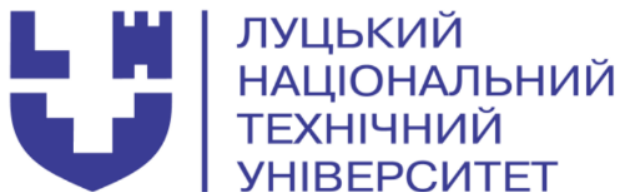


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



## **ІНЖИНІРИНГ ІНФРАСТРУКТУРИ КРАФТОВИХ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Опорний конспект лекцій  
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
освітньо-професійної програми «Крафтові харчові технології»  
галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво  
спеціальності G13 Харчові технології  
денної та заочної форм навчання

**ЛУЦЬК 2026**

УДК 664:631.147(075.8)  
І38

Затверджено вченою радою факультету митної справи, матеріалів та технологій ЛНТУ, протокол № від 2026 року.

Голова вченої ради факультету ММТ \_\_\_\_\_ Валентина ТКАЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ.  
Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Наталія. ПОЛЩУК

Рекомендовано до видання на засіданні кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ, протокол № від 2026 року

Запівідувач кафедри харчових технологій та хімії  
\_\_\_\_\_ Ігор ДУДАРЄВ

Укладач: \_\_\_\_\_ Володимир САЙ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ Юрій ГУНЬКО, кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Ігор ДУДАРЄВ, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій та хімії ЛНТУ

І38 Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв [Текст]: Опорний конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Крафтові харчові технології» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. В. Сай. Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 146 с.

Опорний конспект лекцій містить матеріали лекцій з дисципліни «Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв» і рекомендовану літературу.

## ПЕРЕДМОВА

Опорний конспект лекцій укладено відповідно до робочої програми курсу «Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв», може використовуватися здобувачами вищої освіти для вивчення лекційного курсу з дисципліни «Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв» під час самостійної роботи.

Метою вивчення дисципліни є набуття здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати проблеми наукового та технічного характеру у сфері крафтових харчових виробництв та у процесі навчання, що передбачає застосування визначених теорій та методів відповідної науки і характеризується певною невизначеністю умов і вимог. Інжиніринг включає в себе створення, моделювання, масштабування відповідного рішення для поставленого завдання або цілі.

Завданнями вивчення дисципліни є формування здатності на основі науково-практичного світогляду вирішувати проблеми постійного підвищення ефективності виробництва, здійснення інновацій, організації використання сучасних енергозберігальних технологій, бережливого ставлення до застосовуваних матеріальних і трудових ресурсів, забезпечувати ведення технологічних процесів за оптимальними режимами із застосуванням ефективного технологічного обладнання, використовувати чинну законодавчу базу та довідкові матеріали.

Після завершення вивчення дисципліни студент повинен набути наступні результати навчання:

1. Відшукувати систематизувати та аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел для вирішення професійних та наукових завдань у сфері харчових технологій.

2. Приймати ефективні рішення, оцінювати і порівнювати альтернативи у сфері харчових технологій, у тому числі у невизначених ситуаціях та за наявності ризиків, а також в міждисциплінарних контекстах

5. Обирати та впроваджувати у практичну виробничу діяльність ефективні технології, обладнання та раціональні методи управління виробництвом з урахуванням світових тенденцій розвитку харчових технологій.

4. Розробляти та впроваджувати інноваційні і крафтові технології виробництва харчових продуктів.

5. Мати навички щодо надання інжинірингових послуг з підготовки виробництва крафтових харчових продуктів та забезпечення ефективного функціонування його інфраструктури.

## **Лекція 1. Створення об'єктів інфраструктури у крафтових виробництвах харчових продуктів**

1. *Основні терміни і поняття. Компоненти інжинірингу.*
2. *Моделі відповідальності інжинірингу.*
3. *Вимоги до виконавця підрядних робіт.*
4. *Консультаційний інжиніринг.*
5. *Технологічний інжиніринг.*
6. *Будівельний інжиніринг.*
7. *Організаційно-управлінський інжиніринг.*
8. *Інклюзивний інжиніринг.*

### **1. Основні терміни і поняття. Компоненти інжинірингу**

*Інженер* – освідчений фахівець, який займається інженерією, тобто має здатність поєднувати прикладні наукові знання, математику та винахідництво і творить нові об'єкти.

