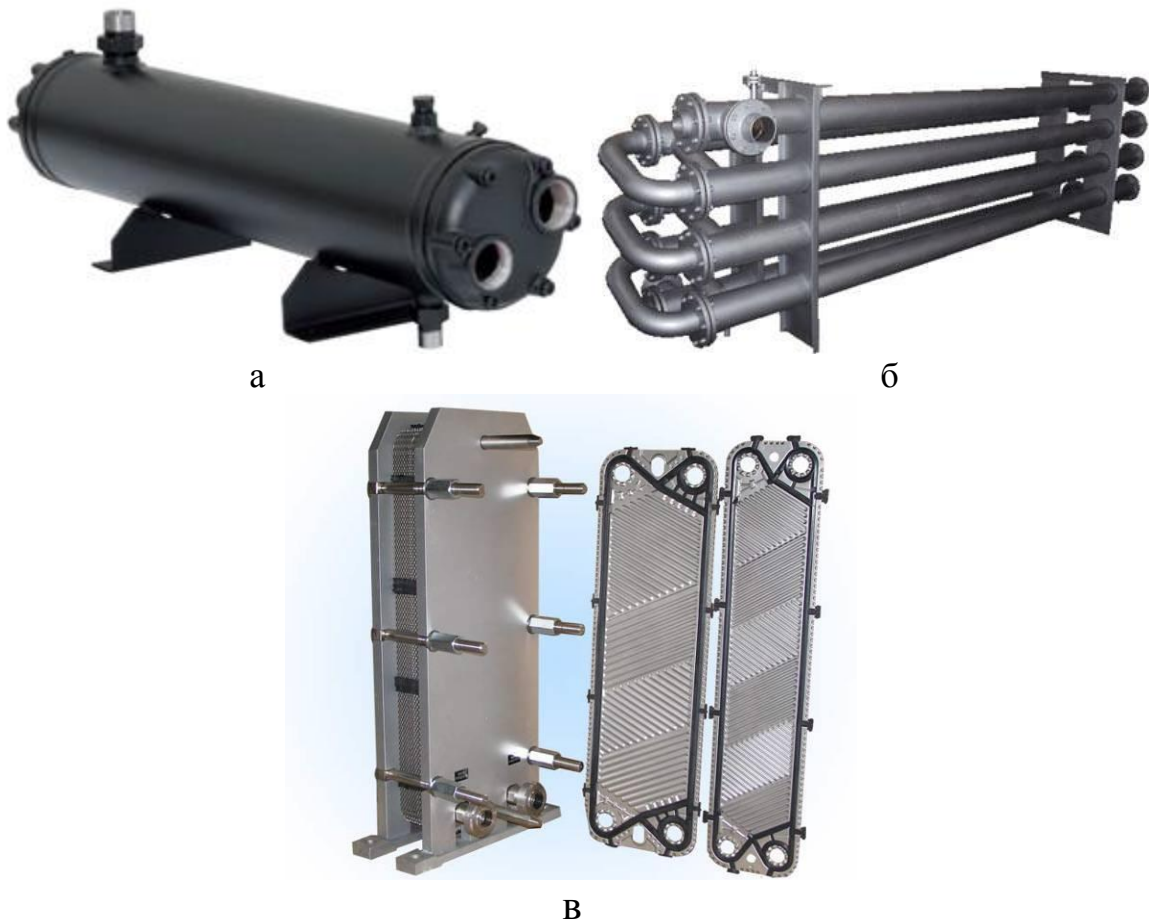


Рисунок 2.52 – Типи конденсаторів з водяним охолодженням: а - кожухотрубний; б - «труба в трубі»; в - пластинчатий конденсатор

Кожухотрубні конденсатори (рис. 2.52, а) виконуються у вигляді сталевих циліндричних кожухів, з обох кінців якого приварені сталеві трубні ґрати. У них запресовуються мідні трубки. До трубних ґрат кріпляться голівки з входними і вихідними патрубками для підключення до системи водяного охолодження.

У верхній частині кожуха розташовується патрубок підведення гарячого пароподібного холодагенту, що поступає від компресора. У нижній частині встановлений патрубок відведення рідкого холодагенту. Гарячий пароподібний холодагент омиває трубки і заповнює вільний простір між трубками і кожухом. Холодна вода подається по трубках знизу і виходить через верхню частину кожуха. Гарячий пароподібний холодагент стикається з трубками, по яких циркулює холодна вода, остигає, конденсується і скупчується на дні конденсатора. Вода, поглинаючи теплоту від холодагенту, виходить з конденсатора з вищою температурою, ніж на вході.

Конденсатори типу «**труба в трубі**» (рис. 2.52, б) представлені у вигляді спіралі трубкою, всередині якої співвісно розташована інша трубка. Холодагент може переміщатися по внутрішній трубці, а рідина, що охолоджує, - по зовнішній, або навпаки.

Уся конструкція може бути виконана з міді, або внутрішня трубка може бути мідною, а зовнішня - сталевий.

Як зовнішня, так і внутрішня поверхні трубки можуть мати обребрення, що збільшує ефективність теплопередачі. Два потоки рідин рухаються один назустріч одному. Вода поступає знизу і виходить згори, холодагенту переміщається в протилежному напрямі.

Цей тип конденсаторів використовується в автономних установках кондиціонування повітря і установках для охолодження води малої потужності.

Пластинчаті конденсатори (рис. 2.52, в) відрізняються тим, що циркуляція рідин відбувається між пластинами з нержавіючої сталі, розташованими «ялиночкою».

Всередині теплообмінника створюються два незалежні контури циркуляції (холодагенту і води, що охолоджує), рухомих один назустріч одному. Пластинчаті теплообмінники мають дуже високі теплотехнічні характеристики, що зумовило їх велике поширення в установках середньої і малої потужності. Висока ефективність цих теплообмінників поєднується з компактними розмірами і малою масою, невеликими перепадами температур між двома рідинами, що підвищує ефективність установки, меншою кількістю необхідного холодагенту.

Пластинчаті теплообмінники використовуються як конденсатори, так і як випарники.

Випарники служать для охолодження робочого середовища - повітря або води. Відповідно ці теплообмінники підрозділяються на

випарники для охолодження води або рідин, що містять антифриз, і для охолодження повітря.

Випарники для охолодження рідин представлено пластинчатими та кожухотрубними випарниками, які мають ті ж характеристики, що і аналогічні конденсатори, опис яких був приведений раніше.

Повітряні випарники є теплообмінниками з одним або декількома рядами мідних трубок з алюмінієвим обребренням аналогічно повітряним конденсаторам.

Холодоагент циркулює всередині трубок, охолоджуване повітря - між пластинами (ребрами). Характеристики трубок і пластин аналогічні повітряним конденсаторам.

Вентилятори забезпечують обдування повітрям конденсаторів і випарників.

Обдування конденсаторів з повітряним охолодженням, встановлених на відкритому місці, виконується, як правило, вентиляторами осьового типу, що забезпечують необхідну витрату повітря, що охолоджує, при малому натиску.

Вентилятор зазвичай працює на всмоктування, оскільки при цьому повітря перед теплообмінником не нагрівається від вентилятора і електродвигуна. Крім того, таке розміщення дозволяє створити більш рівномірний потік повітряного струменя.

У тих випадках, коли конденсатор встановлюється в приміщенні і повітря від конденсатора доводиться викидати на вулицю через повітроводи, використовуються відцентрові вентилятори, що забезпечують вищий натиск.

Регулювальник потоку служить для дозованої подачі рідкого холодагенту з області високого тиску (від конденсатора) в область низького тиску (до випарника).

Найпростішим регулювальником потоку є згорнута в спіраль тонка довга трубка, звана капілярною трубкою, діаметром 0,6-2,25 мм різної довжини.

Капілярні трубки найширше застосовуються в кондиціонерах спліт-систем малої потужності. Це обумовлено їх низькою вартістю, простотою конструкції і надійністю в експлуатації.

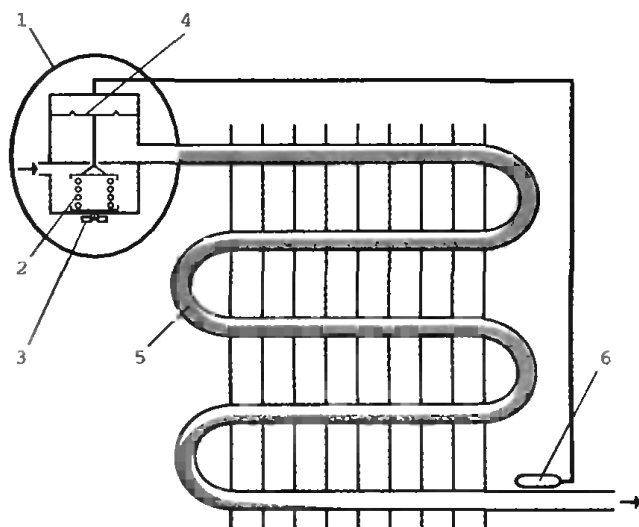
Капілярна трубка надійно функціонує як в умовах постійного навантаження (постійних тисків нагнітання і всмоктування), так і на перехідних режимах.

Проте в експлуатації бувають випадки зміни навантаження випарника або коливання тиску нагнітання компресора, які можуть

привести до недостатнього або надлишкового живлення випарника холодоагентом. Це пов'язано з тим, що витрата холодагенту через трубку залежить тільки від перепаду тисків на трубці.

У потужніших установках застосовується **терморегулюючий вентиль** (ТРВ), який регулює подачу холодагенту у випарник так, щоб підтримувати заданий тиск випару і перегрівання у випарнику при зміні умов роботи холодильної машини.

На рис. 2.53 показана схема ТРВ з внутрішнім зрівнюванням для холодильних машин малої і середньої потужності.



а



б

Рисунок 2.53 – ТРВ з внутрішнім зрівнюванням: а – схема підключення, б – зовнішній вигляд

Витрата холодагенту через ТРВ визначається прохідним перерізом регулюючого клапана.

На регулюючу мембрану (4) впливає зусилля пружини (2) і тиск за клапаном (тиск випару), спрямовані на закриття клапана. Над мембраною (4) термобалон (6) створюється тиск, спрямований на відкриття клапана.

Термобалон кріпиться до трубопроводу на виході випарника, тому тиск в балоні і, отже, над мембраною, визначається температурою на виході випарника (чи перегріванням у випарнику).

При збільшенні температури зовнішнього повітря холодоагент починає кипіти інтенсивніше. Перегрівання холодагенту збільшується і відповідно росте температура термобалона. Збільшений тиск в балоні впливає на мембрану ТРВ і відкриває клапан, збільшуючи подачу холодагенту у випарник і відновлюючи стан рівноваги.

При зменшенні температури зовнішнього повітря процес йде у зворотний бік.

2.7 Вимоги, які пред'являються до систем вентиляції та кондиціонування повітря

Підприємства ГРГ характеризуються значним забрудненням повітря й тому, для видалення надлишкової теплоти, вологи, вуглекислого газу, парів і запахів, застосування системи вентиляції або кондиціонування є обов'язковим.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря повинні задовольняти: **санітарно-гігієнічним, технологічним, енергетичним, техніко-економічним, конструктивним, експлуатаційним, пожежної безпеки, екологічним, будівельно-монтажним і архітектурним** вимогам. Однак, на жаль, створення ідеальної системи, яка задовольнить всі вимоги, принципово неможливо. Наприклад, встановлення додаткового обладнання підвищує можливості системи, але зростає її вартість, ускладнюється ремонт тощо. Тому слід пам'ятати, що будь-яке технічне рішення, в тому числі і система вентиляції, є певним компромісом між виконанням вимог, які часто суперечать одна одній.

Для забезпечення на підприємствах ресторанного господарства необхідних **санітарно-гігієнічних параметрів** повітряного середовища в першу чергу варто створити умови, при яких ці забруднення будуть мінімальними, застосовуючи сучасні технології, сучасне обладнання та раціональне планування приміщень.

Санітарно-гігієнічні вимоги регламентують метеорологічні умови в обслуговуваному приміщенні: температуру повітря; відносну вологість повітря; швидкість руху повітря в приміщенні (рухливість повітря).

Окрім метеорологічних умов в приміщенні регламентуються:

- чистота повітря (в зоні перебування людей мають бути відсутні місцеві шкідливі і неприємні струми повітря і застійні місця, а вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК);
- зниження шуму в приміщеннях до рівня, що не турбує людей, що знаходяться в ній;
- мінімальна витрата свіжого (зовнішнього) повітря на одну людину.

Технологічні - якість внутрішнього повітря повинна задовольняти вимогам технологічних процесів, які відбуваються у приміщенні. В окремих випадках для виконання цих вимог потрібно використовувати не систему вентиляції, а систему кондиціонування повітря.

Енергетичні вимоги полягають в тому, що системи вентиляції та кондиціонування повинні виконувати свої функції з мінімальним споживанням теплової та електричної енергії.

Вибір системи вентиляції або кондиціонування або спільне їхнє застосування можна обґрунтувати лише на підставі **техніко-економічних** розрахунків. Найбільш доцільною системою вентиляції є об'єднання припливних і витяжних пристроїв у тих випадках, коли подача свіжого повітря й видалення забрудненого повинні здійснюватися організованим шляхом. Вартість самих систем та їх експлуатація повинні бути якомога нижчими.

Конструктивні вимоги передбачають сучасні ефективні способи виробництва систем вентиляції та кондиціонування. Мінімально можливі затрати праці під час експлуатації передбачають експлуатаційні вимоги.

Експлуатаційні вимоги:

- мала теплова інерційність системи (можливість швидкого перемикавання з режиму охолодження на обігрів і навпаки);
- забезпечення індивідуального регулювання температури і вологості повітря в кожному приміщенні;
- простота і зручність обслуговування і при необхідності ремонту;
- мінімальна потреба в обслуговуванні і ремонті;
- зосередження устаткування, що вимагає обслуговування у мінімальній кількості техприміщень;
- взаємне блокування систем кондиціонування, тобто при зупинці одного кондиціонера інший повинен забезпечити не менше 50% необхідного повітрообміну.

Вимогами **пожежної безпеки** передбачається унеможливлення виникнення пожежі при експлуатації систем вентиляції та перекидання полум'я з одного приміщення в інше через систему вентиляції.

Робота систем вентиляції та кондиціонування не повинна забруднювати довкілля (**екологічні вимоги**).

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги:

- мінімальна потреба обладнання в площі (мала маса і габарити, що дуже важливо при реконструкціях);
- дизайн (ув'язка елементів систем кондиціонування з інтер'єром приміщень);
- простота монтажу (найменші витрати часу і праці на монтаж і введення установок в експлуатацію);
- можливість будівництва і введення систем в експлуатацію по етапах і по окремих приміщеннях, поверхах (часто ця проблема виникає при реконструкціях або з економічних причин);
- віброізоляція і звукоізоляція устаткування (потрібна по санітарно-гігієнічних вимогах);
- пожежна безпека і наявність засобів для запобігання поширенню диму і вогню по вентиляційних каналах (ці вимоги продиктовані охороною праці, безпекою життя людей і збереженням матеріальних цінностей).

Контрольні питання

- 1. Назвіть основні принципи розрахунку системи вентиляції?*
- 2. Викладіть методику розрахунку шкідливостей, що виділяються у торговому залі?*
- 3. Викладіть методику розрахунку шкідливостей, що виділяються у гарячому цеху?*
- 4. Назвіть за якими основними ознаками можуть бути класифіковані системи вентиляції?*
- 5. Охарактеризуйте системи з природною і механічною вентиляцією?*
- 6. Охарактеризуйте системи з припливною і витяжною вентиляцією?*
- 7. Дайте характеристику систем з місцевою і загальнообмінною вентиляцією?*
- 8. Приведіть основні групи устаткування системи вентиляції?*
- 9. Викладіть методику розрахунку системи кондиціонування?*
- 10. Приведіть основні принципи роботи холодильної машини?*
- 11. Назвіть за якими основними ознаками можуть бути класифіковані системи кондиціонування?*
- 12. Приведіть основні групи устаткування системи кондиціонування?*

РОЗДІЛ 3

ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється питанням охорони навколишнього середовища, раціональному використанню водних ресурсів. Передбачається проведення заходів щодо охорони водних джерел від виснаження та забруднення, по зростанню систем оборотного і повторного водопостачання, по розробці і створенню безстічних систем водного господарства.

Використання досягнень науково-технічного прогресу дозволить інтенсифікувати роботу систем і споруд водопостачання і каналізації, скоротити будівельні затрати і експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність праці і економити матеріальні і трудові ресурси. Тому всі ці питання залишаються актуальними і при розгляданні 3-го розділу «Водопостачання і каналізація».

Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі водоспоживачам. Вона складається із водоприймальних, водопідйомних, очисних, водонапірних і регулюючих споруд, магістральних водоводів і розподільних мереж, засобів автоматизації.

Розрізняють **поверхневі** (з відкритих водойм) і **підземні** (артезіанські та джерельні, ґрунтові) природні джерела води. Підземні джерела, розташовані на великих глибинах, зазвичай найбільш придатні для господарсько-питного водопостачання. Проте у великих і найбільших містах використання підземних джерел для цієї мети, як правило, виявляється недостатнім або економічно неприйнятним. У цих випадках не тільки для виробничого, але і для господарсько-питного водопроводу використовують поверхневі джерела.

Гаряче водопостачання використовується для підігріву води. При необхідності подачі гарячої води питної якості для технологічних потреб допускається подача гарячої води одночасно на господарсько-питні і технологічні потреби.

Не допускається з'єднання трубопроводів систем гарячого водопостачання питної якості з технологічними трубопроводами, що подають воду непитної якості, а також безпосередній контакт з технологічним устаткуванням і установками гарячої води, що подається споживачам з можливою зміною її якості.

Вода, що була використана для різних потреб в побуті або на виробництві і отримала при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні якості, називається **стічною водою**. До стічних вод відносять також атмосферні води, які відводяться з території населених пунктів та промислових підприємств.

3.1 Методика розрахунку внутрішніх водопроводів

Гідравлічний розрахунок внутрішніх водопроводів.

Водопровід - це напірна система. Вода може переміщатися в будь-якому напрямі під впливом різниці натисків, від більшого натиску до меншого натиску. При русі води в трубах відбуваються два види втрат натисків:

- лінійні втрати натиску (на прямих ділянках труб);
- місцеві втрати натиску (на поворотах, трійниках і т.д.).

Загальні (сумарні) втрати натиску складаються із суми лінійних і місцевих втрат натиску.

Втрати натиску розраховують по спеціальних гідравлічних формулах. У загальному випадку втрата натиску H , м, може бути розрахована по формулі Вейсбаха:

$$H = \xi \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (3.1)$$

де ξ - коефіцієнт гідравлічного опору;

V - середня швидкість потоку в трубі, м/с;

g - прискорення вільного падіння, м/с².

У разі прямолінійної ділянки трубопроводу коефіцієнт гідравлічного опору ξ розраховується:

$$\xi = \frac{\lambda \cdot l}{d}, \quad (3.2)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя;

l - довжина ділянки труби, м;

d - внутрішній діаметр труби, м.

Водопроводи зазвичай працюють в умовах турбулентного режиму течії. Тому коефіцієнт гідравлічного тертя λ може бути визначений по формулі Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}, \quad (3.3)$$

де Re - число Рейнольдса;

Δ - абсолютна шорсткість стінок трубопроводу. Наприклад, для старих сталевих труб $\Delta \approx 1,5$ мм.

Число Рейнольдса Re для напірних трубопроводів розраховують за формулою:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu_e}, \quad (3.4)$$

де ν_e - кінематична в'язкість води, м²/с.

Наступним кроком гідравлічного розрахунку є визначення лінійних втрат натиску на кожній розрахунковій ділянці.

Місцеві втрати натиску можна визначати як долю лінійних втрат натиску.

Загальна втрата натиску на кожній ділянці трубопроводу холодного водопостачання може бути визначена за формулою:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \quad (3.5)$$

де i - гідравлічний ухил (безрозмірний), може бути знайдений, наприклад, по таблицях Шевелєва;

l - довжина ділянки трубопроводу, м;

k_l - коефіцієнт, що враховує долю місцевих втрат натиску.

Наприклад, для господарсько-питного водопроводу В1 можна прийняти $k_l = 0,3$.

У зовнішніх мережах водопроводу є гарантований натиск H_g . Його величина має бути не менше 10 м і не більше 60 м, вважаючи від верху водопровідної труби. Зазвичай в містах гарантований натиск знаходиться в межах 20-30 м водяного стовпа. Для водопостачання малоповерхових будівель часто вистачає гарантованого натиску, тобто додаткове підкочування насосами не вимагається. Для багатоповерхових будівель, навпаки, потрібно перевіряти потребу в насосах, що підвищують натиск.

Наявність насосу для підвищення натиску в мережі гарантована, якщо натиск насоса має позитивне значення за формулою:

$$H_p = H_{mp} - H_g, \quad (3.6)$$

де H_{mp} - необхідний натиск для будівлі, який можна знайти як:

$$H_{mp} = H_{geom} + H_B + H_f + \sum H, \quad (3.7)$$

де H_{geom} - геометрична висота від зовнішнього трубопроводу до найвищого приладу в будівлі;

H_B - втрата натиску на водомірах;

H_f - вільний натиск перед приладом (2-3 метри водяного стовпа);

$\sum H$ - сумарні втрати натиску в мережі внутрішнього водопроводу.

Методика розрахунку гарячого водопроводу.

Знаючи витрати змішаної води $G_{зм}$, л/год., при температурі споживання, можна підрахувати годинну витрату гарячої води G_2 , л/год., у місцевої системи гарячого водопостачання у закладах ГРГ для кожної операції:

$$G_2 = G_{зм} \frac{t_{зм} - t_x}{t_2 - t_x}, \quad (3.8)$$

де $G_{зм}$ - максимальна годинна витрата змішаної води при температурі споживання, л/год.;

$t_{зм}$ - температура змішаної води, °С;

t_x - температура холодної води, приймається рівною 5 °С;

t_2 - температура гарячої води, приймається рівною 65...70 °С.

Для підбору нагрівального пристрою необхідно знати максимальну годинну витрату гарячої води на підприємстві. Для її визначення будується графік витрат гарячої води за годинами доби для кожного цеху та для всього підприємства.

Для складання експлуатаційних кошторисів, заявок на паливо та калькуляції вартості продукції, що відпускається, витрата гарячої води з температурою, що дорівнює +65 °С, на підприємствах ГРГ можна приймати без розрахунку:

- готування їжі, споживаної на підприємстві - 4 л на одну страву;

- готування страв, що відпускаються додому - 3 л на одну страву;

- витрата води водорозбірними точками технологічного обладнання або мийок у їдальнях, кафе, чайних - 250...300 л/год. на

одну точку;

- витрата води кранами умивальників загального користування – 55...65 л/год. на кожний кран.

Розрахунок місцевих водонагрівачів полягає у визначенні поверхні нагрівання змійовика, а для ємнісного типу – і робочої ємності нагрівача.

Витрату теплоти для готування гарячої води можна визначити за формулою:

$$Q_2 = \frac{G_2 \cdot c \cdot (t_2 - t_x)}{3600}, \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

де G_2 – максимальна годинна витрата гарячої води, л/год.;

c – питома масова теплоємність, кДж/(кг·°C);

t_2 – температура гарячої води, приймається рівною 65-70 °C;

t_x – температура холодної води, приймається рівною 5 °C.

Поверхня нагрівання водонагрівачів, F , м²:

$$F = \frac{1,1 \cdot Q}{k \cdot \Delta t}, \text{ м}^2, \quad (3.10)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі теплоносія до води, що нагрівається, кВт/(м²·°C);

Δt – розрахункова різниця температур теплоносія та води, що нагрівається.

3.2 Внутрішній водопровід будівель

Щоб жити, людині потрібно на добу 2 л води. Якщо ж приплюсувати сюди її скромні культурні потреби, то ця цифра збільшується приблизно в 3 рази.

Сучасна культурна людина в упорядженому місті витрачає на особисті потреби близько 300 л води на добу.

Будівельними нормами передбачається середня норма споживання води до 400 л на добу на одного жителя упорядженого міста. У великих містах України ця норма вже перевищена й надалі буде зростати.

Якщо врахувати потреби в прісній воді промислових підприємств, сільського господарства, благоустрою міст та ін., то вийде, що щодня необхідно близько 5 тис. л води на одного жителя країни. Зрозуміло, що водопостачання – досить важлива галузь народного господарства, і для

постачання прісною водою населення навіть невеликого міста створюються комплекси досить складних споруд.

Сучасний водопровід – це не тільки розподільна система, а й складний комплекс споруд, що включає до себе водозабірні пристрої, насосні станції тощо. Вони необхідні, щоб споживач не просто одержував прісну воду, а таку, яка суворо відповідає певним вимогам, у першу чергу, санітарним.

Внутрішній водопровід будівель - це система трубопроводів і пристроїв, що подають воду всередині будівель, включаючи ввід водопроводу, який знаходиться зовні.

До складу внутрішнього водопроводу входять:

- трубопроводи і сполучні фасонні деталі (фітинг);
- арматура (крани, змішувачі, вентилі, засувки і т.д.);
- прилади (манометри, водоміри);
- обладнання (насоси).

Класифікація внутрішніх водопроводів зображена на рис. 3.1.

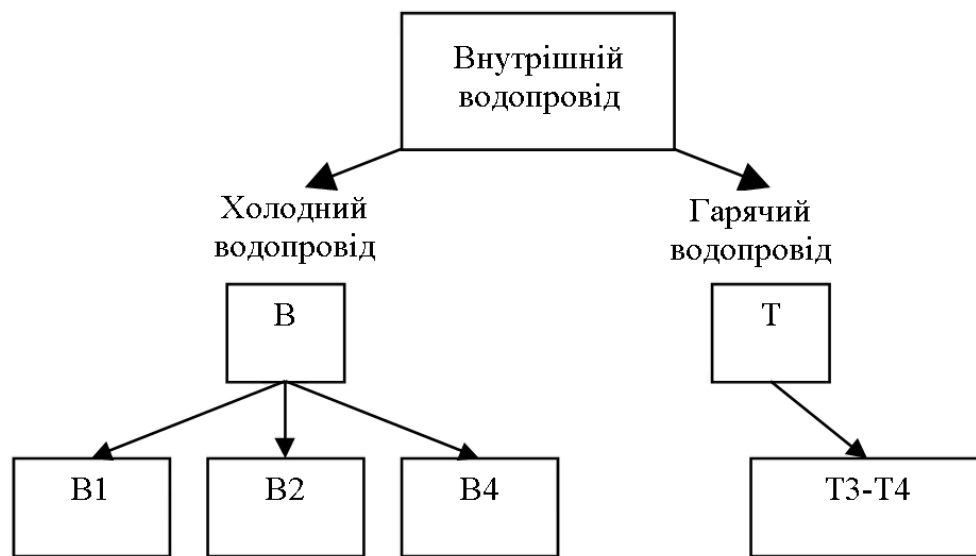


Рисунок 3.1 - Класифікація внутрішніх водопроводів

Таким чином, внутрішній водопровід підрозділяється в першу чергу на **холодний (В)** і **гарячий (Т)** водопровід.

Холодні водопроводи мають наступні різновиди:

В1 - господарсько-питний водопровід;

В2 - протипожежний водопровід;

В3 - виробничий водопровід (загальне позначення).

Сучасний гарячий водопровід повинен мати в будівлі дві труби: Т3 - що подає, Т4 - циркуляційна. Попутно відмітимо, що Т1-Т2 позначаються системи опалення (тепломережі), які не відносяться

безпосередньо до водопроводу.

У готельно-ресторанних закладах вода використовується на господарсько-питні потреби - для питва і особистої гігієни персоналу і гостей; на виробничі потреби - для прибирання житлових і громадських приміщень, поливу території і зелених насаджень, миття сировини, посуду і приготування їжі, прання спецодягу, завіс, постільної і столової білизни, при наданні додаткових послуг, наприклад в перукарні, спортивно-оздоровчому центрі, а також для протипожежних цілей.

Водопровідні труби. Для внутрішніх водопроводів використовують труби із внутрішнім діаметром: 15; 20; 25; 32; 40; 50 мм. За матеріалом використовують труби: пластмасові із поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, полібутилену; металополімерні – із внутрішнім і зовнішнім захисним покриттям від корозії; із склопластика; сталі; міді; бронзи; латуні.

Термін служби труб холодного водопроводу має бути не менше 50 років, а гарячого водопроводу не менше 25 років. Будь-яка труба повинна витримувати надлишковий (манометричний) тиск не менше 0,45 МПа.

На підприємствах ресторанного господарства сталеві труби повинні бути оцинковані.

Сталеві труби прокладають відкрито з проміжком 3-5 см від будівельної конструкції. Пластмасові і металополімерні труби слід прокладати приховано в плінтусах, шахтах і каналах.

Способи з'єднань водопровідних труб:

1) Різьбове з'єднання. У місцях стиків труб застосовуються фасонні сполучні деталі (фітинги). Нанесення різьблення на оцинковані труби проводять після оцинкування. Різьблення труб має бути захищене від корозії мастилом. Спосіб різьбового з'єднання надійний, але трудомісткий.





2) Зварне з'єднання. Менш трудомістке, але руйнує захисне цинкове покриття, яке треба відновлювати.

3) Фланцеве з'єднання. Застосовується в основному при монтажі обладнання (насосів і т.д.).

4) Клейове з'єднання. Застосовується головним чином для пластмасових труб.

Фасонні деталі (фітинги) застосовуються в основному для різьбового з'єднання водопровідних труб. Вони виготовляються з чавуну, сталі, пластмаси, бронзи. Нижче представлені найбільш

вживаний фітинги:

-  - муфти (стикове з'єднання труб рівного або різного діаметру)
-  - косинці (поворот труби на 90°)
-  - трійники (бічні під'єднування труб)
-  - хрести (бічні під'єднування труб)

Водопровідна арматура. Для внутрішніх водопроводів застосовують водопровідну арматуру:

- **водорозбірну** (крани водорозбірні, банні, поплавцеві клапани бачків унітазів, що змивають);
- **змішувальну** (змішувачі для миття, для умивальників, загальні для ванн і умивальників, з душовою сіткою і т.д.);
- **запірну** (вентилі на діаметрах труб \varnothing 15-40 мм, засувки на діаметрах \varnothing 50 мм і більш);
- **запобіжну** (зворотні клапани - ставляться після насосів).

Прилади на водопроводі:

- **манометри** (вимірюють тиск і натиск);
- **водоміри** (вимірюють витрату води).

Обладнання. Насоси - це основне обладнання на водопроводі. Вони підвищують тиск (натиск) всередині водопровідних труб. Переважне число водопровідних насосів нині працює за рахунок електродвигунів. Насоси найчастіше застосовують відцентрового типу.

3.2.1 Господарсько-питний водопровід

Господарсько-питний водопровід В1 - це різновид холодного водопроводу в містах і населених пунктах. Основний об'єм господарсько-питних вод - більше 95 % - використовується в будівлях на господарські потреби і лише менше 5 % - на питні.

Основними вимоги до якості води в господарсько-питному водопроводі В1 є те, що вода повинна бути питною та холодною ($t=+8...11$ °C).

Якість **питної води** оцінюють за мікробіологічними, токсикологічними, хімічними і органолептичними показниками за ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю».

Мікробіологічні показники нормуються згідно ГОСТ 2874-82 за показниками: число мікроорганізмів в 1 см³ води; число бактерій

групи кишкових паличок в 1 дм^3 води.

Токсикологічні показники нормуються згідно ГОСТ 2874-82 за масовою концентрацією хімічних речовин, мг/дм^3 : алюмінію залишковому (Al); берилію (Be); молібдену (Mo); миш'яку (As); нітратам (NO_3); поліакриламід залишковому; свинцю (Pb); селену (Se); стронцію (Sr); фтору (F).

Органолептичні показники води нормуються за ГОСТ 2874-82 за показниками: запах при 20°C і при нагріванні до 60°C , бали; смак і присмак при 20°C , бали; кольоровість, градуси; каламутність за стандартною шкалою, мг/дм^3 .

Фізико-хімічні показники води нормуються за ГОСТ 2874-82 за показниками: водневий показник, pH; залізо (Fe), мг/дм^3 ; жорсткість загальна, моль/м^3 ; лужність, моль/м^3 ; марганець (Mn), мг/дм^3 ; мідь (Cu^{2+}), мг/дм^3 ; сульфати (SO_4^{--}), мг/дм^3 ; сухий залишок, мг/дм^3 ; хлориди (Cl), мг/дм^3 ; цинк (Zn^{2+}), мг/дм^3 .

Розглянемо основні елементи господарсько-питного водопроводу В1 на прикладі двоповерхового готелю з підвалом (рис. 2).

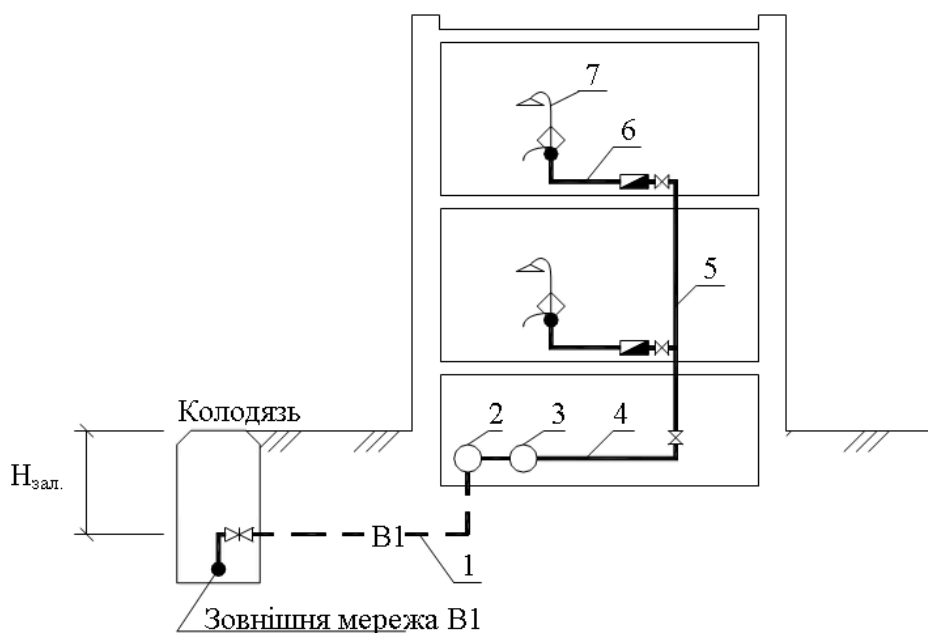


Рисунок 3.2 - Елементи господарсько-питного водопроводу В1: 1 - ввід водопроводу; 2 - вodomірний вузол; 3 - насосна установка (не завжди); 4 - розводяща мережа водопроводу; 5 - водопровідний стояк; 6 - поверхове (поквартирне) підведення; 7 - водорозбірна і змішувальна арматура

Ввід водопроводу - це ділянка підземного трубопроводу із

запірною арматурою від оглядового колодязя на зовнішній мережі до зовнішньої стіни будівлі, куди подається вода (рис. 3.2). Глибина заставляння труби вводу водопроводу для зовнішніх мереж залежить від нормативної глибини промерзання ґрунту у конкретній місцевості та додаткового запасу підлоги - 0,5 м.

Водомірний вузол (водомірна рамка) - це ділянка водопровідної труби безпосередньо після вводу водопроводу, яка має водомір, манометр, запірну арматуру та обвідну лінію (рис. 3.3).

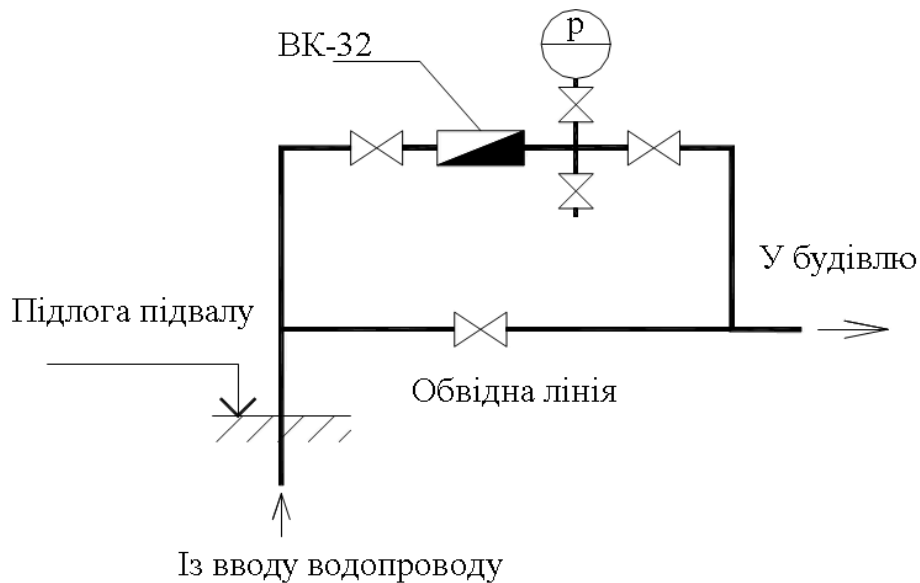


Рисунок 3.3 - Водомірний вузол (водомірна рамка)

Водомірний вузол встановлюють біля зовнішньої стіни будівлі в зручному і легкодоступному приміщенні із штучним або природним освітленням і температурою повітря не нижче $+5^{\circ}\text{C}$.

Обвідна лінія водомірного вузла зазвичай закрита, а арматура на ній опломбована. Це необхідно для обліку води через водомір. Достовірність свідчень водоміра можна перевірити за допомогою контрольного крану-вентиля, встановленого після нього.

Насосна установка на внутрішньому водопроводі потрібна при постійному або періодичному недоліку натиску, зазвичай коли вода не доходить по трубах до верхніх поверхів будівлі. Насос додає необхідний натиск у водопроводі. Найчастіше використовуються насоси відцентрового типу з приводом від електродвигуна. Мінімальне число насосів - два, з яких один робочий насос, а інший резервний насос. Схема насосної установки для цього випадку показана на рис. 3.4.

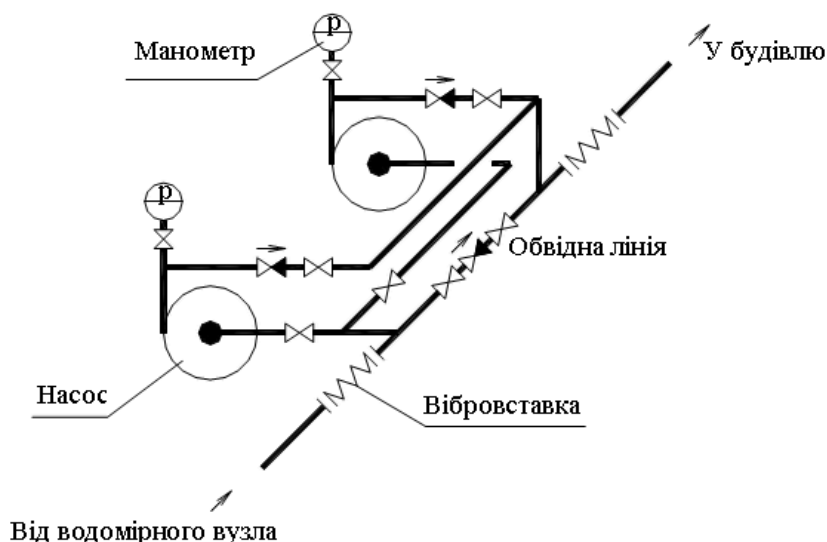


Рисунок 3.4 - Схема насосної установки

Зворотні клапани перешкоджають противотиску на насос води з будівлі, а також оберігають від паразитної циркуляції. Обвідна лінія насосної установки на відміну від водомірного вузла навпаки завжди відкрита. Це пов'язано з тим, що в періоди достатнього натиску із зовнішньої мережі робота насоса не вимагається. Тоді електроманометром насос вимикається, а вода поступає в будівлю через обвідну лінію.

Розводящі мережі внутрішнього водопроводу прокладаються в підвалах, технічних підпіллях і поверхах, на горищах, у разі відсутності горищ - на першому поверсі в підпільних каналах спільно з трубопроводами опалення або під підлогою з пристроєм знімного фриза або під стелею верхнього поверху.

Розводящі мережі можуть кріпитися:

- зі спиранням на стіни і перегородки в місцях монтажних отворів;
- зі спиранням на підлогу підвалу через бетонні або цегляні стовпчики;
- зі спиранням на кронштейни уздовж стін і перегородок;
- зі спиранням на підвіски до перекриттів.

У підвалах і техпідпіллях до розводящих мереж водопроводу приєднують труби \varnothing 15, 20 або 25 мм, що подають воду до поливальних кранів, які зазвичай виводять в ніші цокольних стін назовні на висоті над землею близько 30...35 см. По периметру будівлі поливальні крани розміщують з кроком 60...70 метрів.

Стояком називається будь-який вертикальний трубопровід. Водопровідні стояки розміщують і конструюють по наступних

принципах:

- один стояк на групу близько розташованих водорозбірних приладів;
- переважно в санвузлах;
- з одного боку від групи близько розташованих водорозбірних приладів;
- проміжок між стіною і стояком приймають 3-5 см;
- в основі стояка передбачають запірний вентиль.

Поповерхові (поквартирні) підведення подають воду від стояків до водорозбірної і змішувальної арматури: до кранів, змішувачів, поплавцевих клапанів бачків, що змивають. Діаметри підведень зазвичай приймають без розрахунку \varnothing 15 мм. Це пов'язано з тим же діаметром водорозбірної і змішувальної арматури.

Безпосередньо біля стояка на підведенні встановлюють замковий вентиль \varnothing 15 мм і квартирний водомір ВК- 15. Далі підводять труби до кранів і змішувачів, причому ведуть труби на висоті 10-20 см від підлоги. Перед бачком, що змиває, на підведенні встановлюють додатковий вентиль для ручного регулювання натиску перед поплавцевим клапаном.

Водорозбірна і змішувальна арматура служить для отримання води з водопроводу. Вона встановлюється на кінцях трубопроводів підведень на певній висоті над підлогою.

3.2.2 Протипожежний водопровід

Протипожежний водопровід В2 призначений для гасіння пожеж водою в будівлях. Згідно норм, систему В2 повинні мати наступні будівлі:

- житлові будівлі від 12 і більше поверхів;
- будівлі управлінь від 6 і більше поверхів;
- клуби з естрадою, театри, кінотеатри, актові і конференц-зали, обладнані кіноапаратурою;
- гуртожитки і громадські будівлі об'ємом від 5000 м³ і більш;
- адміністративно-побутові будівлі промислових підприємств об'ємом від 5000 м³ і більш.

Протипожежний водопровід підрозділяється на три різновиди (рис. 3.5).