*Інжиніринговий проект* – відокремлений комплекс робіт для створення об'єкту, з урахуванням типових етапів, ролей і послуг, процесів і функцій інжинірингових компаній, баз технічних знань і компетенцій спеціалістів.

*Моделі розподілу відповідальності учасників інжинірингових проектів* – типові варіанти зон відповідальності в проектах (для замовника, підрядника, інженера).

*Типові послуги інжинірингових компаній* – консалтинг, проектування, комплектація, будівництво, управління проектами.

*Бізнес-процеси інжинірингових компаній* – процесне подання виконуваних компаніями робіт.

Під час проектування і створення виробничої інфраструктури об'єкта інженер виконує роль допомагає будівельнику, або консультує його з питань забезпечення функціонування створюваного об'єкта і рішень транспортних та інформаційних систем, систем управління, бізнес-систем, систем інфраструктури тощо. Така діяльність зазвичай здійснюється у формі відокремленого проекту вироблення інжинірингового рішення або у формі сервісних послуг. Типовими формами виконання діяльності інжиніринговими компаніями є проекти та послуги.

Ключові процеси створення об'єкту інфраструктури: інвестування, створення, експлуатація та утилізація.

### **2. Моделі відповідальності інжинірингу**

В загальному інвестиційному процесі «ініціювання – створення об'єкта – експлуатація – утилізація або реконструкція» етап створення

(будівництва) об'єкта займає друге місце. У здійсненні будівництва об'єкта центральну роль грають чотири процеси:

- *E* (*engineering* – проектування);
- *P* (*procurement* – поставки, комплектація);
- *C* (*construction* – створення об'єкту, будівництво);
- *PM* (*project management* – управління проектом).

Тут з'являється ще одне, більш вузьке трактування терміну «інжиніринг» як діяльності по проектуванню систем, тоді як більш широке розуміння під інжинірингом розуміють реалізацію в проекті усіх зазначених процесів.

Основні ключові процеси створення об'єкта представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Ключові процеси створення об'єкта

При реалізації інвестиційних проектів процеси можуть виконуватися спеціалізованими організаціями як окремо, так і в різних комбінаціях. Наприклад, широке поширення отримує *EPC-підряд*, що представляє собою комплексне виконання робіт з проектування, організації постачання і створення об'єкта:

$$EPC = E + P + C$$

В подібних проектах інжиніринг відіграє роль стрижня всього циклу реалізації проекту – від формування ідеї до створення об'єкта. У практиці сучасного бізнесу зустрічаються різні варіанти делегування інженеру (інжинірингової компанії) відповідальності за реалізацію базових процесів створення об'єкта.

Варіанти розподілу сфер *EPC*-відповідальності, в залежності від ролі учасників у проєктах створення об'єкта, зручно охарактеризувати за допомогою матриць відповідності «види діяльності – виконавці» (рис. 1.2).

Традиційна модель (інженер-інвестор)			
процес \	Е	Р	С
Виконавець			
Замовник (інвестор)	X	X	
підрядник			X
Інженер-консультант (інжинірингова компанія)			

Рисунок 1.2 – Традиційна модель «інженер-інвестор»

У таких матрицях стовпці характеризують типові форми інжинірингових послуг: проєктування; комплектація; будівництво. Рядки характеризують учасників проєкта: замовник; підрядник; інженер-консультант.

Хрестики (X) в матриці вказують сферу відповідальності учасника проєкту, тобто відповідність «процес – виконавець».

На питання, хто з учасників відповідає за ефективне виконання інжинірингових функцій в проєкті, сучасна практика дає три відповіді, які часто зустрічаються: замовник (інвестор); *EPC*-підрядник, або будівельний генпідрядник (будівельна компанія); незалежний консультант (інжинірингова фірма).

Розподіл *EPC*-відповідальностей (ролей) учасників інжинірингових проєктів представлено на рис. 1.3–1.4.