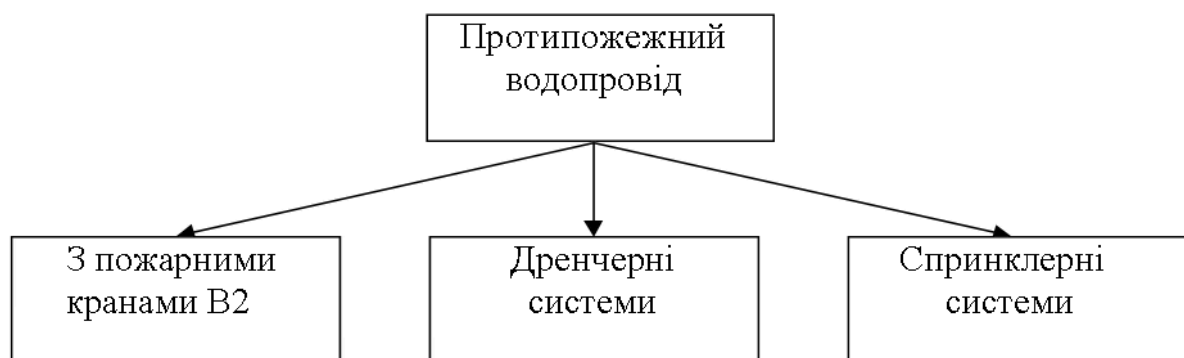


Рисунок 3.5 - Класифікація протипожежних водопроводів

Система з **пожежними кранами В2** носить підлеглий характер по відношенню до систем В1 або В3. Це означає, що якщо в будівлі передбачена мережа В1 або В3, то протипожежний водопровід В2 стояками приєднується до мережі В1 або В3.

Стояки В2 приймають діаметром не менше 50 мм і прокладають в сходових клітинах і коридорах. Пожежні крани \varnothing 50 мм варто встановлювати на кожному поверсі на самостійних вертикальних стояках, включаючи підвал. Їх звичайно розташовують у входів, на площах опалювальних сходових кліток, у вестибюлях таким чином, щоб струмені двох сусідніх кранів, розташованих на одному поверсі, перекривали одна одну на 2 м. Кожний кран монтують у дерев'яній зашкленій шафі на висоті 1,35 м від підлоги та оснащують прядив'яним рукавом діаметром 50 мм, довжиною 10, 15 або 20 м, а також брандспойтом. Далекобійність вільного пожежного струменя дорівнює 6 м, тому радіус дії пожежного крана відповідно становить 16 м і 26 м.

Пожежні крани розміщують у будинках таким чином, щоб при мінімальній кількості та найменшій довжині трубопроводів забезпечити гасіння пожежі в будь-якій точці приміщення.

Залежно від особливостей планування кожний кран може обслужити площу 500-900 м².

Напіваавтоматичні **дренчерні** установки призначені для створення водяних завіс з дрібних крапель під час пожежі. Вони застосовуються на сценах залів для глядачів, а також в боксах великих виробничих гаражів. Головним елементом є дренчер-зрошувач - це особливий вид водорозбірної арматури. Під стелю прокладається сталева труба діаметром не менше \varnothing 20 мм і на ній з кроком 3 метри встановлюються дренчери, спрямовані вниз. В

очікуванні дії система знаходиться без води, тобто вона сухотрубна. При виникненні пожежі натискають на кнопку, чому система і вважається напіваавтоматичною, оскільки спрацьовує від кнопки. В результаті включається пожежний насос і відкривається електрозасувка і вода по трубі поступає до дренчерам. Ті розпиляють воду вниз, наприклад, на завісу сцени і створюють водяну завісу, яка окрім гасіння вогню також сприяє сприятливому психологічному ефекту, дещо збиваючи паніку серед глядачів в залі.

Автоматичні **спринклерні** установки призначені для створення площадкового зрошування водою при гасінні пожежі. Вони застосовуються в архівах бібліотек і документації, в торговельних залах великих супермаркетів і в складах з підвищеною пожежонебезпекою. Головним елементом є спринклер-зрошувач - це особливий вид водорозбірної арматури. Під стелею приміщення прокладається розводяща мережа із сталевих труб діаметром не менше \varnothing 20 мм і на них з кроком 3 метри встановлюються спринклери, спрямовані вниз. В очікуванні дії система знаходиться під натиском. При виникненні пожежі під конкретним спринклером усередині нього розплавляється легкоплавка вставка і він сам автоматично відкривається і починає поливати-бризкати водою вниз туди, де виникла пожежа, чому система і називається автоматичною, оскільки спрацьовує без участі людини.

3.2.3 Виробничий водопровід

Виробничий водопровід подає воду у виробничі будівлі для різних технологічних потреб, тому вимоги за якістю води різноманітні. Стандартна класифікація виробничого водопроводу ВЗ за якістю води зображена на рис. 3.6.

Класифікація виробничого водопроводу за використанням води:

- **прямоточний водопровід** - це найпростіший виробничий водопровід, коли вода після використання безпосередньо скидається в каналізацію, проте він забруднює довкілля і не економить ресурси, тому підприємства прагнуть від нього перейти на інші, прогресивніші системи;

- **з повторним використанням** води – коли вода, використана в технології одного цеху, не скидається відразу в каналізацію, а використовується на інші технологічні потреби, по ланцюжку. Система прогресивніша в порівнянні з попередньою;

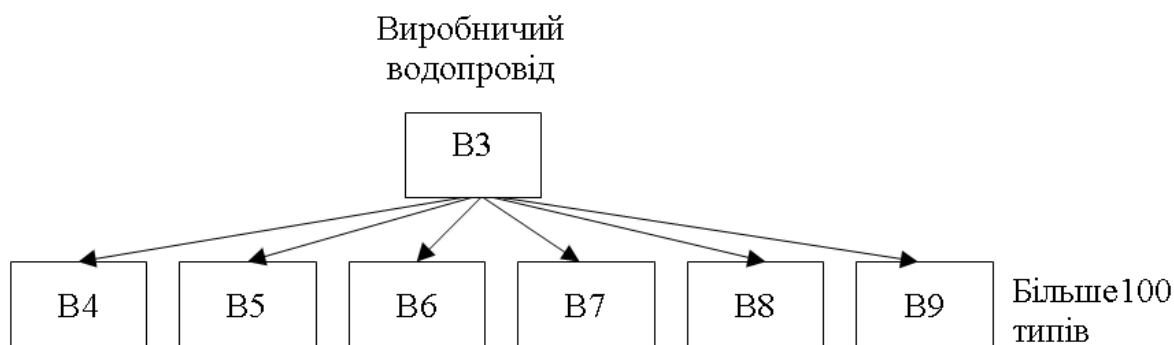


Рисунок 3.6 - Класифікація виробничого водопроводу: В4-В5-оборотне водопостачання (В4 - подаюча труба; В5 - труба зворотна); В6 - системи із зм'якшеною водою; В7 - системи з річковою водою; В8 - системи з освітленою водою; В9 - системи з підземною (промисловою) водою і т.д.

- **оборотне водопостачання** — коли вода подається з місцевої очисної споруди на виробничо-технологічні потреби по трубопроводу В4, використовується та йде назад в очисну споруду по трубопроводу В5.

Оборотне водопостачання - це перспективні, екологічно чисті і ресурсозберігаючі системи. Прикладом може служити миття автомобілів з такими системами, які вигідні для цього підприємства автосервісу, оскільки дають економію за витратою води з водопроводу і скиданню стоків на водовідведення.

Класифікація виробничого водопроводу за об'ємами споживаної води:

- об'єднані системи В1+В2+В3. Застосовуються для невеликих виробничих будівель при добовій витраті водоспоживання не більше $100 \text{ м}^3/\text{доб.}$;

- роздільні системи (В1+В2, В3) або (В1, В3+В2). Застосовуються для виробничих будівель при значній добовій витраті водоспоживання більше $100 \text{ м}^3/\text{доб.}$

Крім того, відмітимо, що в цехах слід влаштовувати питні фонтанчики з кроком не більше 75 метрів від робочих місць.

3.2.4 Гарячий водопровід

Технологічні процеси, що протікають на підприємствах ресторанного господарства, передбачають обов'язкову наявність гарячої води. Гаряча вода необхідна не тільки в процесі готування

їжі, вона необхідна для миття обладнання, обробних столів, посуду і т.д.

Сучасний гарячий водопровід Т3-Т4 має в будівлі дві труби: Т3 - це подаючий трубопровід; Т4 - циркуляційний трубопровід.

Вимоги до якості гарячої води в системі Т3-Т4 наступні:

- гаряча вода в Т3-Т4 має бути питною. Вода, яка поступає із центральних теплових пунктів, не застосовується для готування рідких страв. Якість води, що подається на виробничі потреби, визначається технологічними вимогами;

- температуру гарячої води в місцях водорозбору слід передбачати не нижче $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ та не вище $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$. До необхідної температури споживання вона доводиться змішуванням з холодною, у змішувальних кранах.;

- в приміщеннях дитячих дошкільних установ температура гарячої води, що подається для душів і умивальників, не повинна перевищувати $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Класифікація гарячого водопроводу Т3-Т4 за розташуванням джерела теплоти показана на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 - Класифікація гарячого водопроводу Т3-Т4 за розташуванням джерела теплоти

Необхідно відмітити, що зовнішні мережі гарячого водопроводу зазвичай не прокладають, тобто гарячий водопровід Т3-Т4 - це типово внутрішній водопровід. Основною відмінністю централізованої системи від місцевої є розташування джерела теплоти. У великих і середніх містах теплопостачанням займаються зовнішні водяні тепломережі Т1-Т2, які заводять теплоту в будівлі окремими вводами Т1-Т2 - це **централізовані** системи теплопостачання. У малих містах і населених пунктах джерело

теплоти знаходиться в будинку або квартирі - це будинкова котельня або водонагрівальна колонка, що працює на газі, мазуті, нафті, вугіллі, дровах або електриці. Це **місцева** система.

Відкрита система гарячого водопроводу бере воду безпосередньо із зворотного трубопроводу тепломережі Т2, і далі вода поступає по трубі Т3 до змішувачів у квартири. Таке рішення гарячого водопостачання не найкраще з точки зору забезпечення питної якості гарячої води, оскільки вода йде фактично з системи водяного опалення. Проте таке рішення дуже недороге.

Закрита система гарячого водопроводу бере воду з холодного водопроводу В1. Вода нагрівається за допомогою водонагрівачів–теплообмінників (бойлерів) і поступає по трубі Т3 до змішувачів в квартири. Частина невикористаної гарячої води циркулює всередині будівлі по трубопроводу Т4, що підтримує постійну необхідну температуру води. Джерелом теплоти для водонагрівачів служить подаюча труба тепломережі Т1. Таке рішення гарячого водопостачання вже краще з точки зору забезпечення питної якості гарячої води, оскільки вода береться з системи господарсько-питного водопроводу В1.

Елементи гарячого водопроводу Т3-Т4 розглянемо на прикладі рис. 3.8, де: 1 - ввід тепломережі в техпідпіллі будівлі. Не є елементом гарячого водопроводу; 2 - тепловий вузол. Тут реалізується схема (відкрита або закрита) гарячого водопроводу; 3 - водомір на подаючій трубі гарячого водопроводу Т3 у теплового вузла; 4 - розводяща мережа подаючих трубопроводів Т3 гарячого водопроводу; 5 - подаючий стояк Т3 гарячого водопроводу. В його основі встановлюють запірний вентиль; 6 - рушникосушки на подаючих стояках Т3; 7 - квартирні водоміри гарячої води на поповерхових підведеннях Т3; 8 - поповерхові підведення гарячої води Т3 (зазвичай $\varnothing 15$ мм); 9 - арматура (на рис. 3.8 показаний змішувач загальний для умивальника і ванни з душовою сіткою і поворотним зливом) змішувача; 10 - циркуляційний стояк Т4 гарячого водопроводу. У його основі теж встановлюють запірний вентиль; 11 - мережа циркуляційних трубопроводів Т4 гарячого водопроводу, що відводить; 12 - водомір на циркуляційній трубі гарячого водопроводу Т4 у теплового вузла.

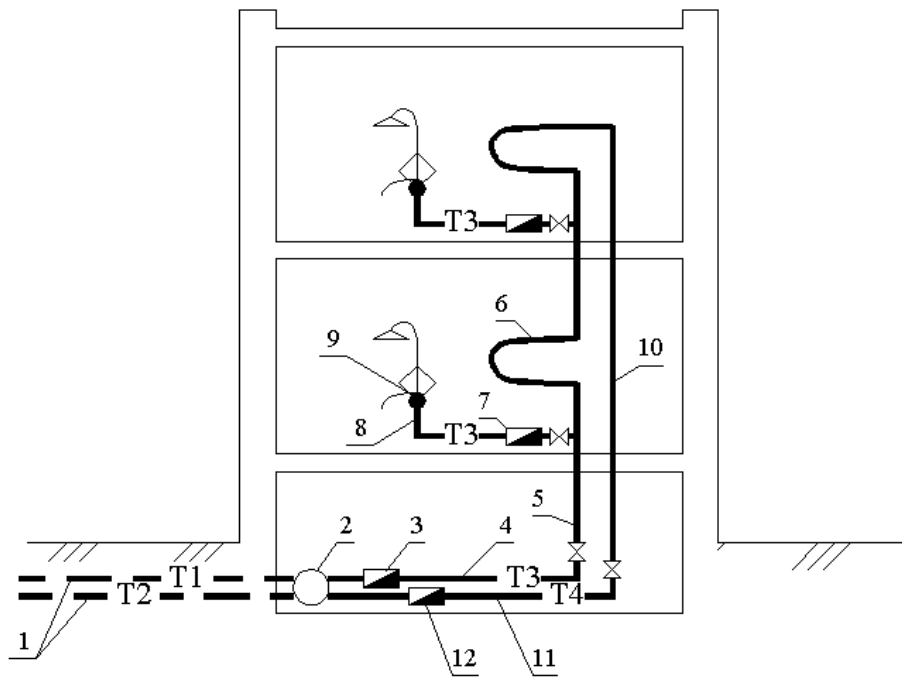


Рисунок 3.8 - Елементи гарячого водопроводу Т3-Т4

3.3 Методика розрахунку внутрішньої каналізації

Внутрішню каналізацію зазвичай не розраховують, а перевіряють гідравлічні характеристики окремих ділянок відповідно до вимог норм. Розглянемо основи гідравлічних розрахунків каналізації.

Каналізація - це система з безнапірними потоками стічної рідини, що мають вільну поверхню. Вільна поверхня - це межа між рідиною і газом, на якій діє атмосферний тиск. Всередині каналізації підтримують атмосферний тиск за допомогою вентиляційних стояків або вакуумних клапанів.

Стічні води всередині каналізації рухаються самотією. З цією метою горизонтальні ділянки труб мають ухил у бік стояків. Діаметри та оптимальні ухили труб призначають конструктивно:

- \varnothing 50 мм від мийок, умивальників і ванн з ухилом 0,035;
- \varnothing 100 мм від унітазів з ухилом 0,02.

При проведенні гідравлічного розрахунку безнапірних потоків враховують обмеження за швидкістю V (м/с), наповненню h/d і ухилу $i = \Delta z/L$ (рис. 3.9). При розрахунку каналізаційних труб мають бути виконані три такі обмеження:

$$\begin{aligned} 0,7 &\leq V \leq 4; \\ 0,3 &\leq h/d \leq 0,6; \end{aligned}$$

$$1/d_{mm} \leq i \leq 0,15,$$

де d_{mm} - внутрішній діаметр труби в мм.

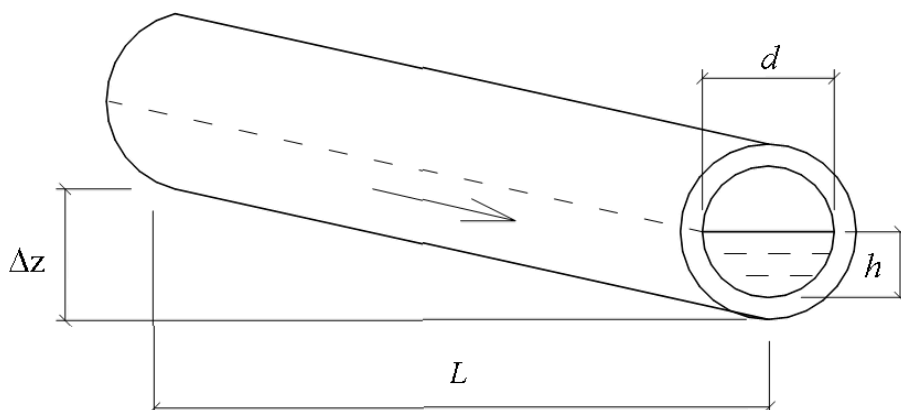


Рисунок 3.9 - Характеристика каналізаційної труби

Для розрахунку безнапірних потоків широко застосовується формула Шезі:

$$i = \frac{V^2}{RC^2}, \quad (3.11)$$

де R - гідравлічний радіус, м;

C - коефіцієнт Шезі.

Гідравлічний радіус знаходять за формулою:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (3.12)$$

де ω - площа живого перерізу потоку (поперечного перерізу);

χ - змочений периметр, тобто частина периметра живого перерізу потоку, де рідина стикається з твердими стінками.

Коефіцієнт Шезі можна визначити за формулою:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, \quad (3.13)$$

де n - коефіцієнт шорсткості стінок труби або каналу зазвичай в межах 0,012...0,014;

R - гідравлічний радіус, м.

Швидкість потоку V , м/с, пов'язана з витратою q , м³/с,

співвідношенням виду:

$$V = \frac{q}{w}. \quad (3.14)$$

Таким чином, приведені формули дозволяють здійснювати гідравлічний розрахунок будь-яких безнапірних потоків, у тому числі в системах внутрішньої каналізації.

Зазвичай для розрахунків використовують допоміжні таблиці або номограми, складені на основі формули Шезі. Помітимо, що формула Шезі справедлива для потоків з турбулентним режимом. Таких потоків на практиці переважна більшість, а особливо в каналізаційних мережах.

3.4 Внутрішня каналізація будівель

У містах, населених пунктах і на підприємствах ресторанного господарства утворюються різного роду забруднення, пов'язані з повсякденною діяльністю людини, різними технологічними процесами підприємств і, нарешті, з атмосферними впливами. Нагромадження забруднень різного походження на поверхні землі, в її глибині та у відкритих водоймах сприяє зараженню населених місць, викликає інфекційні захворювання та завдає великої шкоди рибному господарству. Тому своєчасне видалення стічних вод з територій населених місць і промислових підприємств, знезаражування їх є обов'язковим у законодавчому порядку.

Тверді відходи вивозяться за межі населеного пункту на смітник або спалюються у спеціальних пристроях.

Найбільш простим і зручним способом видалення побутових і виробничих забруднень є змив їх водою і транспортування у вигляді так званої стічної рідини до спеціально відведених місць.

Під **каналізацією** розуміють сукупність інженерних споруд і заходів, що виконують: прийом стічних вод у місцях їхнього утворення (внутрішні каналізаційні пристрої); транспортування стічних вод до очисних споруд (по каналізаційних зовнішніх мережах); очищення й знешкодження їх (на очисних станціях); скидання очищених вод у водойму (водоспуски).

Внутрішня каналізація будівель - це система трубопроводів і пристроїв, що відводять стічні води з будівель, включаючи зовнішні випуски до оглядових колодязів.

До складу внутрішньої каналізації входять:

- **санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод;**
- **розтрубні трубопроводи;**
- **сполучні фасонні деталі;**
- **пристрої для прочищення мережі.**

Класифікація внутрішньої каналізації залежить від **походження стічних вод**:

- **господарсько-фекальних** (води із убиралень, ванн, умивальників і т.п.);
- **атмосферних** (дощової, від танення снігу);
- **виробничих** (відпрацьованої води в результаті різних технологічних процесів).

Класифікація каналізації зображена на рис. 3.10.

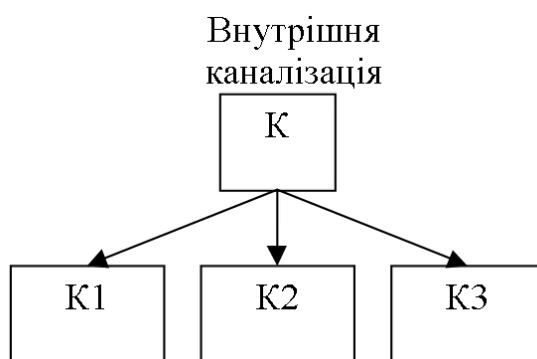


Рисунок 3.10 - Класифікація внутрішньої каналізації: К1 - побутова каналізація («господарсько-фекальна каналізація»); К2 - дощова каналізація («атмосферна»); К3 - виробнича каналізація

До підприємств ресторанного господарства пред'являються високі санітарно-гігієнічні вимоги, тому улаштування внутрішньої каналізації в них є обов'язковим навіть при відсутності центральної системи водопостачання та міської системи каналізації. В таких випадках варто споруджувати місцеву каналізацію із налагодженням найпростіших очисних пристроїв або пристроїв для збору стічної рідини з метою виводу її на поля.

Санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод першими в каналізації приймають стоки. Ось найбільш застосовні в побутовій каналізації К1 санітарно-технічні прилади: мийки кухонні, умивальники, ванни, унітази, пісуари і т.п., які виготовляються з міцного водонепроникного матеріалу, що не піддається хімічному впливу стічних вод (фаянс, порцеляна, емальований чавун,

пластмаси). Випускні отвори санітарно-технічних приладів, крім унітаза, оснащені решітками для запобігання засмічення каналізаційних мереж твердими великими відходами.

У підлозі громадських туалетів і мусорокамер будівель в К1 встановлюють підлогові трапи (різновид воронки) з чавуну або пластмаси відповідно діаметром \varnothing 50 мм і \varnothing 100 мм. Вони служать для прийому й відводу стічних вод з поверхні підлог та складаються із гідравлічного затвора та прийомних решіток. Решітка знімна для огляду та очищення гідравлічного затвора.

Трапи встановлюють там, де підлога заливається водою (душові, мийні посуду і т.д.). Трапи закладаються в конструкцію підлоги, поверхня підлоги виконується з уклоном 0,005 - 0,01 у напрямку до трапу.

Промивання приймачів стічної рідини здійснюється звичайно за допомогою водорозбірних кранів. Виняток становлять унітази, для промивання яких застосовують змивні бачки або змивні крани.