Традиційна модель (інженер-інвестор)			
процес	Е	Р	С
Виконавець			
Замовник (інвестор)			
підрядник			×
Інженер-консультант (інжинірингова компанія)	×	×	

Рисунок 1.3 – Традиційна модель

Традиційна модель (інженер-інвестор)			
процес	Е	Р	С
Виконавець			
Замовник (інвестор)			
підрядник	×	×	×
Інженер-консультант (інжинірингова компанія)			

Рисунок 1.4 – EPC-модель (підрядник «під ключ»)

До сьогодні вважалося, що питання інжинірингу можуть вирішуватися службами замовників проєкту. На користь цієї концепції наводилися такі аргументи: економічна ефективність робіт, виконаних власними силами; акумулювання в компанії-замовника компетенцій, знань і досвіду за різними проєктами; нерозкриття технологічних ноу-хау; економічна безпека.

Однак з розвитком ринку всі чотири аргументи виявляються усе менш і менш спроможними.

При аналізі першого аргументу фахівці показують, що велику економічну ефективність може забезпечувати спеціалізація компаній і вибір виконавців на конкурентній основі.

Другий аргумент виявляється неактуальним, наприклад, при застосуванні схем проектного фінансування, коли в ролі замовника виступає проектна компанія, за своїм статусом не має права брати участь в інших проєктах.

Третій аргумент втрачає своє значення через прискорення циклу розробки і впровадження технологічних ноу-хау: у сучасному світі виграє не той, хто краще зберігає секрети, а той, хто швидше застосує ті нововведення, які з'являються на ринку.

Четвертий аргумент вимагає від усіх учасників проєкту і від проектних процедур певної прозорості. Таким чином, сьогодні інжинірингова діяльність все більше переноситься на спеціалізовані інжинірингові консалтингові фірми і *EPC*-підрядників. За службами замовника залишаються функції експертизи та нагляду.

Такий стан справ робить актуальним розгляд питань організації «чистої» інженерної діяльності: склад бізнес-процесів і функцій, побудова організаційних схем, підходи до управління проєктами і т. п.

Єдиної схеми виконання та взаємодії в інжинірингових проєктах спеціалізованих інженерних компаній і *EPC*-підрядників немає (рис. 1.5). Від проєкту до проєкту форми виконання інжинірингу змінюються.

Спеціалізовані інжинірингові компанії, як правило, залучаються:

- замовниками, інвесторами – на ранній стадії проєкту для опрацювання концепції проєкту та розробки техніко-економічних обґрунтувань;

- замовниками – в якості інженера проєкту, що може включати розробку тендерної документації, вибирати підрядників і постачальників і управляти проєктом;

- замовниками, інвесторами, фінансовими інститутами, *EPC*-підрядниками – в якості незалежних експертів або технічних аудиторів;

- замовниками, інженером проєкту, *EPC*-підрядниками – для виконання конкретних видів проектно-пошукових робіт (наприклад, пошуку, детального інжинірингу та ін.);

- замовниками, інженером проєкту, *EPC*-підрядниками – для організації матеріально-технічного забезпечення (постачання технологічного обладнання та технологічних матеріалів).

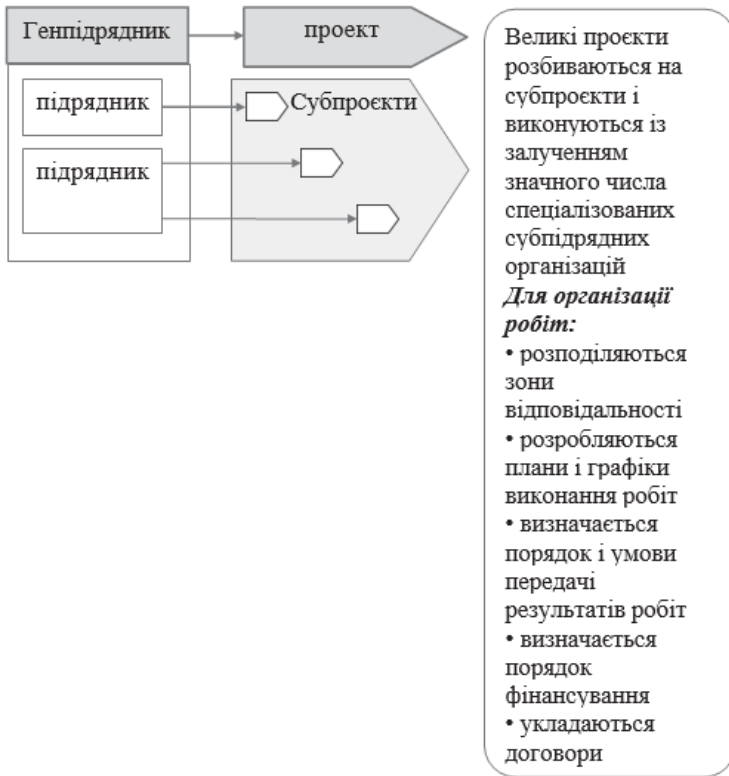


Рисунок 1.5 – Типова схема виконання та взаємодії в інжинірингових проектах

Сучасні тенденції ринку інжинірингових послуг: замовнику важливо, щоб підрядник відповідав не тільки за виконання фізичних обсягів, згідно завдання, але і за якісно спроектований і надійно збудований об'єкт. Тому ефективне застосування інжинірингу стає вирішальним фактором створення і збереження стратегічних конкурентних переваг інжинірингової компанії.

### 3. Вимоги до виконавця підрядних робіт

Підходи до вибору підрядника і підстави критеріїв такого вибору тісно пов'язані з появою двох понять: спеціальних навичок і розміру винагороди за роботу. Ці два базових критерії – технічний та економічний (якість і ціна) – залишаються основними параметрами підрядного ринку, як і будь-якого ринку взагалі (рис. 1.6)

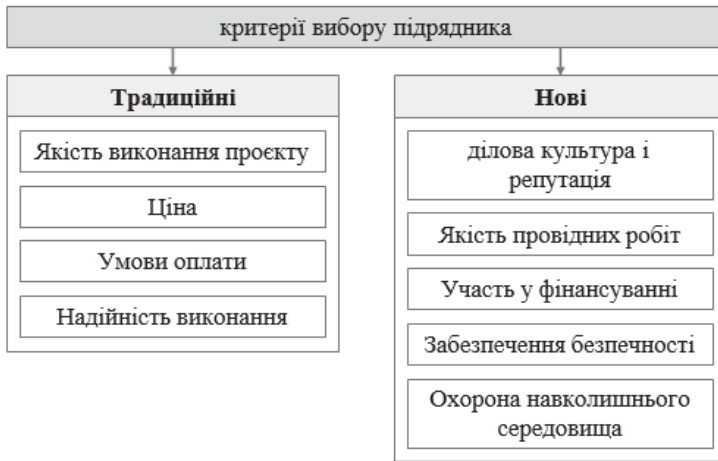


Рисунок 1.6 – Вимоги замовника до підрядника

Технічний критерій – поняття до якого належать досвід, кваліфікація персоналу, терміни будівництва, методи і якість робіт, принципова здатність підрядника реалізувати те чи інше технічне рішення і багато іншого. Ціна проекту також містить варіанти оцінки, наприклад, у вигляді додаткових умов щодо порядку оплати.

У міру розвитку і насичення ринку з’явився ще один критерій вибору підрядника – надійність, яка забезпечує впевненість замовника у мінімізації ризиків.

Найчастіше для замовника дуже важливим критерієм є фінансовий, тобто умови участі підрядника у фінансуванні проекту. Форми такої участі пройшли непростий шлях розвитку від відстрочки виплати підрядного винагороди до участі підрядника у складних сучасних формах проектного фінансування.