Змивні бачки забезпечуються сифоном для швидкого скидання води й поплавковим клапаном для регулювання рівня води в бачку.

У дощовій каналізації К2 на покрівлях будівель встановлюють водостічні воронки: ковпакові (для неексплуатованих покрівель) або плоскі (для експлуатованих покрівель).

У виробничій каналізації К3 застосовують наступні приймачі стічних вод: трапи; мийки; ванни; підлогові грати з гідрозатворами та без гідрозатворів, лотки.

Мийки, призначені для миття посуду, харчових продуктів та ін., встановлюють у спеціальних мийних приміщеннях або безпосередньо на кухнях. Мийки можуть мати одну, дві та більше камери із самостійними стояками в кожній камері. Мийки та раковини виготовляють із емальованого чавуну або сталі, а також з фаянсу.

Гідравлічні затвори і сифони розташовують відразу під санітарно-технічними приладами і приймачами стічних вод, крім унітазів і трапів, які мають гідравлічний затвор у своїй конструкції. Принцип їх дії можна розглянути на прикладі сифона колінчастого типу, що встановлюється під умивальником або кухонною мийкою (рис. 3.11, а).

За рахунок вигнутості труби сифона у вигляді петлі в ній завжди залишається вода, що створює гідравлічний затвор, тобто водяну пробку, що перешкоджає проникненню газів, що погано пахнуть, із системи каналізації в приміщення будівель.



Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд: а - сифону; б - гідравлічного затвору

Розтрубні трубопроводи. Розтруб - це розширення на одному кінці труби, що служить для з'єднання з іншими трубами або з фасонними деталями. Розтруби мають бути спрямовані проти руху стічних вод (рис. 3.12).

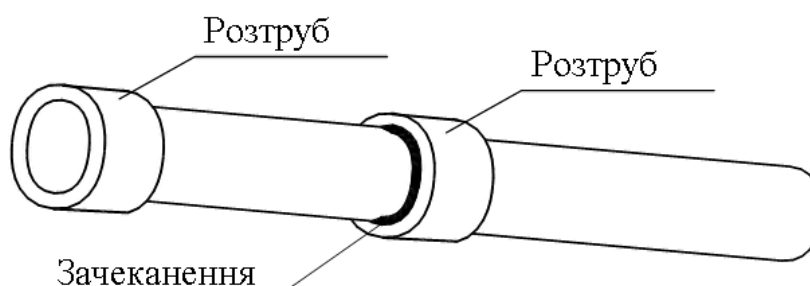


Рисунок 3.12 – Зовнішній вигляд каналізаційної труби з розтрубом

Діаметри труб внутрішньої каналізації найчастіше застосовують – \varnothing 50 мм і \varnothing 100 мм. У побутовій каналізації К1 труби \varnothing 50 мм використовують для відведення стічних вод від умивальників, мийок і ванн. Труби \varnothing 100 мм служать для приєднання унітазів.

За матеріалом найбільшого поширення набули чавунні і пластмасові трубопроводи (рис. 3.13).

Чавунні каналізаційні труби \varnothing 50 мм і \varnothing 100 мм застосовують завдовжки 750 мм, 1000 мм, 1250 мм, 2000 мм, 2100 мм, 2200 мм.

Розтрубний стик чавунних труб закарбовують смільною або бітумізованим прядивним пасмом і замазують цементним розчином.

Пластмасові каналізаційні труби діаметрами \varnothing 40, \varnothing 50, \varnothing 90 і \varnothing 110 мм виготовляють з поліетилену низького і високого тиску. Вони призначені для систем внутрішньої каналізації будівель з максимальною температурою стічної рідини $+60^{\circ}\text{C}$ і короткочасною (до 1 хв.) $+95^{\circ}\text{C}$. Це є недоліком поліетиленових труб.

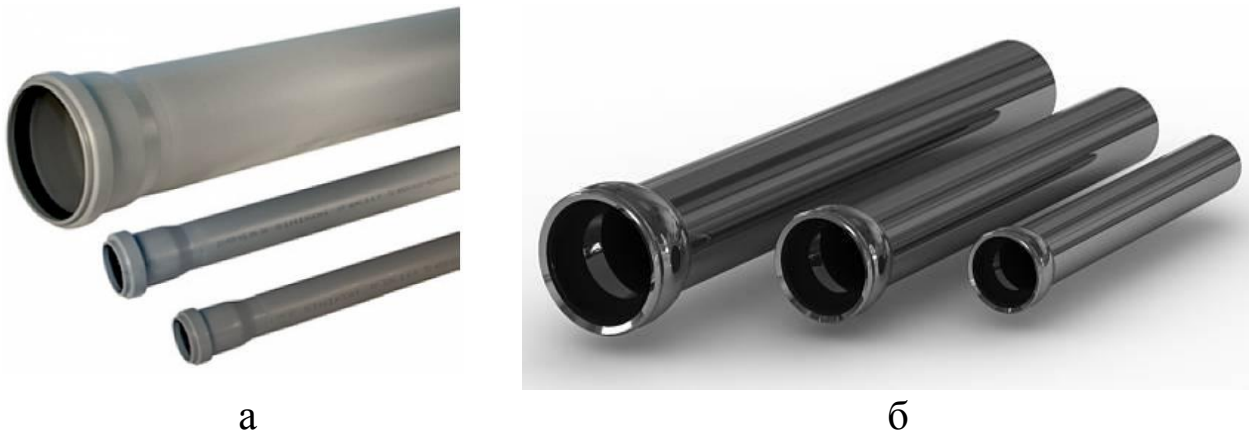


Рисунок 3.13 – Класифікація труб за матеріалом: а – пластикові; б - чавунні

Розтрубний стик пластмасових трубопроводів ущільнюють гумовим кільцем, яке вставлене в паз розтруба. З силою всуваючи трубу в розтруб, отримують необхідне ущільнення стику за рахунок обтискання гумового кільця.

Ухили внутрішньої каналізації зазвичай не розраховують, а призначають для \varnothing 50 мм ухил - 0,035, для \varnothing 100 мм ухил - 0,02.

Сполучні фасонні деталі. Каналізаційні труби сполучають між собою за допомогою розтрубів цих же труб. Проте обійтися одними розтрубами труб неможливо, тому для переходів з меншого діаметру на більший, поворотів і бічних приєднань застосовують сполучні фасонні деталі (рис. 3.14).

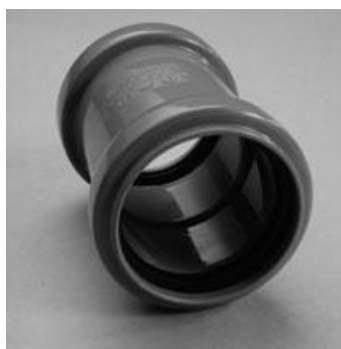
Пристрої для очищення мережі. Для очищення каналізаційних мереж від засмічень застосовують ревізії на стояках (рис. 3.14, к) та очищення з хрестовини двохплощинної (рис. 3.14, е) з пробками-заглушками (рис. 3.14, л) або відведень (рис. 3.14, а) з пробками-заглушками або трійниках (рис. 3.14, в) з пробками-заглушками.

Ревізії встановлюються на стояках верхнього і нижнього поверхів або у житлових будівлях заввишки 5 поверхів і більш - не рідше чим через три поверхи.

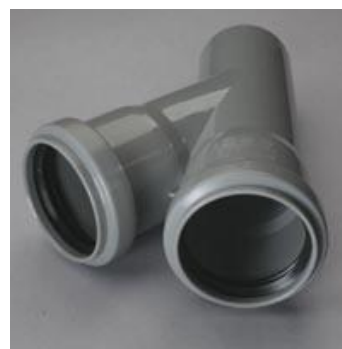
Очищення встановлюють на горизонтальних ділянках з кроком не більше 8-10 метрів.



а



б



в



г



д



е



ж



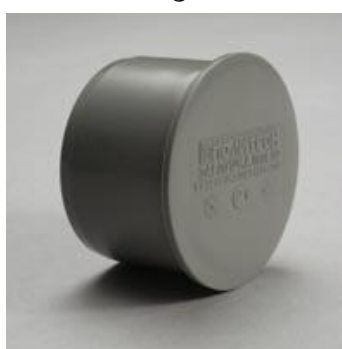
з



и



к



л



м

Рисунок 3.14 - Фасонні частини з пластику: а – відведення; б - муфта двохрозтрубна; в – трійник; г – перехід; д - хрестовина одноплощинна; е - хрестовина двохплощинна; ж- компенсаційний патрубок; з - вакуумний клапан; и - перехід з чавунною на пластикову трубу; к – ревізія; л – пробка-заглушка; м – хомут

3.4.1 Побутова каналізація

Побутова каналізація К1 призначена для відведення стічних вод від санвузлів, ванн, кухонь, душових, громадських уборалень, сміттекамер і т.д. Це основна каналізація будівель - «господарсько-фекальна» каналізація.

Елементи побутової каналізації К1 розглянемо на прикладі двоповерхової будівлі з підвалом (рис. 3.15).

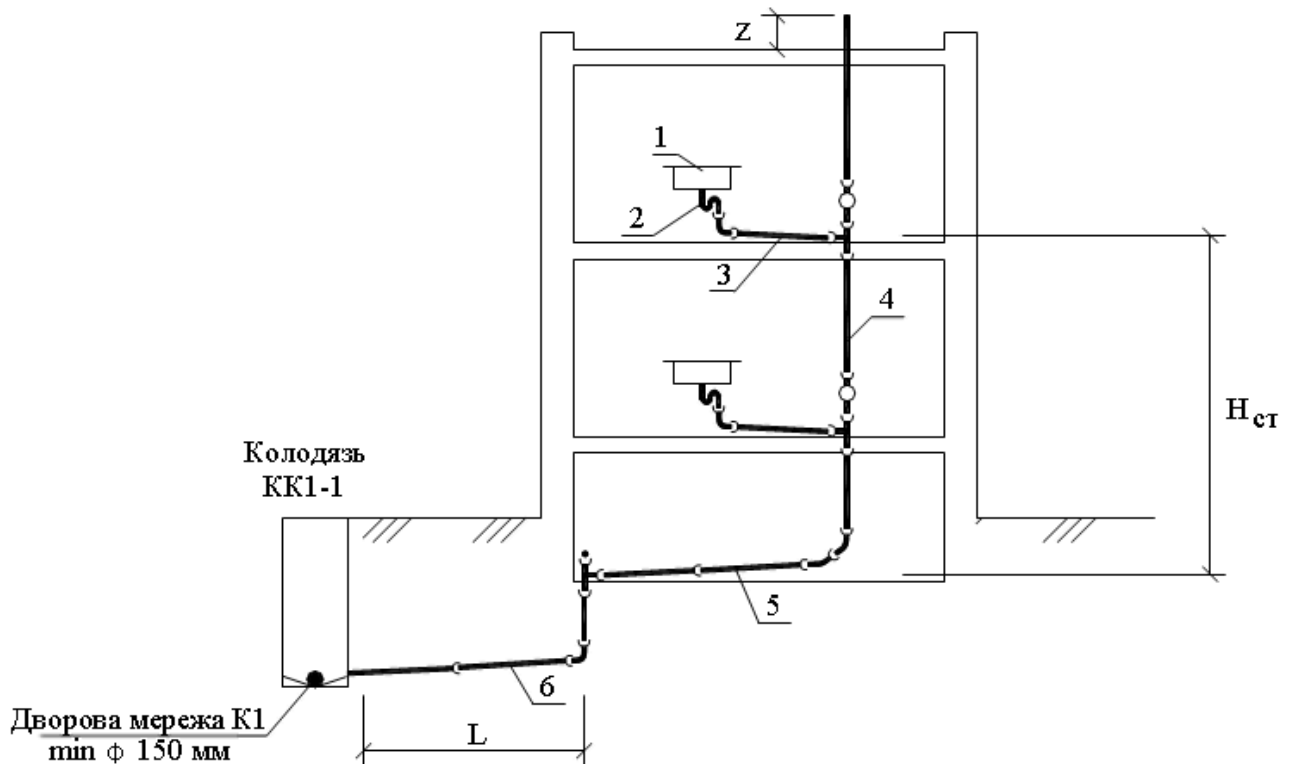


Рисунок 3.15 – Елементи побутової каналізації К1 двоповерхової будівлі з підвалом: 1 - санітарно-технічний прилад; 2 - сифон (гидравлічний затвор); 3 - поповерховий трубопровід, що відводить; 4 - каналізаційний стояк; 5 - мережа, що відводить, в підвалі; 6 - випуск каналізації

На рис. 3.15 під сифоном показано коліно, яке застосовується на невисоких стояках (не більше 1 поверху). Поповерховий трубопровід, що відводить (3) прокладений з ухилом і приєднаний за допомогою прямого трійника до стояка (4). На стояку встановлені ревізії.

Верх стояка виведений вище за покрівлю в атмосферу на висоту z - це вентиляція каналізаційного стояка. Вона потрібна для провітрювання внутрішності каналізації, а також від появи

надлишкового тиску або, навпаки, вакууму в каналізації. Вакуум може з'явитися при несправній вентиляції стояка під час зливу води з верхнього поверху, що приведе до зриву сифона, тобто вода з сифона нижнього поверху піде і з'явиться запах в приміщенні.

Висоту стояка над покрівлею приймають не менше $z = 0,2$ м - для плоских і скатних покрівель та $z = 3$ м - для експлуатованих покрівель.

Каналізаційний стояк можна влаштовувати без вентиляції, тобто не виводити над покрівлею, якщо його висота H_{cm} не перевищує 90 внутрішніх діаметрів труби стояка.

Останнім часом у продажу з'явилися вакуумні клапани (рис. 3.14, з) для каналізаційних стояків, постановка яких в рівні верхнього поверху позбавляє від пристрою вентиляційного виведення стояка над покрівлею будівлі.

В основі стояка встановлено два відведення, оскільки стояк крайній на мережі в підвалі. Якщо стояк згори потрапляє на трубу мережі, то застосовують косий трійник і відведення. Застосовувати прямий трійник в підвалі не можна, оскільки погіршується гідравліка стоку і виникають засори.

В кінці мережі, що відводить (5), перед зовнішньою стіною зібрано очищення з прямого трійника з пробкою-заглушкою. Відштовхуючись від цього очищення, довжина випуску каналізації L не має бути більше 12 м при діаметрі труби $\varnothing 100$ мм. З іншого боку, відстань від оглядового колодязя дворової каналізації до стіни будівлі не має бути менше 3 м. Тому відстань від будинку до колодязя зазвичай приймають 3-5 м.

Глибина заставляння випуску каналізації від поверхні землі до лотка (низу труби) біля зовнішньої стіни приймається рівній глибині промерзання в цій місцевості, зменшеній на величину 0,3 метра (враховується вплив будівлі на відтавання ґрунту поряд з будинком).

3.4.2 Дощова каналізація

Дощова каналізація К2 призначена для відведення атмосферних (дощових і талих) вод з покрівель будівель по внутрішніх водостоках. Тому друга назва К2 - внутрішні водостоки.

Способів відведення атмосферних (дощових і талих) вод з покрівель будівель три:

- неорганізований спосіб - застосовується для одно- і

двоповерхових будівель. Вода просто стікає з карниза будівлі, для чого винесення карниза від вертикальної поверхні зовнішньої стіни має бути не менше 0,6 м;

- організований спосіб по зовнішніх водостоках (не К2). Застосовується для 3-5 поверхових будівель. Уздовж карниза будівлі влаштовується жолоб, який направляє стікаючі атмосферні води по водостічним воронкам. Далі вода стікає вниз по зовнішніх водостічних стояках і виходить через випуски на відмостку будівлі, яку завжди зміцнюють бетонуванням від розмивання;

- організований спосіб по внутрішніх водостоках - це дощова каналізація К2. Застосовується для житлових будівель більше 5 поверхів, а також для будівель будь-якої поверховості з широкою покрівлею (більше 48 м) або багатопролітних будівель (звичайно це промислові будівлі).

Елементи дощової каналізації К2 розглянемо на прикладі двоповерхової будівлі з підвалом (рис. 3.16).

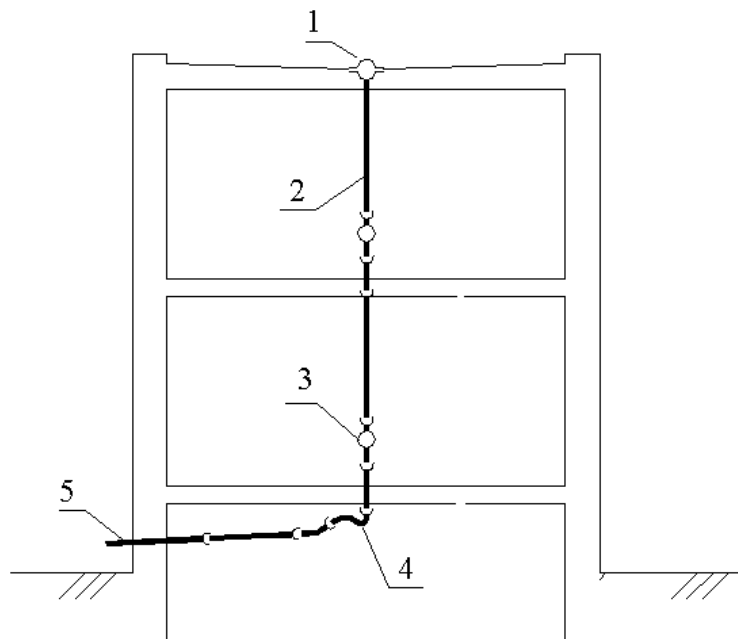


Рисунок 3.16 – Елементи дощової каналізації К2 двоповерхової будівлі з підвалом: 1 - водостічна воронка; 2 - водостічний стояк; 3 - ревізія; 4 - сифон (гідравлічний затвор); 5 - відкритий випуск К2

На рис. 3.16 показана водостічна воронка (1) ковпачкового типу, для неексплуатованих покрівель. Плоскі коронки влаштовуються для експлуатованих покрівель. Водостічний стояк (2) прокладається в сходових клітинах і коридорах. Ревізія (3) застосовується на кожному поверсі. Сифон (4) оберігає від утворення крижаної пробки на

випуску К2 у весняний період. Відкритий випуск К2 влаштовується за відсутності зовнішньої водостічної мережі К2 та рекомендується влаштовувати з південного боку будівлі. За наявності зовнішньої водостічної мережі К2 випуск дощової каналізації влаштовують як в К1 (рис. 3.15).

3.4.3 Виробнича каналізація

Виробнича каналізація К3 призначена для відведення технологічних стічних вод з промислових будівель. Відмітною особливістю К3 від К1 і К2 являється наявність додаткових споруд (місцевих очисних споруд, насосних станцій перекачування і т.д.).

Класифікація виробничої каналізації К3 за складом стічних вод зображена на рис. 3.17.

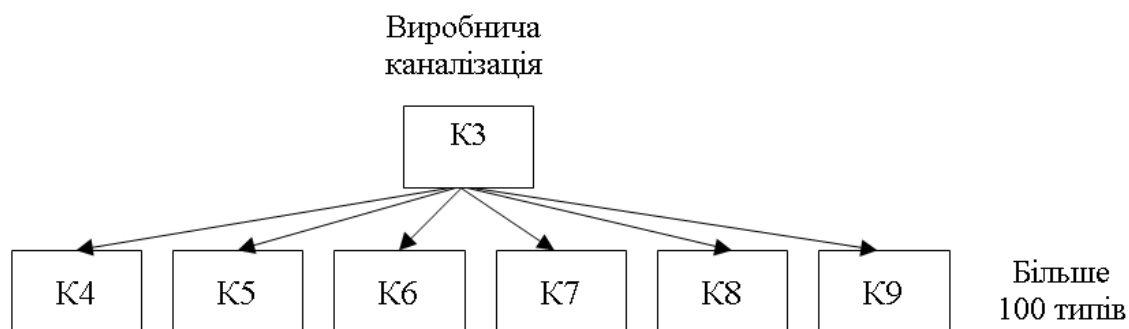


Рисунок 3.17 - Класифікація виробничої каналізації К3 за складом стічних вод: К3 - це загальне позначення будь-якої виробничої каналізації; К4 - системи з механічнозабрудненими стічними водами; К5 - системи з іловісткими стічними водами; К6 - системи з шламівісткими стічними водами; К7 - системи з виробничими стоками, що містять хімічні забруднення; К8 - системи з кислими стічними водами; К9 - системи з лужними стічними водами

Підприємства ресторанного господарства, що мають м'ясо-рибні або овочеві цехи, оснащуються місцевими очисними пристроями (рис. 3.18): пісковловлювачами, крохмаль- і мезговловлювачами, жировловлювачами.

У групових пісковловлювачах крохмаль, пісок, мезга осідають на дно вмістища, а в жировловлювачах, навпроти, жир, як більш

легкий спливає та накопичується у верхній частині вмістища. Періодично ці пристрої очищаються, промиваються, а стічна очищена рідина скидається у дворову каналізацію. Ці пристрої можуть розташовуватися всередині цехів або за межами будівлі, залежно від потужності цих цехів і технологічних особливостей.

Усі випуски з будинку поєднуються дворовою мережею в єдину систему, і далі стічна рідина самотіком транспортується до міської мережі.