Останні тенденції, що впливають на підходи до вибору підрядника, зумовлені тим, що розвиток, насичення ринку призвело до певного нівелювання техніко-економічного рівня підрядників. Сьогодні самі передові технології, матеріали доступні всім. Підрядники мають однакові можливості не тільки з оренди техніки (на розвинутому ринку лізингу), але і з залучення фінансів (на розвинутому ринку фінансових послуг). Більш того, навіть людські ресурси перестають бути унікальною перевагою: всі підрядники світу на проектах в різних регіонах використовують одних і тих же робітників з Туреччини, інженерів з Індії, менеджерів з Голландії. деякі міжнародні корпорації при виборі підрядників найбільше оцінюють балів нараховують за рівень організації охорони праці і системи

природоохоронних заходів, вважаючи ці фактори навіть важливіше економічних.

У результаті конкуренція перетікає в нові сфери, наприклад в область культури бізнесу, охорони навколишнього середовища, якості відносин підрядника не тільки з клієнтом, але й з суспільством в цілому. Як наслідок, найважливішими вимогами до підрядників стають соціально- економічні критерії:

- ділова культура (корпоративні бізнес-стандарти і системи менеджменту);
- культура відношення до виробництва (система управління якістю);
- культура ставлення до працівника (система охорони здоров'я і забезпечення безпеки виробництва);
- культура ставлення до природи (система управління діяльністю з охорони навколишнього середовища).

Основними діями для покращення позиції інжинірингової компанії є:

- провести *SWOT*-аналіз компанії (можливості і загрози зовнішнього середовища, сильні і слабкі сторони компанії);
- проаналізувати сильні і слабкі сторони позиціонування компанії з точки зору потенційного замовника;
- розробити план нейтралізації слабких сторін позиціонування компанії і загроз зовнішнього середовища;
- визначити напрямки використання сильних сторін компанії та можливостей зовнішнього середовища;
- розробити стратегію компанії;
- визначити механізми реалізації стратегії;
- починати реалізацію;
- контролювати хід реалізації стратегії;
- вносити необхідні корективи;
- активно діяти.

#### **4. Консультаційний інжиніринг**

*Консультаційний інжиніринг* пов'язаний, головним чином, з інтелектуальними послугами, що надаються окремою особою або групою інженерів, техніків і фахівців різного профілю, які є або не є юридичними особами, об'єднаними в постійні колективи та мають необхідні засоби для виконання певних завдань з проектування, технічних досліджень і контролю в області економічного розвитку в цілому і будівництва об'єктів та промислових або інших комплексів зокрема. Ці завдання, пов'язані з наданням послуг з проектування, керівництва і управління з метою здійснення промислового проекту чи цивільного будівництва, але не включають будь-які будівельні роботи, постачання обладнання, надання ліцензій або передачу технології. Терміни «консультаційний інжиніринг» і

«чистий інжиніринг» є синонімами; вони охоплюють всі завдання консультативного інжинірингу та регулюючих їх договорів.

Договори на консультативний інжиніринг можуть стосуватися «усього виду послуг» або «неповного кола послуг» залежно від того, чи доручається консультанту вся сукупність завдань, що відносяться звичайно до сфери його компетенції, або лише деякі з них, наприклад, виключно загальне проектування і загальні плани, або ж виключно завдання контролю за якістю. Іншими словами, послуги в рамках консультативного інжинірингу можуть охоплювати всі етапи будь-якого проекту або ж обмежуватися тільки будь-якою його частиною або одним етапом, наприклад, передінвестиційним. У зв'язку з цим термін «проект» означає загальну ідею і фізичну структуру роботи, яка повинна бути здійснена (тому проект слід відрізнити від охоплення тогочасного іншого конкретного договору).

Всі завдання і послуги, доручені консультанту, будь то все коло послуг або частина їх, повинні бути чітко описані в договірних документах (як правило, в додатку до договору). Чим точніше будуть описані завдання і функції, тим легше визначити, чи мали місце які-небудь відступи від контрактних зобов'язань.

Договори на консультативний інжиніринг можуть доповнюватися елементами співпраці. Наприклад, спільними науковими дослідженнями, дослідним виробництвом, маркетингом або елементами підготовки кадрів.