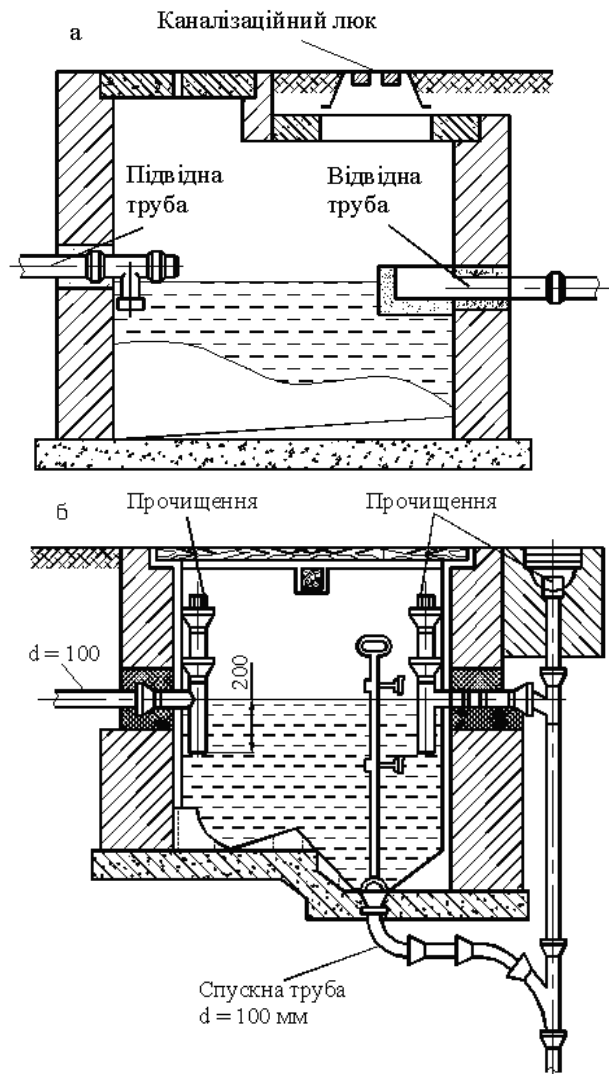


Рисунок 3.18 – Місцеві очисні пристрої: а - груповий пісковловлювач; б - груповий жироловлювач

Коли труби каналізації досягнуть найбільш низької, максимально припустимої позначки, на ній розміщують насосну станцію, що перекачує стічну рідину до наступного колодязя, звідки каналізаційна мережа починається знову з мінімально припустимою глибиною закладення. Найменша глибина закладення для труб діаметром до 500 мм на 0,3 м, а для більших труб на 0,5 м менше

найбільшої глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м, рахуючи від планувальної позначки до верху труби, а на проїзній частині – не менше 1 м.

Очисні комплекси по переробці стічних вод із статичним відстійником (рис. 3.19). У комплексах із статичним відстійником очищення води досягається за допомогою флокуляції (утворення пластівців) зважених твердих часток за допомогою флокулянта. Наступний розподіл води від твердих часток відбувається за рахунок осадження останніх в статичному відстійнику.

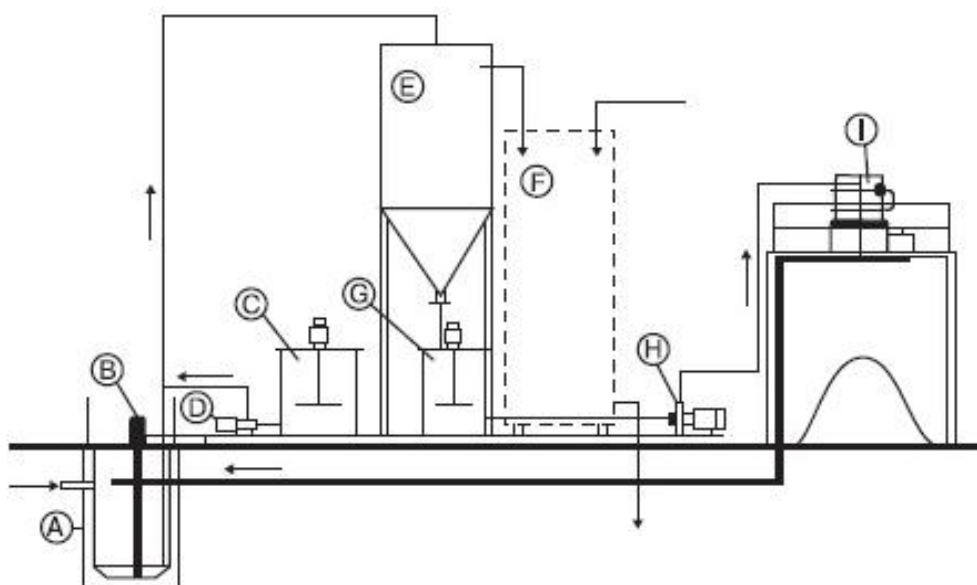


Рисунок 3.19 – Очисні комплекси по переробці стічних вод із статичним відстійником: А - резервуар для стічних вод; В - всмоктуючий насос; С - бак підготовки (розчинення) флокулянту; D - дозуючий насос для флокулянту; Е - бак-відстійник; F - бак-резервуар для освітленої води; G - бак для грязьового осаду; H - насос для грязьового осаду; I - механічна дегідратація (обезводнення) грязьового осаду

Очисні комплекси по переробці стічних вод з динамічним відстійником (рис. 3.20). Цей тип комплексів з динамічним відстійником, використовується у випадках, коли є дуже велика кількість води, призначеної для очищення. Очищення такої води досягається за допомогою флокуляції (утворення пластівців) зважених твердих часток за допомогою флокулянту. Грязьовий осад, що відокремився, подається в центр відстійника за допомогою спеціального скребкового моста, а потім за допомогою спеціально

призначеного насоса на фазу механічного обезводнення за допомогою декантера.

Принцип, на якому ґрунтується робота декантера (рис. 3.21), - це відмінність значень питомої ваги матеріалів, що розділяються. При використанні декантера цей процес відбувається всередині барабана з високою швидкістю обертання, завдяки чому тверді частки, зважені в рідині, притискаються під впливом відцентрової сили до внутрішніх стінок декантера і виводяться за допомогою шнека на транспортер у вигляді сухого продукту.

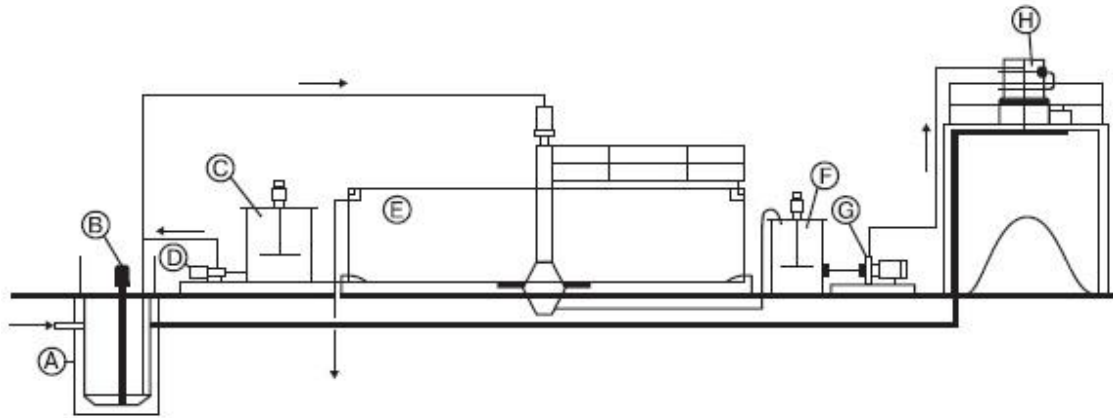


Рисунок 3.20 – Очисні комплекси по переробці стічних вод з динамічним відстійником: А - резервуар для стічних вод; В - всмоктуючий насос; С - бак підготовки (розчинення) флокулянту; D - дозуючий насос для флокулянту; Е - декантер; F – бак для грязьового осаду; G - насос для грязьового осаду; Н - механічна дегідратація (обезводнення) грязьового осаду



Рисунок 3.21 – Зовнішній вигляд декантера

Результатом роботи очисних комплексів є:

- твердий шлам, який використовується в суміжних виробництвах;
- вода, яка знову подається у виробничий цикл для повторного використання. У виробничий цикл повертається близько 80 % води, за рахунок чого досягається істотна економія ресурсів.

Контрольні питання

1. *Дайте загальну характеристику і класифікацію внутрішніх водопроводів?*
2. *Приведіть характеристику господарсько-питного водопроводу?*
3. *Назвіть, за якими показниками визначають якість питної води?*
4. *Дайте загальну класифікацію протипожежних водопроводів?*
5. *Приведіть класифікацію виробничого водопроводу?*
6. *Приведіть класифікацію гарячого водопроводу?*
7. *Дайте характеристику внутрішньої каналізації?*
8. *Приведіть характеристику санітарно-технічних приладів і приймачів стічних вод?*
9. *Охарактеризуйте побутову каналізацію?*
10. *Приведіть способи відведення атмосферних вод?*
11. *Приведіть основні елементи виробничої каналізації?*
12. *Приведіть характеристику очисним комплексам по переробці стічних вод?*

4. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

1. Системи спеціального виробничого водопостачання.
2. Системи оборотного водопостачання.
3. Системи протипожежного водопостачання.
4. Системи збору та повернення конденсату.
5. Системи очищення виробничих стічних вод.
6. Санітарно-технічні прилади й приймачі стічних вод.
7. Альтернативні системи опалення з використанням теплоти геотермальних вод.
8. Альтернативні системи опалення з використанням сонячної енергії.
9. Особливості використання електроповітряного опалення.
10. Особливості використання інфрачервоного електроопалення.
11. Системи кондиціонування повітря з чиллерами та фланкойлами.
12. Застосування теплоутилізаційних пристроїв в системі кондиціонування повітря.
13. Система газопостачання житлових і суспільних будівель.
14. Розподільники повітря і пристрої повітровидалення.
15. Системи аспірації вентиляційного повітря.
16. Сухе очищення шкідливих газових викидів і її апаратне оформлення.
17. Очищення абсорбції газових викидів і її апаратне оформлення.
18. Термічне знешкодження газових викидів і його апаратне оформлення.
19. Методи боротьби із запахами, озонування і аероіонізація.
20. Джерела шуму в системах вентиляції та кондиціонування повітря і заходи щодо зниження його рівня.
21. Обладнання повітряно-теплових завіс.
22. Використання повітряних душів.
23. Автоматизовані системи моніторингу та управління будівлями і спорудами.
24. Освітлювальні прилади та електроустановлювальне обладнання.
25. Устаткування для захисту від поразки електричним струмом.
26. Системи протипожежного захисту будинків і споруд.
27. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.

28. Устаткування для протидимного захисту будівель і споруд.

29. Засоби сміттєвидалення твердих побутових відходів із житлових та громадських будинків.

30. Архітектурно-планувальні рішення влаштування пасажирських та вантажних ліфтів.

5. ГЛОСАРІЙ

1. ***Аерація*** - система природної вентиляції, при якій зовнішнє повітря проникає всередину приміщень за рахунок різниці об'ємних ваг зовнішнього та внутрішнього повітря, а також під дією вітру, тиск якого з навітряної сторони будинків більший, ніж всередині
2. ***Антифризи*** - водні розчини етиленгліколю, пропіленгліколю, які не замерзають при температурах нижче 0° С
3. ***Ввід водопроводу*** - ділянка підземного трубопроводу із запірною арматурою від оглядового колодязя на зовнішній мережі до зовнішньої стіни будівлі, куди подається вода
4. ***Вентилятор*** - механічний пристрій, призначений для переміщення повітря по повітроводам систем кондиціонування і вентиляції, а також для здійснення прямої подачі повітря в приміщення або відсмоктування з приміщення, і що створює необхідний для цього перепад тисків
5. ***Вентиляція*** - сукупність заходів та пристроїв, які забезпечують розрахунковий обмін повітря в приміщеннях, його чистоту та необхідні параметри повітряного середовища по температурі і вологості шляхом видалення з приміщення надлишків вологи і теплоти
6. ***Виробничий прямооточний водопровід*** - водопровід, в якому вода після використання безпосередньо скидається в каналізацію
7. ***Виробничий водопровід з повторним використанням води*** - водопровід, в якому вода, використана в технології одного цеху, не скидається в каналізацію, а використовується на інші технологічні потреби

8. ***Виробничий водопровід з оборотним водопостачанням*** - водопровід, в якому вода подається з місцевої очисної споруди на виробничо-технологічні потреби по трубопроводу та йде назад в очисну споруду по трубопроводу
9. ***Витяжний зонт*** - такий різновид місцевого відсмоктування, коли повітроприймальний пристрій знаходиться на деякій відстані від джерела виділення шкідливості і навколишнє повітря може вільно поступати в зону дії відсмоктувача
10. ***Внутрішня каналізація будівель*** - система трубопроводів і пристроїв, що відводять стічні води з будівель, включаючи зовнішні випуски до оглядових колодязів
11. ***Водомірний вузол*** - ділянка водопровідної труби безпосередньо після вводу водопроводу, яка має водомір, манометр, запірну арматуру та обвідну лінію
12. ***Водопровід*** - це напірна система, в якій вода може переміщатися в будь-якому напрямі під впливом різниці натисків, від більшого натиску до меншого натиску
13. ***Дефлектор*** - спеціальний пристрій в системі з природною вентиляцією, що дозволяє створювати розрідження при будь-яких напрямках вітру
14. ***Димові гази*** - високотемпературні газоподібні продукти, що утворюються при спалюванні органічного палива в твердому, рідкому або газоподібному виді
15. ***Дренчерні установки*** - напіваавтоматичні установки, призначені для створення водяних завіс з дрібних крапель під час пожежі
16. ***Каналізація*** - сукупність інженерних споруд і заходів, що виконують: прийом стічних вод у місцях їхнього утворення (внутрішні каналізаційні пристрої);

транспортування стічних вод до очисних споруд (по каналізаційних зовнішніх мережах); очищення й знешкодження їх (на очисних станціях); скидання очищених вод у водойму (водоспуски)

17. Кондиціонування повітря

- автоматична підтримка в закритих приміщеннях усіх або окремих його параметрів (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху) на певному рівні, з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, або ведення технологічного процесу

18. Насос

- обладнання на водопроводі, яке призначене для підвищення тиску всередині водопровідних труб

19. Опалення

- штучний, за допомогою спеціальних установок або систем, обігрів приміщень будівлі для компенсації тепловтрат і підтримки в них температурних параметрів на рівні, визначуваному умовами теплового комфорту для людей, що знаходяться в приміщенні, або вимогами технологічних процесів, що протікають у виробничих приміщеннях

20. Опалення конвективне

- опалення, при якому температура внутрішнього повітря $t_{в.н.}$ підтримується на більш високому рівні, чим радіаційна температура приміщення t_R ($t_{в.н.} > t_R$)

21. Опалення променисте

- опалення, при якому температура внутрішнього повітря $t_{в.н.}$ підтримується на нижчому рівні, чим радіаційна температура приміщення t_R ($t_{в.н.} < t_R$)

22. Опалювальні прилади

- елементи для передачі теплоти в приміщення

23. Опалювальний сезон

- період опалення будівель впродовж року

24. Повітряний душ

- місцевий, спрямований на людину потік повітря

25. *Повітряна завіса* – пристрій, який влаштовується з метою запобігти попаданню повітря через технологічні отвори або ворота з однієї частини будівлі в іншу, або зовнішнього повітря у виробничі приміщення
26. *Радіаційна температура* - усереднена температура поверхонь, обернених в приміщення, вчислена відносно людини, яка знаходиться в середині цього приміщення
27. *Районна центральна система опалення* - система опалення, яка для групи будівель опалюється з центральної теплової станції, що стоїть окремо
28. *Система водопостачання* - комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі водоспоживачам
29. *Системи водяного опалення з природною циркуляцією* - гравітаційні системи, в яких циркуляція води виникає за рахунок різниці гідростатичного тиску двох стовпів води однакової висоти під дією гравітаційного поля Землі
30. *Системи водяного опалення примусовою циркуляцією* - системи, в яких циркуляція води здійснюється за допомогою циркуляційних насосів
31. *Системи водяного опалення двотрубні* - системи з двома стояками: подаючого, який транспортує воду до опалювальних приладів і зворотного, який відводить воду в зворотний магістральний трубопровід
32. *Системи водяного опалення однотрубні* - системи, які характеризуються наявністю тільки одного стояка
33. *Система опалення* - сукупність конструктивних елементів із зв'язками між ними, призначених для отримання, перенесення і передачі в приміщення, що обігріваються, кількості теплоти, необхідної для підтримки температури на заданому рівні

34. **Системи опалення місцеві** - системи, в яких основні елементи (теплогенератор, теплопроводи, опалювальні прилади) конструктивно об'єднані в одному пристрої та встановлені по місту в опалювальному приміщенні
35. **Системи опалення центральні** - системи, в яких теплогенератор та комплекс теплопроводів і теплопередавальних поверхонь територіально розташовані в різних місцях, тобто винесені за межі опалювальних приміщень або взагалі за межі будинку
36. **Спринклерні установки** - автоматичні установки, призначені для створення площадкового зрошування водою при гасінні пожежі
37. **Стояк** - будь-який вертикальний трубопровід
38. **Стічна вода** - вода, що була використана для різних потреб в побуті або на виробництві і отримала при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні якості
39. **Теплогенератор** - джерело теплової енергії з вузлом приготування теплоносія (при місцевому теплопостачанні – теплогенератор, при централізованому теплопостачанні – теплообмінник)
40. **Теплоносій** - речовина, яка акумулює теплоту, а потім передає її від генератора теплоти до теплоспоживаючих пристроїв санітарно-технічної системи
41. **Теплопровід (трубопровід)** - елемент для перенесення теплоти від теплогенератора до опалювальних приладів. Розводящі трубопроводи з'єднують джерело теплової енергії і вузол приготування теплоносія з гілками системи. Гілки трубопроводів з'єднують розводящі трубопроводи з підведеннями до опалювальних приладів

42. *Циркуляційне кільце* - 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 до теплового пункту (або котла)
43. *Циркуляція* - рух води кільцем

6. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Тести з I модулю «Опалення. Основи будівельної теплотехніки»

1. Вкажіть припустимі норми в обслуговуваній зоні житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях в теплий період року:

а) температура $t \leq +28\text{ }^{\circ}\text{C}$; відносна вологість повітря $\varphi \leq 65\%$; швидкість руху повітря $v \leq 0,5\text{ м/с}$;

б) $t \leq +28\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 65\%$; $v \leq 0,2\text{ м/с}$;

в) $t \leq +25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 65\%$; $v \leq 0,5\text{ м/с}$;

г) $t \leq +25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 75\%$; $v \leq 0,1\text{ м/с}$.

2. Вкажіть припустимі норми в обслуговуваній зоні житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях в холодний період року та перехідних умовах:

а) $t = + (18-22)\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 65\%$; $v \leq 0,2\text{ м/с}$;

б) $t = + (20-25)\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 65\%$; $v \leq 0,1\text{ м/с}$;

в) $t = + (18-22)\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 60\%$; $v \leq 0,2\text{ м/с}$;

г) $t = + (15-20)\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi \leq 65\%$; $v \leq 0,5\text{ м/с}$.

3. За якою формулою визначається опір теплопередачі розрахункової конструкції?

а) $R = R_1 + R_2 + \dots + R_k$;

б) $R = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_k}$;

в) $R = \frac{\lambda_1}{\delta_1} + \frac{\lambda_2}{\delta_2} + \dots + \frac{\lambda_k}{\delta_k} + R_{н.ш.}$;

г) $R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + R_{н.ш.}$.

4. За якою формулою визначають опір теплопередачі огорожувальних конструкцій?

а) $R = \frac{\lambda_1}{\delta_1} + \frac{\lambda_2}{\delta_2} + \dots + \frac{\lambda_k}{\delta_k} + R_{н.ш.}$;

б) $R = R_g (t_g - t_n) \cdot n$;

в) $R = R_g + R_n + R_3$;

г) $R = R_g - R_n + R_3$.

5. За якою формулою розраховується теплова потужність системи водяного опалення?

- а) $Q = Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 + Q_2 - Q_3$;
- б) $Q = 0,337 \cdot S_n \cdot h \cdot (t_g - t_n)$;
- в) $Q = \sum Q_a + Q_e$;
- г) $Q = 0,7 \cdot B \cdot (H + 0,8 \cdot P) \cdot (t_g - t_3)$.

6. За якою формулою визначається поверхня нагрівальних приладів для систем з водяним опаленням?

- а) $F = \frac{L}{q_{\phi}}$;
- б) $F = \frac{Q}{k \cdot (t_{cp.m} - t_g)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$;
- в) $F = \frac{0,086 \cdot Q \cdot S}{t_g - t_n}$;
- г) $F = \frac{Q}{K \cdot (t_{cp.m} - t_{cp.v})}$.

7. Які бувають системи опалення, в залежності від виду використовуваного теплоносія?

- а) повітряні, водяні, парові, змішані;
- б) водяні, парові, змішані;
- в) водяні, повітряні, змішані;
- г) повітряні, водяні, парові.

8. Вкажіть основну різницю між центральною та місцевою системами опалення:

- а) наявність генератору теплоти;
- б) наявність теплопередавальної поверхні;
- в) вид використовуваного теплоносія;
- г) територіальне розташування генератору теплоти та теплопередавальної поверхні.

9. На підприємствах громадського харчування з числом місць до 50 чол. застосовують системи опалення:

- а) центральні;
- б) місцеві;
- в) центральні та місцеві;
- г) змішані.

10. За способом транспортування теплоносія системи опалення бувають:

- а) з природною та примусовою циркуляцією;
- б) гідростатичні та гідродинамічні;

- в) вертикальні та горизонтальні;
- г) напірні та мимовільні.

11. За кількістю труб, що підключаються до нагрівальних приладів системи опалення бувають:

- а) однозахідні, багатозахідні;
- б) однотрубні, багатотрубні;
- в) однотрубні, двотрубні;
- г) однотрубні, двотрубні, трьохтрубні.

12. За положенням труб, що з'єднують нагрівальні прилади, системи опалення бувають:

- а) вертикальні, горизонтальні;
- б) осьові, співвісні;
- в) прямокутні, косокутні;
- г) паралельні, перпендикулярні.

13. За розташуванням магістралей відносно до нагрівальних приладів системи опалення бувають:

- а) з однотрубною та двотрубною розводкою;
- б) з верхньою та нижньою розводкою;
- в) з вертикальною та горизонтальною розводкою;
- г) з однорівневою та багаторівневою розводкою.

14. За напрямом руху води системи опалення бувають:

- а) зустрічні, попутні;
- б) подавальні, оборотні;
- в) з верхньою та нижньою подачею;
- г) вертикальні, горизонтальні.

15. Шлях руху теплоносія по трубопроводах називають:

- а) кругообігом;
- б) циркуляцією;
- в) циркуляційним кільцем;
- г) водообігом.

16. Вкажіть основне призначення розширювального бачка в системі водяного опалення:

- а) видалення повітря з системи;
- б) видалення залишків води;
- в) показує рівень переливу води в системі;
- г) сигналізує о залишку води в трубопроводі.

Тести з II модулю «Вентиляція і кондиціонування»

1. Якщо повітря в приміщенні змінюється за рахунок проникнення зовнішнього повітря через пори, нещільність в огорожах, квартирки, двері та ін., то такі системи називають:

- а) місцевими;
- б) відкритими;
- в) з природною спонукою;
- г) з примусовою спонукою.

2. Системи вентиляції, яки забезпечують в приміщеннях не тільки зміну повітря, але й автоматично підтримують задані параметри мікроклімату, називаються:

- а) системами кондиціонування;
- б) мікрокліматичними системами;
- в) параметричними системами;
- г) повітряними системами.

3. За способом подачі повітря в зони приміщення системи вентиляції бувають:

- а) природні, примусові, витяжні;
- б) місцеві, загальнообмінні, комбіновані;
- в) припливні, витяжні, примусові;
- г) природні, примусові, припливні.

4. Як визначається кратність повітрообміну в приміщенні?

а) $n = \frac{d}{i}$;

б) $n = \frac{i}{d}$;

в) $n = \frac{V}{L}$;

г) $n = \frac{L}{V}$.

5. Як визначається необхідний повітрообмін для видалення вуглекислого газу?

а) $L = \frac{U}{P_{ном} - P_{пр}}$;

б) $L = \frac{Q_{заг}}{(I_{yx} - I_{np}) \cdot \gamma}$;

в) $L = F \cdot q_{\phi}$;

г) $L = n \cdot V$.

6. Як визначаються тепловиділення від їжі, що остигає?

а) $Q = \frac{k \cdot W_{\text{з.ї.}}}{r + C_n \cdot t_{\text{с.р.}}}$;

б) $Q = \frac{g \cdot c \cdot (t_{\text{II}} - t_K) \cdot n_1}{\tau}$;

в) $Q = q_{\text{осм}} \cdot F_{\text{осм}} \cdot k \cdot \beta$;

г) $Q = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2$.

7. Як визначається необхідна кількість вентиляційного повітря?

а) $L = F \cdot q_{\Phi}$;

б) $L = n \cdot V$;

в) $L = \frac{U}{P_{\text{ном}} - P_{\text{пр}}}$;

г) $L = \frac{Q_{\text{заг}}}{(I_{\text{yx}} - I_{\text{np}}) \cdot \gamma}$.

8. Загальнообмінна вентиляція, при якій зовнішнє повітря проникає усередину приміщень за рахунок різниці об'ємних вагів та тиску зовнішнього і внутрішнього повітря називається:

а) повітрообміном;

б) кондиціонуванням;

в) аерацією;

г) вентиляцією.

9. Механічна вентиляція буває:

а) припливною, витяжною, місцевою, загальнообмінною та комбінованою;

б) природною та примусовою;

в) природною, примусовою, припливною та витяжною;

г) місцевою, загальнообмінною та комбінованою.

10. За якою формулою визначається поверхня нагрівання калориферів?

а) $F = 3600 \frac{D}{Q}$;

б) $F = \frac{Q}{K \cdot (t_{\text{ср.м}} - t_{\text{ср.н}})}$;

в) $F = \frac{Q}{k \cdot (t_{\text{ср.м}} - t_{\text{в}})} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$;

$$\text{г) } F = \frac{V}{K_p}.$$

11. За якою формулою визначається продуктивність кондиціонера по повітрю?

$$\text{а) } L = \frac{Q_n}{(I_{yx} - I_{np})\gamma};$$

$$\text{б) } L = F \cdot q_\Phi;$$

$$\text{в) } L = n \cdot V;$$

$$\text{г) } L = (I_{np} - I_{yx})\gamma.$$

12. Дефлектори це:

а) пристрої, які підвищують ефективність припливного повітрообміну;

б) пристрої, які підвищують ефективність витяжного повітрообміну;

в) пристрої, які підвищують ефективність примусового повітрообміну;

г) пристрої, які підвищують ефективність природного повітрообміну.

13. Вкажіть які бувають типи фільтрів:

а) осередкові, рулонні;

б) сухі, масляні;

в) електричні, механічні;

г) природні, примусові.

14. Ефективність природної вентиляції невелика і тому її застосовують при протяжності каналів не більше:

а) 6 метрів;

б) 8 метрів;

в) 10 метрів;

г) 20-25 метрів.

15. До яких типів вентиляційних пристроїв можливо віднести ковпак, зонт, кільцевий повітровід?

а) місцеві;

б) природні;

в) загальнообмінні;

г) комбіновані.

16. Пристрій, який служить для підігріву припливного повітря в холодний період року називається:

а) випарник; б) конденсатор; в) калорифер; г) обігрівач.

Тести з III модулю «Водопостачання і каналізація»

1. За функціональним призначенням системи водопостачання поділяються на:

- а) господарські, питні, виробничі;
- б) холодного та гарячого призначення;
- в) господарсько-питні, виробничі, протипожежні;
- г) водоприймальні, водопідйомні, водонапірні.

2. За сферою обслуговування системи водопостачання поділяються на:

- а) міські та промислові;
- б) об'єднані та роздільні;
- в) магістральні та розподільні;
- г) питні та непитні.

3. За видом об'єктів системи водопостачання поділяються на:

- а) підземні, поверхневі;
- б) міські, групові;
- в) ґрунтові, артезіанські, джерельні;
- г) міські, селищні, промислові.

4. За тривалістю дії системи водопостачання поділяються на:

- а) періодичні та централізовані;
- б) тимчасові та постійні;
- в) гідростатичні та гідродинамічні;
- г) напірні та мимовільні.

5. За способом підйому води системи водопостачання поділяються на:

- а) гравітаційні та з механічною подачею води;
- б) руслові та берегові;
- в) тупикові, кільцеві;
- г) односторонні, двосторонні.

6. За характером використання системи водопостачання поділяються на:

- а) горизонтальні, вертикальні, похилі;
- б) прямоточні, зворотні, з повторним використанням води;
- в) природні, примусові, ґрунтові;
- г) ґрунтові, артезіанські, джерельні.

7. Вкажіть середню норму споживання води на добу на 1 жителя упорядженого міста:

- а) до 250 літрів;
- б) до 300 літрів;
- в) до 350 літрів;
- г) до 400 літрів.

8. Вкажіть які бувають способи розташування трубопроводу усередині будівлі:

- а) тупиковий або кільцевий;
- б) з відкритою або схованою прокладкою;
- в) вертикальний або горизонтальний;
- г) з верхньою або нижньою подачею.

9. Для обліку витрат води застосовуються:

- а) монometri;
- б) вакуумметри;
- в) водоміри;
- г) віскозиметри.

10. Максимальна температура в мережі гарячого водопостачання має встановлювати не більше:

- а) $+60^{\circ}\text{C}$;
- б) $+65^{\circ}\text{C}$;
- в) $+70^{\circ}\text{C}$;
- г) $+75^{\circ}\text{C}$.

11. За розташуванням магістралей системи гарячого водопостачання бувають:

- а) з верхньою або нижньою розводкою;
- б) стрічні, попутні;
- в) вертикальні, горизонтальні;
- г) подавальні, оборотні.

12. За якою формулою визначається необхідна кількість гарячої води?

а) $G = G_{зм} \frac{t_{зм} - t_x}{t_2 - t_x};$

б) $G = G_{зм} \frac{t_2 - t_x}{t_{зм} - t_x};$

в) $G = \frac{t_{зм} - t_x}{t_2 - t_x};$

г) $G = \frac{t_2 - t_x}{t_{зм} - t_x}.$

13. За якою формулою визначається поверхня нагрівання

водонагрівача?

- а) $F = \frac{l, l}{k \cdot \Delta t}$;
- б) $F = \frac{k \cdot \Delta t}{l, l \cdot Q}$;
- в) $F = \frac{l, l \cdot Q}{k \cdot \Delta t}$;
- г) $F = \frac{\Delta t}{l, l \cdot Q}$.

14. Арматура внутрішніх водогінних мереж підрозділяється на:

- а) водорозбірну, запірну, регулювальну;
- б) змішувальну, змивну, регулювальну;
- в) засувну, водорозбірну, запірну;
- г) запірну, розподільну, засувну.

15. Що таке каналізація?

- а) стічні рідини;
- б) система транспортування стічних рідин;
- в) система трубопроводів, необхідних для переміщення стічних рідин до спеціально відведених місць;
- г) сукупність інженерних споруд і заходів, що виконують прийом, транспортування, очищення й знешкодження а також скидання стічних вод.

16. Вкажіть на які три категорії розділяють стічні рідини за походженням:

- а) господарські, фекальні, виробничі;
- б) господарсько-фекальні, виробничі, атмосферні;
- в) виробничі, атмосферні, фекальні;
- г) господарські, атмосферні, виробничі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беккер А. Системы вентиляции / Пер. с нем. Казанцевой Л.Н., под редакцией Резникова Г.В. - М.: Техносфера; Евроклимат, 2005 - 232 с. - (Библиотека климатехники).
2. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Белова Е.М. - М.: Евроклимат, 2006. - 640 с. - (Библиотека климатехника).
3. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами / Белова Е.М. - М.: Евроклимат, 2003. - 400 с.
4. Бурцев С.И. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха : учебн.-справ. пособие / [С.И. Бурцев, А.В. Блинов, Б.С. Востров и др.] ; под общ. ред. В.Е. Минина. - СПб.: Профессия, 2005. - 376 с.
5. Бутова А.П. Інженерне обладнання будівель : метод. вказівки для викон. дом. контрольної роботи для студ. заоч. форми навчання напряму підготов. 6.140101 «Готел.-ресторан. справа» / М-во освіти і науки України, Донец. Нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. орг. та упр. якістю ресторан. госп-ва / А.П. Бутова, В.М. Гавриленко, І.В. Кошавка. - Донецьк: [ДонНУЕТ], 2009. - 71 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / [В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканами и др.] ; под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. [4-е изд., перераб. и доп.] - М.: Стройиздат, 1990. - 344 с. - (Справочник проектировщика).
7. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.2. Водопровод и канализация / [Ю.Н. Саргин, Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др.] ; под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. [4-е изд., перераб. и доп.] - М.: Стройиздат, 1990. - 247 с. - (Справочник проектировщика).
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / [В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.] ; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. - [4-е изд., перераб. и доп.] - М.: Стройиздат, 1992. - 319 с. - (Справочник проектировщика).
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / [Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.] ; под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И.

Шиллера. - [4-е изд., перераб. и доп.] - М.: Стройиздат, 1992. - 416 с. - (Справочник проектировщика).

10. Гавриленко В.М. Основи промислового будівництва і санітарної техніки : навч. посіб. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. орг. та упр. якістю ресторан. госп-ва / В.М. Гавриленко, В.П. Оліфіров. - Донецьк : [ДонНУЕТ], 2009 - 296 с.

11. Гавриленко В.М. Інженерне обладнання будівель : метод. вказівки для провед. практич. занять для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготов. 6.140101 «Готел.-ресторан. справа» / М-во освіти і науки України, Донец. Нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. орг. та упр. якістю ресторан. госп-ва / В.М. Гавриленко, А.П. Бутова, І.В. Кощавка. - Донецьк: [ДонНУЕТ], 2009. - 70 с.

12. Гершкович В.Ф. Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование / Гершкович В.Ф. - К.: Укрархстройинформ, 2001. - 37 с. [с изм. №1 и №2, введ. в действ. Госстроем Украины в 1996, 1999 гг.].

13. Змеул С.Г. Архитектурная типология зданий и сооружений : учеб. для вузов / С.Г. Змеул, Б.А. Маханько. - М.: Архитектура-С, 2004. - 240 с.

14. Інженерне обладнання будівель : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.С. Кравченко, Л.А. Саблій, В.І. Давидчук, Н.В. Кравченко ; [за ред. В.С. Кравченко]. - К.: Видав. дім «Професіонал», 2008 - 480 с.

15. Инженерное оборудование зданий и сооружений : энциклопедия / [гл. ред. С.В. Яковлев]. - М.: Стройиздат, 1994. - 512 с.

16. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учеб. / [Бухаркин Е.Н., Овсянников В.М., Орлов К.С. и др.] ; под ред. Ю.П. Соснина. - М.: Высшая школа, 2001. - 415 с.

17. Кедров В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий : учеб. для вузов / В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. - М.: Стройиздат, 1989. - 495 с.

18. Кузьмін О.В. Інженерне обладнання будівель : засоби діагностики знань студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготов. 6.140101 «Готел.-ресторан. справа» в умовах ECTS / О.В. Кузьмін; М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. орг. та упр. якістю ресторан. госп-ва. - Донецьк : [ДонНУЕТ], 2011. - 22 с.

19. Ляпина И.Ю. Индустриальная база гостиниц и туристских комплексов : [учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений] / Ляпина И.Ю., Игнатьева Т.Л., Безрукова С.В. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 272 с.

20. Перелік чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів станом на 1 січня 2011 року : під ред. Т.І. Власюка. - К.: НВПІ «Інтерукраїна-софт», 2011. - 263 с.

21. Покотилев В.В. Системы водяного отопления / Покотилев В.В. – Вена: «HERZ Armaturen», 2008. – 160 с.

22. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха / Адольф Адамович Рымкевич. АВОК Северо-Запад, СПб, 2003. - 272 с.

23. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства : учеб. для вузов / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. - СПб.: Политехника, 2001. - 423 с.

24. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / Ананьев В.А., Балыева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. [3-е изд.]. - М.: Евроклимат, 2001. - 416 с.

25. Сканава А.Н. Отопление : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство», специальности 290700 / Сканава А.Н., Махов Л.М. - М.: АСВ, 2002. - 576 с.

26. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – К.: КиевЗНИИЭП. – 1996. – 89 с.

27. Сологаев В.И. Водоснабжение и водоотведение : учебное пособие / Сологаев В.И. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2013. – 49 с.

28. Справочник по теплоснабжению и вентиляции / [Щекин Р.В., Кореневский С.М., Бем Г.Е. и др.] ; кн. 1-я. [изд. 4-е, перераб. и доп.]. – К.: Будівельник, 1976. - 416 с.

29. Стефанов Е.В. Инженерные системы зданий. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Евгений Васильевич Стефанов. - СПб.: Авок Северо-Запад, 2005. - 399 с.

30. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе : справ. изд. / Тищенко Н.Ф. - М.: Химия, 1991. - 368 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 - Розрахункова температура повітря та кратність повітрообміну в приміщеннях

Приміщення	Температура повітря, °С	Кратність повітрообмінів	
		приток	витяжка
Зал, роздавальна, буфет	+16	3 розрахунку	
Вестибюль, аванзал	+16	2	-
Приміщення для продажу напівфабрикатів та кулінарних виробів, білизняна	+16	2	2
Гарячий цех, приміщення для випікання кондитерських виробів	+ 5	3 розрахунку	
Цехи: доготовочний, холодний, м'ясний, рибний, птахопереробний, обробки зелені та овочів; приміщення для фреонових холодильних установок	+16	3	4
Приміщення для випікання борошняних виробів	+16	1	2
		3 розрахунку, але не більше	
Мийні столового та кухонного посуду, мийні тари	+20	4	6
Хліборізка, сервізна	+16	1	1
Комора сухих продуктів	+12	-	2
Комора інвентарю	+12	2	2
Комора для овочів, солінь, квашень	+ 5	-	2
Комора для вино-горілчаних виробів	+12	-	1
Експедиція, завантажувальна	+16	3	-
Кабінет лікаря	+20	-	1
Кабінет директора, контора, каса	+18	1	1
Приміщення завідуючого виробництвом	+18	2	-
Душові	+25	5	5
Роздягальні при душових	+23	По балансу душових	
Туалети (самостійна вентиляція з розрахунку 50 м ³ /год на 1 унітаз та 25 м ³ /год на 1 пісуар)	+16	-	-

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова географічна широта, град. п.ш.	Барометричний тиск, гПа	Період року	Параметри А			Параметри Б			Середньодобова амплітуда темпера- тури повітря, °С	Розрахункова зимова температура для проектування вентиляції, °С	Середня зимова температура для проект. опалення, °С	Тривалість опалювального періоду, діб
				Температура, °С	Питома ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Питома ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с				
Бердянськ	46	1010	тепл. холод.	25,9 -7	53,9 -2,5	1 1	30,5 -19	63 -17,8	1 1	12,5 -	-9	-0,8	177
Вінниця	48	970	тепл. холод.	23 -10	53,6 -6,7	2,8 7,1	27,3 -21	56,9 -19,7	2,8 5,2	11,9 -	-10	-1,1	189
Джанкой	46	1010	тепл. холод.	27,8 -5	58,9 0	1 1	32,4 -17	63 -15,5	1 1	14 -	-3	1,7	158
Дніпропетровськ	48	1010	тепл. холод.	26,5 -9	54 -5,4	1 7	31 -23	57,4 -22	1 5,7	11,3 -	-9	-1,0	175
Донецьк	49	1010	тепл. холод.	25,3 -10	54,7 -6,7	1 6,2	30,4 -23	53,9 -22,2	1 6,2	13,9 -	-10	-1,8	183
Євпаторія	45	1010	тепл. холод.	26,8 -3	63 -2,7	4 7,1	31,4 -16	67 -14,2	4 7,1	8,4 -	-3	2,4	149
Житомир	48	990	тепл. холод.	23,1 -9	50,5 -5,2	1 5,4	27,7 -22	54,7 -21	1 5,4	10,8 -	-9	-0,8	192
Запорозжя	48	1010	тепл. холод.	27,1 -8	55,7 -5,4	1 7,8	31,2 -22	58,6 -21,2	1 7,1	12,5 -	-9	-0,7	175
Івано-Франківськ	48	970	тепл. холод.	22,8 -9	54,7 -5,4	1 5,8	27,4 -20	58,9 -18,9	1 5,8	11,2 -	-9	-0,1	184
Ізмаїл	44	1010	тепл. холод.	27,2 -5	58,6 0	1 1	31,8 -14	61,5 -11,7	1 7	11,8 -	-5	1,7	153
Керч	44	1010	тепл. холод.	26 -4	60,7 1,3	4,1 10,2	30,3 -15	62,8 -13	4,1 9	11 -	-4	2,2	153
Київ	51	990	тепл., холод.	23,7 -10	53,6 -6,7	1 5,3	28,7 -22	56,1 -20,7	1 4,2	10,8 -	-10	-1,1	187

Продовження таблиці Б.1

Кіровоград	48	990	тепл. холод.	25,8 -5,4	55,3 -5,4	1 6,7	29,7 -22	57,4 -20,7	1 5,7	12,9 -	-9	-1,0	185
Луганськ	48	1010	тепл. холод.	27,4 -10	56,3 -6,7	1 6,7	31,8 -25	58,6 -24,3	1 5,2	13,9 -	-10	-1,9	183
Луцьк	52	970	тепл. холод.	22,6 -8	50,5 -4,2	1 6,3	27,2 -20	54,7 -18,9	1 6,3	10,3 -	-8	-0,2	187
Львов	48	970	тепл. холод.	22,1 -9	53,2 -2,5	1 7,1	26,4 -19	57,4 -17,6	1 5,1	10,6 -	-9	-0,2	191
Любашевка	49	990	тепл. холод.	25,4 -9	54,7 -5	1 1	30 -20	58,9 -18,9	1 1	11,1 -	-9	0,0	169
Маріуполь	48	1010	тепл. холод.	26,6 -9	57,8 -5,4	3,6 12	31,8 -23	60,7 -22,2	3,6 8	11,4	-9	-0,8	177
Миколаїв	48	1010	тепл. холод.	27,9 -7	58,2 -2,9	3,2 11	31 -20	62 -18,6	3,2 10	12,5 -	-7	0,4	168
Одеса	48	1010	тепл. холод.	25 -6	59 -1,3	3,3 12	28,6 -18	62 -18,3	3,3 11	8,8 -	-6	0,8	168
Полтава	48	990	тепл. холод.	24,5 -11	53,6 -8	4,4 6,8	29,4 -23	56,5 -21,9	4,4 6,2	11,5 -	-11	-1,9	187
Рівно	52	970	тепл. холод.	22,6 -9	51,5 -5,4	1 6,8	25,1 -21	55,3 -19,7	1 5,1	10,7 -	-9	-0,5	191
Севастополь	44	1010	тепл. холод.	25 0	60,7 -7,1	2,3 10,2	29,4 -11	64,5 -8,4	2,3 9	8,5 -	0	4,4	137
Сімферополь	44	970	тепл. холод.	26,1 -4	59,5 -7,1	1 1,3	31,8 -15	63,2 -14	1 8	14 -	-4	1,9	158
Слав'янськ	48	990	тепл. холод.	27,1 -10	54,4 -6,7	1 6,8	31,2 -23	58,2 -24,3	1 5,2	13,2 -	-10	-1,5	181
Суми	52	990	тепл. холод.	23,6 -12	50,5 -9,2	1 5,9	28,2 -24	54,7 -23,7	1 5,9	10,7 -	-12	-2,5	195
Тернопіль	48	970	тепл. холод.	22,1 -9	52,8 -5	1 7,1	26,8 -21	57,4 -19,7	1 5,1	11,8 -	-9	-0,5	190
Ужгород	48	990	тепл. холод.	24,2 -6	54,4 -1,3	1 6	28,1 -18	58,6 -16,3	1 4,3	11,1 -	-6	1,6	162
Умань	48	990	тепл. холод.	24,1 -9	53,6 -5	1 7,1	28,7 -22	57,8 -19,7	1 5,7	12,7 -	-10	-2,0	190

Продовження таблиці Б.1

Феодосія	45	1010	тепл. холод.	26,3 -2	63 1,3	1 6	30,9 -15	67 -13	1 6	8,2 -	-4	2,2	153
Харків	50	990	тепл. холод.	25,1 -11	52,8 -8	1 6,7	29,4 -23	56,1 -22,2	1 6,1	11,8 -	-11	-2,1	189
Херсон	48	1010	тепл. холод.	29 -7	57,8 -2,9	1 9,9	30,6 -19	61,5 -17,8	1 8	12,7 -	-7	0,6	167
Хмельницький	48	970	тепл. холод.	22,9 -9	54,7 -5,4	1 5,7	27,5 -21	53,9 -20,1	1 5,7	10,9 -	-8	0,2	164
Черкаси	50	990	тепл. холод.	24,5 -9	54,7 -5,2	1 1	29,1 -22	58,9 -21	1 1	11,2 -	-9	-1,0	189
Чернігів	52	990	тепл. холод.	23,2 -10	51,5 -6,7	1 4,2	27,8 -23	54,4 -21,9	1 3,8	11 -	-10	-1,7	191
Чернівці	48	970	тепл. холод.	23,8 -9	54,7 -5,4	1 5,4	28,4 -20	58,9 -18,9	1 5,4	10,6 -	-9	-0,2	179
Ялта	44	1010	тепл. холод.	26,3 -1	61,1 8	1 9	30,5 -6	64,5 -2,5	1 8,7	8,4 -	1	5,2	126

Примітки:

1. Для інших населених пунктів розрахункові параметри зовнішнього повітря слід приймати згідно з розташованими поряд містами, вказаними в таблиці.
2. Кількість градусо-днів опалювального періоду зазначено для приміщень із температурою +18 С. Для приміщень з іншою

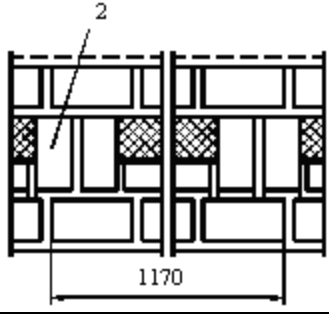
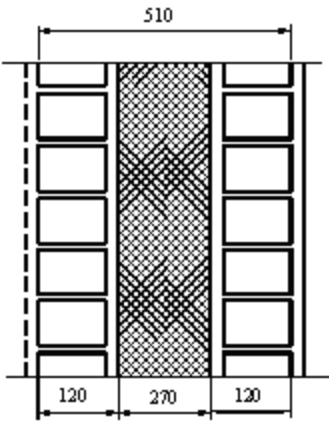
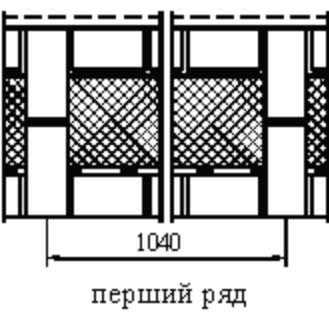

температурою варто застосовувати коефіцієнт $k = \frac{t_i - t_{нд.і}}{18 - t_{нд.і}}$,

де $t_{ср.о}$ – середня температура опалювального періоду, °С;

t_n – температура повітря в приміщенні, °С.

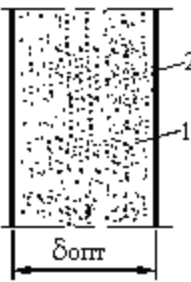
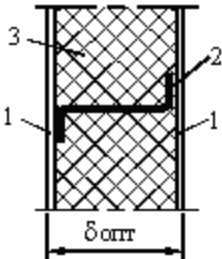
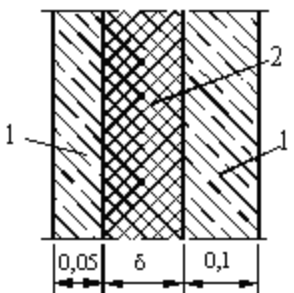
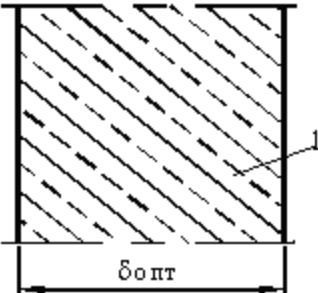
3. Параметри зовнішнього повітря для житлових, громадських, адміністративно-побутових та виробничих приміщень слід приймати: параметри А – для систем вентиляції повітряного душирования та кондиціонування будівель третього класу для теплого періоду року; параметри Б – для систем опалення, вентиляції, повітряного душирования и кондиціонування для холодного періоду року та систем кондиціонування будівель другого класу для теплого періоду року. Для систем кондиціонування споруд другого класу слід приймати температуру зовнішнього повітря для теплого періоду року на 2 °С и питому ентальпію на 2 кДж нижче встановлених для параметрів Б.

Таблиця В.1 - Теплотехнічні характеристики цегляних будівельних конструкцій

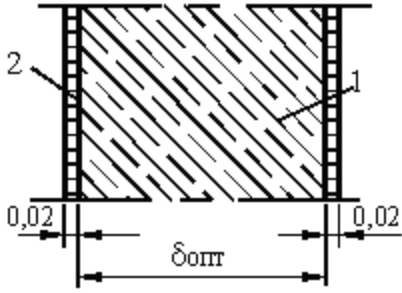
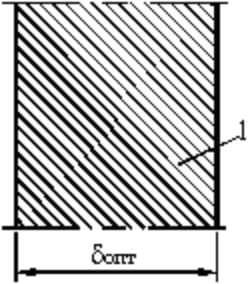
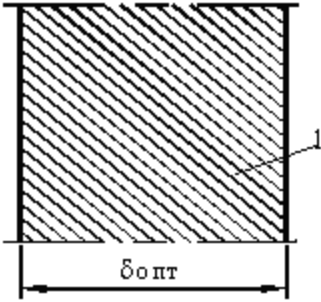
№	Схема конструкції, основні розміри	Матеріали	Опір теплопередачі, R_0 , ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт
1		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 140 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,59
2		Суцільна силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,26
3		Суцільна силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,29
4		Дірчаста силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,30
5		Дірчаста силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,32
6		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,33
7		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,35
8		Суцільна силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,6
9		Суцільна силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,63
10		Дірчаста силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,64
11		Керамічна дірчаста цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,67
12		Керамічна дірчаста цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,69

Додаток Г

Таблиця Г.1 - Конструктивні рішення стін

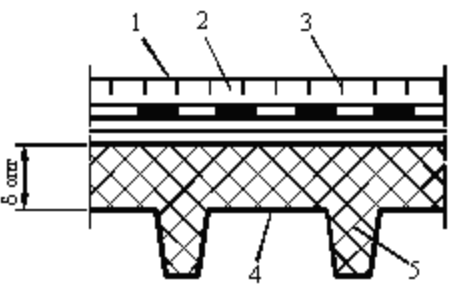
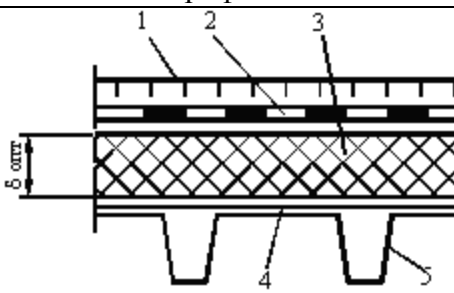
№	Схема конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
1	 <p>1 - сталевий профільований лист; 2 - пінополіуретан</p>	Пінополіуретан	50	0,04	0,04
2	 <p>1 - сталевий профільований лист; 2 - сталевий профіль; 3 - мінераловатні плити</p>	Мінераловатні плити	150	0,068	0,075
3	 <p>1 - залізобетон; 2 - теплоізоляція</p>	Пінополістирол ПСБ	40	0,041	0,05
4		Мінераловатні плити марки 175	175	0,072	0,075
5	 <p>1 - теплоізоляція</p>	Ніздрюватий бетон	800	0,33	0,37

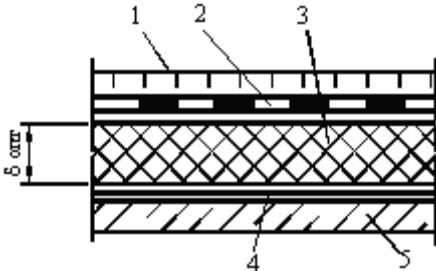
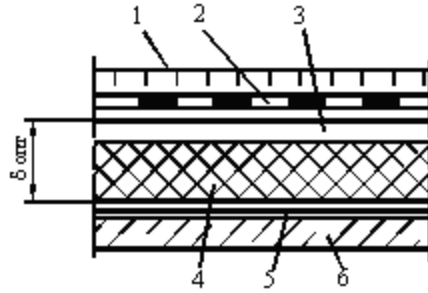
Продовження таблиці Г.1

№	Схема конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
6	 <p>1 - керамзитобетон; 2 -цементно-пісковий розчин</p>	Керамзитобетон	1100	0,38	0,46
7			1300	0,5	0,58
8	 <p>1 - теплоізоляція</p>	Цегла або камені керамічні пустотні на цементно-піщовому розчині	1400	0,52	0,58
9	 <p>1 - теплоізоляція</p>	Цегла керамічна повнотіла на цементно-піщовому розчині	1800	0,7	0,8

Додаток Д

Таблиця Д.1 - Конструктивні рішення покриттів

№	Ескіз конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
1	 <p>1 - гравій на антисептувальній мастиці, $\delta = 0,02$ м; 2 - чотири шари рулонного водозізоляційного килима; 3 - мішковий папір або шар руберойду; 4 - теплоізоляція; 5 - сталевий профільований настил</p>	Пінополіуретан заливальний	50	0,04	0,04
2		Фенольний пінопласт заливальний	100	0,052	0,076
3	 <p>1 - гравій на антисептувальній мастиці, $\delta = 0,02$ м; 2 - чотири шари рулонного водозізоляційного килима; 3 - теплоізоляція; 4 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 5 - сталевий профільований настил</p>	Плити фенольні ФРП – 1	100	0,052	0,076
4		Плити мінераловатні підвищеної твердості	200	0,07	0,076
5		Плити полістирольні ПСБ – С	40	0,041	0,05
6		Плити мінераловатні підвищеної твердості	200	0,07	0,076

№	Ескіз конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°C), для умов експлуатації	
				А	Б
7	 <p>1 – гравій на антисептувальній мастиці, $\delta = 0,02$ м; 2 - три шари рулонного водозізоляційного килима; 3 - теплоізоляція; 4 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 5 - залізобетонна плита, $\delta = 0,03$ м</p>	Плити фенольні ФРП – 1	100	0,052	0,076
8*	 <p>1 – гравій на антисептувальній мастиці, $\delta = 0,01$ м; 2 - три шари рулонного водозізоляційного килима; 3 - цементно-пісковий розчин марки 50, $\delta = 0,015$ м і $\delta = 0,025$ м (по керамзитовому гравію); 4 - теплоізоляція; 5 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 6 - залізобетонна плита, $\delta = 0,03$ м</p>	Плити з ніздрюватого бетону	400	0,14	0,15
9		Плити фібролітові	300	0,11	0,14
10		Керамзитобетон	500	0,17	0,23
			600	0,20	0,26
11		Керамзитовий гравій	500	0,15	0,17
	600		0,17	0,20	

* Комплексна залізобетонна плита

Таблиця Е.1 - Теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів і виробів

Матеріал	Густина матеріалу в сухому стані, ρ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·°C), для умов експлуатації	
		А	Б
I. Бетони й розчини			
1. Залізобетон	2500	1,92	2,04
2. Бетон на гравії або щебені із природного каменю	2400	1,74	1,86
3. Керамзитобетон на керамзитовому піску й керамзитобетон	600	0,20	0,26
4. Те саме	500	0,17	0,23
5. Перлігобетон	600	0,19	0,23
6. Газо- і пінобетон, газо- і піносілікат	600	0,22	0,26
7. Те саме	400	0,14	0,15
8. Те саме	300	0,11	0,13
9. Цементно-пісковий розчин	1800	0,76	0,93
10. Цементно-шлаковий розчин	1400	0,52	0,64
11. Те саме	1200	0,47	0,58
12. Цементно-перліговий розчин	1000	0,26	0,30
13. Те саме	800	0,21	0,26
II. Цегляна кладка й облицювання природним каменем			
14. Глиняна цегла звичайна суцільна на цементно-пісковому розчині	1800	0,70	0,81
15. Керамічна пустотна цегла на цементно-пісковому розчині	1600	0,58	0,64
16. Силікатна цегла суцільна на цементно-пісковому розчині	1800	0,76	0,87
17. Силікатна пустотна цегла на цементно-пісковому розчині	1500	0,70	0,81
18. Граніт, гнейс і базальт	2800	3,49	3,49
19. Мармур	2800	2,91	2,91
III. Дерево, вироби з нього й інших органічних матеріалів			
20. Сосна і ялина поперек волокон	500	0,14	0,18
21. Сосна і ялина уздовж волокон	500	0,29	0,35
22. Плити деревоволокнисті й деревостружкові	600	0,13	0,16
23. Те саме	400	0,11	0,13
24. Те саме	200	0,07	0,08
25. Плити фібролітові на портландцементі	600	0,18	0,23
26. Те саме	400	0,13	0,16
27. Те саме	300	0,11	0,14
28. Клоччя	150	0,08	0,07
IV. Теплоізоляційні матеріали			
29. Плити напівтверді й тверді мінераловатні на синтетичному й бігумному зв'язувальному	350	0,09	0,11
30. Те саме	300	0,087	0,09
31. Те саме	200	0,076	0,08
32. Пінополістирол	150	0,052	0,06
33. Те саме	100	0,041	0,052
34. Пінопласт ПХВ-1	125	0,06	0,064
35. Те саме	100	0,05	0,052

Продовження таблиці Е.1

36. Пінополіуретан	100	0,05	0,05
37. Плити з резольно фенолформальдегідного пінопласту	100	0,052	0,076
38. Перлігопластбетон	200	0,052	0,06
39. Те саме	100	0,041	0,05
40. Перлігофосфогелеві плити	300	0,08	0,12
41. Те саме	200	0,07	0,09
42. Гравій керамзитовий	400	0,13	0,14
43. Те саме	300	0,12	0,13
44. Те саме	20	0,11	0,12
45. Щебінь шунгізитовий	400	0,13	0,14
46. Щебінь із доменного шлаку, шлакової пемзи й аглопориту	400	0,14	0,16
47. Щебінь і пісок зі здутого перлігу	400	0,087	0,09
48. Те саме	200	0,076	0,08
49. Піноскло або газоскло	400	0,12	0,14
50. Те саме	300	0,11	0,12
51. Те саме	200	0,08	0,09
V. Покрівельні, гідроізоляційні й лицевальні матеріали			
52. Листи азбестоцементні	1800	0,47	0,52
53. Бігуми нафтові	1400	0,27	0,27
54. Бігуми нафтові	1200	0,22	0,22
55. Те саме	1000	0,17	0,17
56. Асфальтобетон	2100	1,05	1,05
57. Бігумоперліт	400	0,12	0,13
58. Те саме	300	0,09	0,099
59. Руберойд	600	0,17	3,53
60. Лінолеум, плівкові полімерні матеріали	1800	0,38	0,38
61. Те саме	1600	0,33	0,33
62. Те саме	1400	0,23	0,23
VI. Метали й скло			
63. Сталь арматурна	7850	58	58
64. Чавун	7200	50	50
65. Алюміній	2600	221	221
66. Мідь	8500	407	407
67. Скло віконне	2500	0,76	0,76

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 - Нормативи опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, що огорожують, житлово-цивільних будинків і споруд

№ п/п	Найменування конструкцій, що огорожують	Нормативні значення опору теплопередачі конструкцій, що огорожують, (м ² ·°C)/Вт			
		1 зона > 3501 * Г.—Д.	2 зона 3001 – 3500 Г.—Д.	3 зона 2501 - 3000 Г.—Д.	4 зона < 2500 Г.—Д.
А. НОВЕ БУДІВНИЦТВО					
1.	ЗОВНІШНІ СТІНИ Великопанельні, монолітні та об'ємнооболонкові з утеплювачами: а) із полімерних матеріалів б) із мінералвати або ін. матеріалів	2,5 2,2	2,4 2,1	2,2 1,9	2,0 1,8
2.	Блочні: а) із ніздрюватого бетону б) з пористими заповнювачами	2,0 1,8	1,9 1,7	1,7 1,5	1,5 1,3
3.	Цегляні, с керамічних каменів та дрібних блоків : а) прошаркові з утеплювачем; б) багатощарові	2,2 1,6	2,1 1,5	1,9 1,4	1,7 1,2
4.	ПОКРИТТЯ ТА ПЕРЕКРИТТЯ Покриття та перекриття горищ (крім “теплих” 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 неопалювальними підвалами : а) із світовими отворами в стінах; б) без світових отворів в стінах	2,5 2,3	2,4 2,2	2,2 2,0	3,0 1,8
7.	ВІКНА ТА БАЛКОНІ ДВЕРІ	0,50	0,42	0,42	0,39
Б. РЕКОНСТРУКЦІЯ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ					
1.	Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2.	Покриття та перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3.	Перекриття над проїздами та підвалами	Як для нового будівництва			
4.	Вікна та балкони і двері				

Примітки:

1. Визначення температурних зон заданого району будівництва та реконструкції виконується по схемі температурних зон України (додаток Д). При необхідності температурна зона може бути визначена по кількості градусо-днів опалювального періоду відповідно формулі:

$$\tilde{I}_{\Delta\Delta} = (t_a - t_{i.\tilde{i}.}) \cdot z_{i.\tilde{i}.},$$

де $HI\Delta$ - кількість градусо-днів;

$t_B = +18$ °С - розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_{o.n.}$ - середня температура опалювального періоду, °С;

$z_{o.n.}$ - тривалість опалювального періоду, днів.

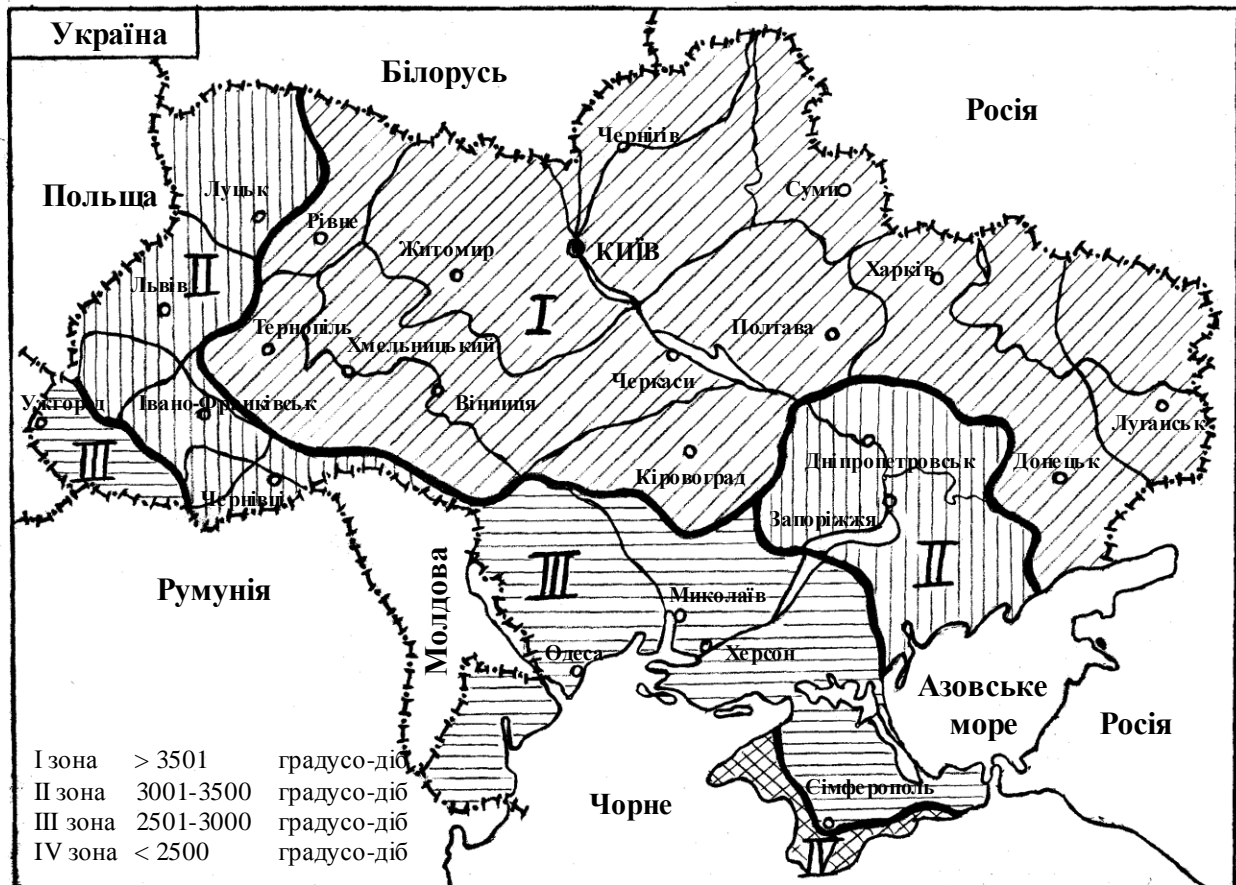
2. Якщо розрахункова температура внутрішнього повітря більше (менше) $t_B = 18^\circ\text{C}$, то для усіх огорожуючих конструкцій (крім вікон та балконних дверей) табличні величини збільшуються (зменшуються) в розмірі 5% на кожний градус.

3. Опір теплопередачі огорожуючих конструкцій "теплих" горищ призначається тепловим розрахунком згідно до "Рекомендацій по проектуванню залізобетонних дахів з теплим горищем". - М.: ЦПДІЕП житла, 1977.

*) г.-д. – кількість градусо-днів

Додаток 3

Таблиця 3.1 - Карта-схема температурних зон України



Додаток І

Таблиця І.1 - Опір теплопередачі заповнень, світлових прорізів (вікон, балконних дверей, ліхтарів)

Заповнення світлового прорізу	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Одинарне засклення в дерев'яних рамах	0,17
Одинарне засклення в металевих рамах	0,15
Подвійне засклення в дерев'яних спарених рамах	0,37
Подвійне засклення в металевих спарених рамах	0,31
Подвійне засклення в дерев'яних роздільних рамах	0,38
Подвійне засклення в металевих роздільних рамах	0,34
Подвійне засклення вітрин у металевих роздільних рамах	0,31
Потрійне засклення в дерев'яних рамах (спарена та одинарна)	0,52
Потрійне засклення в металевих рамах	0,48

Додаток К

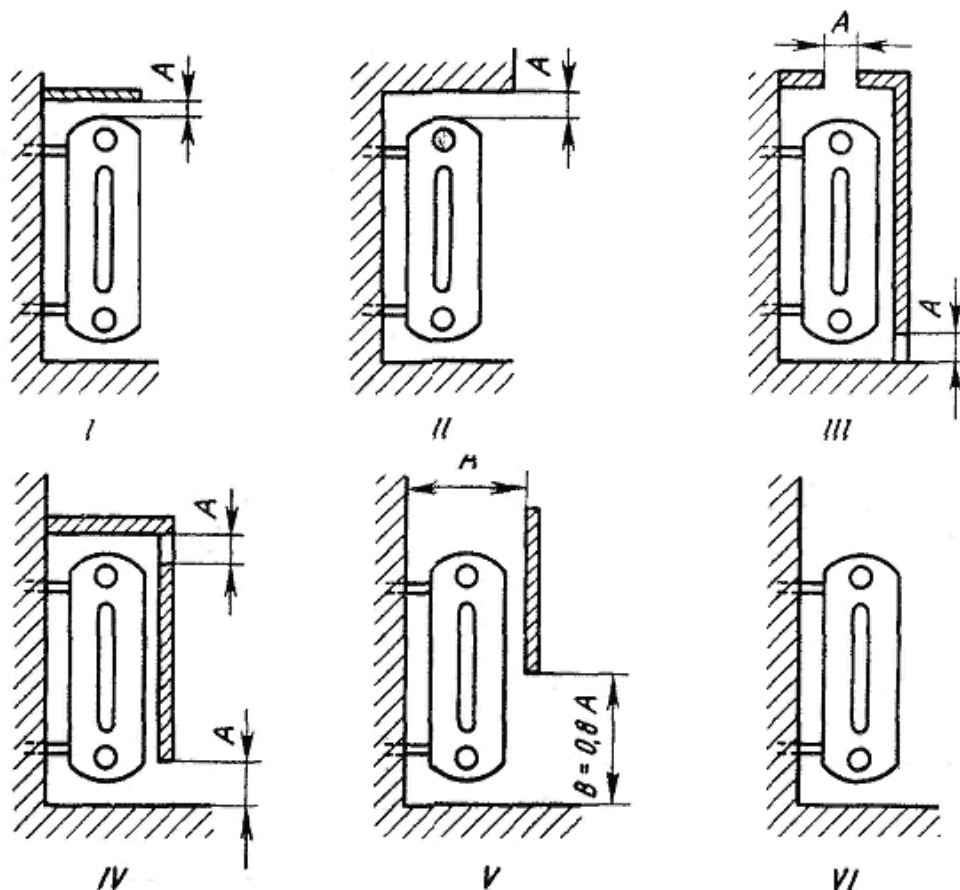
Таблиця К.1 - Повторюваність вітру за напрямками світла

Найменування населених пунктів	Повторюваність вітру за напрямками світла, %															
	Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.	Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
	січень								липень							
Вінниця	12	13	7	11	15	14	14	14	23	11	5	6	8	8	14	25
Луганськ	5	10	27	15	5	12	17	9	10	13	13	7	4	11	23	19
Дніпропетровськ	9	13	10	15	15	13	9	16	17	9	6	5	9	8	15	31
Маріуполь	9	23	24	3	4	12	12	13	12	11	8	6	10	15	13	25
Житомир	8	12	6	13	14	15	18	14	13	9	5	6	7	11	24	25
Запоріжжя	13	17	14	12	13	13	10	8	22	19	8	5	9	10	10	17
Кам'янець-Подільський	9	5	10	35	6	2	7	26	18	5	4	12	6	5	11	39
Керч	13	18	12	4	14	8	9	22	21	11	4	6	11	8	16	23
Київ	11	10	11	12	9	11	20	16	18	12	8	7	5	8	18	24
Кіровоград	14	10	8	16	12	12	14	14	24	13	7	5	6	7	15	23
Конотоп	7	8	15	15	14	16	15	10	15	10	10	7	7	9	17	25
Луцьк	4	4	8	13	18	14	23	17	7	6	7	8	10	12	26	24
Львів	4	6	9	16	12	18	23	12	7	7	5	7	9	14	31	20
Мелітополь	11	20	24	10	6	9	12	8	20	16	9	7	10	9	13	16
Миколаїв	15	21	12	11	10	10	8	13	23	18	4	3	6	14	9	23
Одеса	19	15	11	5	8	11	14	17	22	8	3	6	15	12	12	22
Полтава	8	13	14	14	11	16	14	10	15	15	11	7	6	9	17	20
Рівно	7	5	8	13	14	14	27	12	10	7	5	8	7	11	29	23
Севастополь	13	30	10	8	22	7	5	5	6	16	22	2	9	7	20	18
Сімферополь	5	23	11	17	12	19	7	6	6	12	17	20	6	14	17	8
Судак	60	2	1	2	10	10	2	13	50	6	1	1	22	10	2	8
Тернопіль	7	5	10	19	14	8	18	19	11	6	7	9	6	8	22	31
Ужгород	10	10	14	40	8	2	4	12	14	18	11	15	9	7	6	20
Умань	11	10	8	16	11	12	12	20	18	10	6	5	6	7	13	35
Харків	9	12	16	17	10	12	13	11	17	14	12	9	4	9	14	21
Херсон	16	23	17	12	7	7	8	10	22	14	9	5	7	18	10	15
Хуст	4	19	36	9	3	6	18	5	7	22	20	9	5	15	19	8
Чернігів	10	10	11	12	14	14	16	13	18	9	10	7	7	8	17	24
Чернівці	3	2	19	20	4	6	10	36	6	3	8	11	4	7	18	43
Ялта	31	6	18	3	4	7	6	25	29	5	14	10	14	2	4	22

Примітка: Пд. – південь, Пн. – північ, Сх. – схід, Зх. – захід.

Таблиця Л.1 - Значення коефіцієнту β_1 , що враховує спосіб приєднання приладу в приміщенні

Спосіб монтажу приладу	Розмір щілин А, в мм	Поправочний коефіцієнт, β_1
І. Прилад установлений біля стіни без ниші та перекритий дошкою у вигляді полиці	40	1,05
	80	1,03
	100	1,02
ІІ. Прилад встановлений в стінній ниші глибиною більш 130 мм	40	1,11
	80	1,07
	100	1,06
ІІІ. Прилад встановлений у стіни без ниші і закритий дерев'яною шафою	220	1,13
ІV. Прилад закритий дерев'яною шафою з щілиною у верхній частині передньої стінки	130	
щілини відкриті		1,2
щілини закриті сіткою		1,3
V. Прилад встановлений біля стіни без ниші та закритий щитом (екраном), який не доходить до підлоги	-	0,9



Додаток М

Таблиця М.1 - Характеристика нагрівальних приладів

Найменування нагрівального приладу	Поверхня приладу		Будівельні габаритні розміри				Ємність, дм ³	Вага, кг
	м ²	екм	висота		ширина	глибина		
			повна	монтажна				
Радіатори чавунні (на одну секцію)								
М-140	0,25	0,31	582	500	96	140	1,43	7,5
М-140-АО	0,29	0,35	582	500	96	140	1,42	7,0
М-90	0,2	0,26	582	500	96	96	1,6	6,6
РД-90	0,2	0,27	582	500	96	96	1,5	6,9
Панелі сталеві штамповані (на одну панель)								
МЗ-500-1	0,64	0,83	564	500	518	42	2,7	7,5
МЗ-500-2	0,96	1,25	564	500	766	42	4	11
МЗ-500-3	1,2	1,56	564	500	952	42	5	13,8
МЗ-500-4	1,6	2,08	564	500	1262	42	6,6	18,8
МЗ-350-1	0,43	0,6	406	350	518	42	1,5	5,8
МЗ-350-2	0,64	0,89	406	350	766	42	2,25	8,6
МЗ-350-3	0,83	1,16	406	350	1014	42	2,8	10,8
МЗ-350-4	1,06	1,49	406	350	1262	42	3,75	14,4
Бетонна панель П4								
одностороння тепловіддача	-	0,97	700	-	1600	40-55	-	-
двостороння тепловіддача	-	1,57	700	-	1600	40-50	-	-
Бетонна панель П8								
одностороння тепловіддача	-	1,39	730	-	1600	40-50	-	-
двостороння тепловіддача	-	2,41	730	-	1600	40-50	-	-

Додаток Н

Таблиця Н.1 - Значення поправного коефіцієнту a при $t_g = 16^\circ\text{C}$

Розрахункова зовнішня температура $t_{3.o.}, ^\circ\text{C}$	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Значення коефіцієнту поправочного a	1,38	1,25	1,02	0,97	0,93	0,90	0,87	0,85

Додаток О

Таблиця О.1 - Кількість теплоти й вологи, що виділяється людьми

Показники	Температура повітря в робочій зоні, °С					
	10	15	20	25	30	35
При легкій роботі (споживачі)						
Тепловиділення, кДж/год						
явне.....	545	440	356	230	147	21
сховане.....	105	126	189	293	377	206
повне.....	650	566	545	524	524	524
Вологовиділення, кг/год	0,04	0,055	0,075	0,115	0,150	0,2
При роботі середньої важкості (обслуговуючий персонал)						
Тепловиділення, кДж/год						
явне.....	587	482	377	251	147	21
сховане.....	189	272	356	461	566	691
повне.....	775	754	733	712	712	712
Вологовиділення, кг/год	0,07	0,11	0,14	0,185	0,23	0,28

Додаток П

Таблиця П.1 - Теплонадходження від сонячної радіації скрізь закленні поверхні, кДж/(м²·год.)

Характер заклення	Значення q _{ост} при орієнтації по сторонам свігла та географічній широті, град. п. ш.															
	південь				південний схід і південний захід				схід і захід				північний схід і північний захід			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Вікна з подвійним закленням із рамами:																
дерев'яними	461	522	522	612	660	461	522	612	522	522	612	612	270	270	270	252
металевими	594	666	666	756	461	594	666	756	666	666	720	756	342	342	342	342
Ліхтарі з подвійним вертикальним закленням із переплетінням:																
дерев'яним	504	612	612	630	414	522	630	630	612	612	666	666	312	312	312	388
металевим	540	666	666	720	461	594	720	720	666	666	756	756	360	360	360	342

Примітка. Для заклених поверхонь, орієнтованих на північ, q₃ = 0.

Додаток Р

Таблиця Р.1 - Теплонадходження від сонячної радіації через покриття $q_{покр.}$, кДж/(м²·год.)

Вид покриття	Значення $q_{покр.}$ при графічній широті, град п.ш.			
	35	45	55	65
Плоске безгорищне	86,4	75,6	61,2	50,4
з горищем	21,6	21,6	21,6	21,6

Додаток С

Таблиця С.1 - Кількість вуглекислого газу, що виділяється від однієї людини

Вікові категорії та характер роботи	Виділення вуглекислоти	
	л/год	г/год
Доросла людина: в стані відпочинку або при спокійній роботі (в закладах ресторанного господарства).....	23	35
при фізичній роботі: легкій.....	30	45
важкій.....	45	68
Діти до 12 років.....	12	18

Додаток Т

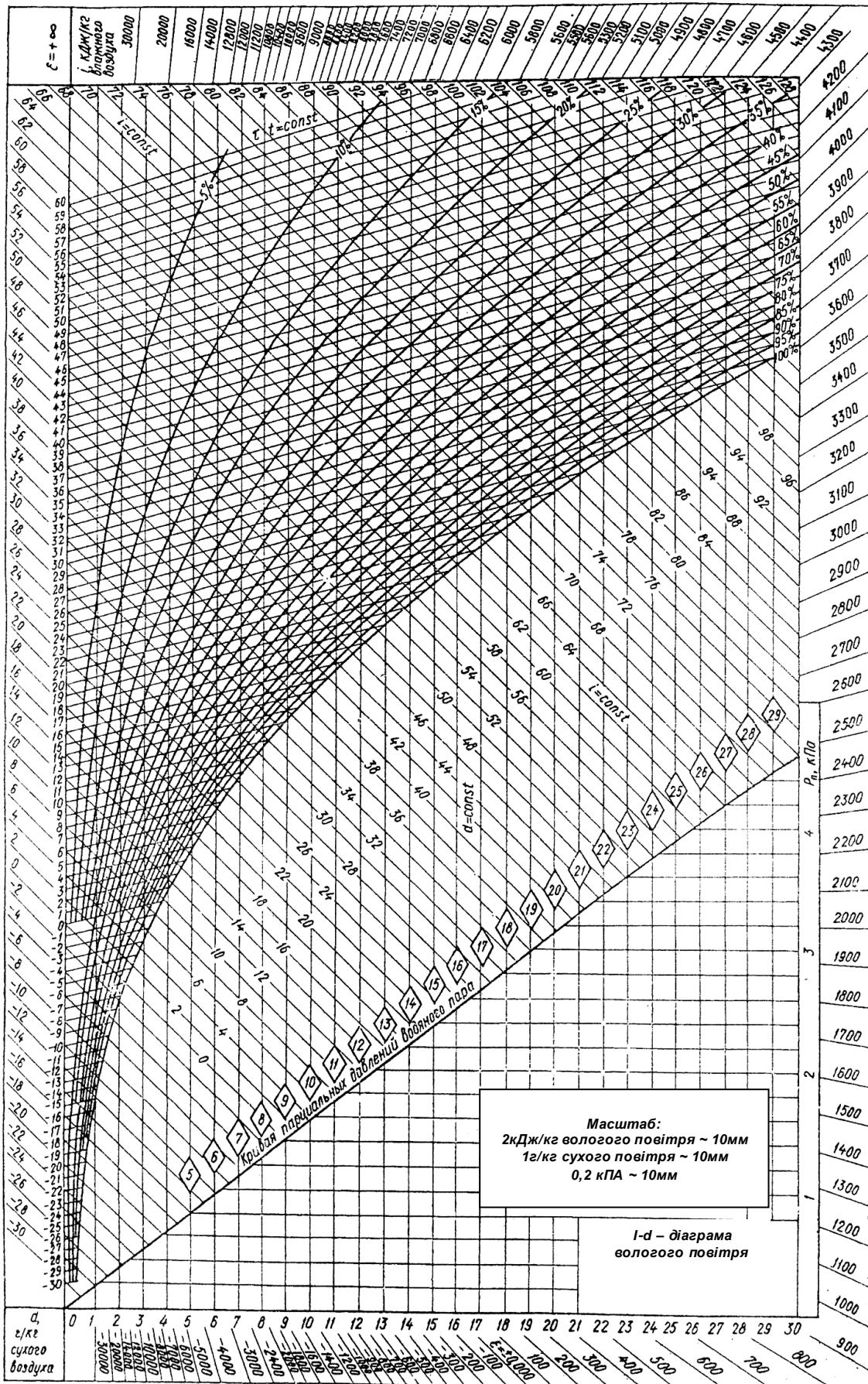
Таблиця Т.1 - Характеристика електричного теплового модульованого секційного обладнання

Обладнання	Тип, марка	Паспортна потужність, кВт	Коефіцієнт завантаження	Кількість виділюваної вологи, кг/год.
Плита	ПЕСМ-4Ш	18,8	0,65	7,5
Плита	ПЕСМ-2ДО	3,8	0,65	1
Марміт	МЕСМ-60	4	0,5	0,8
Шафа смажна	ШОЕСМ-2	8	0,5	1
Фритюрниця	ФЕСМ-20	4,5	0,65	1,5
Сковорода	СЕСМ-0,2	6	0,5	1,2
Сковорода	СЕСМ-0,5	13	0,5	2,4
Котел	КПЕСМ-60	8,6	0,3	2,1
Теплові стійки	СРТЕСМ	2	0,5	-

Таблиця У.1 - Характеристика теплового обладнання

Назва обладнання	Марка	Номинальна потужність обладнання, кВт	Коефіцієнт завантаження	Об'ємна витрата повітря на одиницю обладнання при встановленні МВО, м ³ /год	
				видалений	припливний
Плита	ПЭСМ-4Ш	18,8	0,65	750	400
Плита	ПЭСМ-2НШ	7,2	0,65	750	400
Плита	ПЭСМ-1Н	3,6	0,65	210	125
Плита	ПЭ-0,17	4,0	0,8	250	200
Плита	ПЭ-0,51	12,0	0,8	150	400
Казан	КПЭ-100	15	0,3	45	-
Казан	КПЭ-60	9,45	0,3	45	-
Казан	КПЭ-40	7,5	0,3	45	-
Казан	КПЭСМ-60	8,0	0,3	450	250
Казан	КЭ-100	18,9	0,8	550	400
Пристрій варильний	УЭВ-40 (60)	9,45	0,8	650	400
Шафа для смажіння	ШЖЭСМ-2	9,6	0,5	500	-
Шафа для смажіння	ШЖЭ-0,51	8,0	0,8	400	-
Шафа для смажіння	ШЖЭ-0,85	12,0	0,8	500	-
Шафа для смажіння	ШЖЭ-0,85	12	0,5	500	-
Шафа для смажіння	ШЖЭ-0,51	8	0,5	400	-
Шафа пекарська	ЭШ-3М	16,2	0,5	1150	-
Шафа пекарська	ШПЭСМ-3	12	0,5	1000	-
Шафа для розстоювання	КЭП-400	-	0,5	3000	-
Сковорода	СЭ-0,22	5,0	0,8	450	400
Сковорода	СЭ-0,45	11,5	0,8	700	400
Фритюри-ця	ФЭСМ-20	7,5	0,65	330	125
Фритюри-ця	ФЭ-20	7,5	0,8	350	200
Марміт	МЭСМ-110	4,9	0,5	250	250
Марміт	МСЭ-0,84	2,5	0,8	300	200
Апарат пароварок-ний	ПЭСМ-2	10	0,3	1000	-
Апарат пароварок-ний	ПЭСМ-1	5	0,3	500	-
Апарат пароварок-ний	АПЭ-23А	7,5	0,8	650	400
Кип'ятильник	КНЭ-50	6	0,3	35	-
Кип'ятильник	КНЭ-25	3	0,3	35	-
Машина мийна	ММУ-2000	40,8	0,3	800	-
Машина мийна	ММУ-1000	38,6	0,3	800	-
Машина мийна	ММУ-500	25,5	0,3	200	-
Машина мийна	ММУ-250	25,5	0,3	200	-
Стіл для очищення цибулі	СПЛ	-	0,3	350	-
Шашлична піч	ШР-2	0,18	0,3	700	-

Таблиця Ф.1 - I-d діаграма вологого повітря



Додаток Х

Таблиця Х.1 - Залежність густини повітря (γ) від його середньої температури (t)

$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$
1	1,288	11	1,243	21	1,201	31	1,161
2	1,284	12	1,229	22	1,197	32	1,157
3	1,279	13	1,235	23	1,193	33	1,154
4	1,275	14	1,230	24	1,189	34	1,150
5	1,270	15	1,226	25	1,185	35	1,146
6	1,265	16	1,222	26	1,181	36	1,142
7	1,261	17	1,217	27	1,177	37	1,139
8	1,256	18	1,213	28	1,173	38	1,135
9	1,252	19	1,209	29	1,169	39	1,132
10	1,248	20	1,203	30	1,165	40	1,128

Додаток Ц

Таблиця Ц.1 - Технічні характеристики масляних фільтрів моделі ФоРБ

Параметри	ФоРБ
Пропускна здатність, $\text{м}^3/\text{год}$, не більше	1540
Питоме повітряне навантаження, $\text{м}^3/(\text{год м}^2)$	7000
Початкове аеродинамічний опір, Па, не більше	50
Ефективність очищення, %	80±5
Пилоємність фільтру, г/м^2	2300+100
Габаритні розміри фільтру, мм не більше	
довжина	514
ширина	514
площа робочого перетину, м^2	0,25
Маса, кг, не більше	6,0

Навчальне видання

Кузьмін Олег Володимирович, канд. техн. наук, доц.

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

Навчальний посібник

для студентів напряму підготовки
6.140101 «Готельно-ресторанна справа»
денної та заочної форм навчання

Технічний редактор *О.М. Дідур*

Зведений план 2012 р., поз. № 333
Підписано до друку _____ 2014 р. Формат 60 x 84 / 16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк - ризографія. Ум. друк. арк. _____
Обл.-вид. арк. _____ Тираж 300 прим. Зам. № _____

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 31
Редакційно-видавничий відділ ННПТ
83023, м. Донецьк, вул. Харитонова, 10. Тел.: (062) 297-60-50

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3470 від 28.04.2009 р.