Хоча угода між консультантом і його замовником визначає характер їхніх взаємин і ставлення кожного з них до даного проекту, може скластися ситуація, коли замовник є стороною в цілому ряді інших угод, пов'язаних з цим проектом. Консультант також може брати участь в цих договірних угодах на різних ролях. У цьому випадку важливо визначити роль консультанта в реалізації проекту, в цілому, а також його ставлення зі сторонами, які беруть участь у цьому проекті.

Договір на здійснення того чи іншого проекту в цілому передбачає надання послуг, пов'язаних з усіма етапами проекту. Оскільки іноді буває важко досить точно передбачити весь обсяг консультативних послуг, який може знадобитися на більш пізніх стадіях, і обов'язки консультанта в рамках одного договору можуть бути розподілені і визначатися на наступних стадіях здійснення проекту. Найбільш часто зустрічаються випадки, коли консультант залучається замовником у рамках одного і охоплює проект у цілому договорі, відповідно до якого надання консультативних послуг ставиться в залежність від певних умов. Відповідно до такого договору права і обов'язки консультанта, який надає послуги після передінвестиційної стадії, стають дійсними в тому випадку, якщо результати попередньої стадії визнаються замовником задовільними. Аналогічним чином при особливих обставинах фірма-консультант, яка проводила аналіз економічної доцільності проекту або уклала договір на

розробку проєкту і вже виконала роботу, що задовольняє замовника, може бути допущений до продовження надання послуг.

У практиці консультативного інжинірингу договори можуть бути укладені на різних стадіях проєкту для кожної стадії окремо. Ведення переговорів про укладення такого договору дозволяє замовнику проявляти гнучкість у відносинах з консультантами. Проєкт здійснюється поступово, починаючи з визначення цілей і понять і проходячи через послідовні стадії. Кожна наступна стадія здійснюється тільки після всебічного розгляду попередньої; здійснення подальших стадій залежить від успішного завершення попередніх. У серії договорів, що укладаються послідовно, кожна сторона має право відмовитися від укладення договору на наступну стадію проєкту. Тому договірні сторони зазвичай передбачають у своєму договорі – як довго триватиме надання консультативних послуг на будь-якій стадії.

## **5. Технологічний інжиніринг.**

*Технологічний інжиніринг (process engineering)* складається з надання замовнику технологій (включаючи передачу технологій, патентів, виробничого досвіду і знань, а також навчання персоналу і нагляд за використанням технологій).

Класично, під комплексним технологічним інжинірингом розуміють набір послуг і компетенцій компанії з реалізації трьох головних компонентів *EPC*.

Поєднання цих функцій передбачає загальне керівництво будівництвом однією компанією-генпідрядником об'єктів (ліній, цехів, підприємств) «під ключ», яка не має у своєму розпорядженні власного будівельного підрозділу.

Дослідження багатьох компаній – у тому числі в Україні, ясно показують, що ключовою компетенцією серед цих трьох компонентів є (технологічне) проєктування. Автоматизація відбувається в рамках реалізації технологічного проєкту.

На сьогодні, створення підприємств крафтового виробництва передбачає інжинірингові і технічні перетворення, а саме – підготовку і ретельне планування робіт, починаючи від задуму до реалізації поставленого завдання. При запуску підприємства крафтового виробництва ціна помилки досить висока і може критично відбиватися на всьому процесі будівництва або реконструкції підприємства. Такі елементи технологічного інжинірингу як: виробничі випробування; документація від постачальника і сприяння при тестуванні; визначення вимог користувача і вимог до навколишнього середовища; досвід інших користувачів; доставка від виробника; аналіз витрат.

Дотримання цих правил дозволяє уникнути помилок, які можуть виникнути як при закупівлі обладнання, так і при подальшій експлуатації в умовах реального виробництва. Із загального списку «критеріїв надійності»

проєкту виділяють один з найважливіших для вітчизняних умов – наявність служби сервісу, придбання обладнання, найбільш технологічного і функціонального, і оформлення проєкту згідно міжнародних вимог, не гарантують безперебійну роботу обладнання.

Технічна і інжинірингова підготовка інвестицій повинна бути невід’ємною частиною всього проєкту і повинна розумітися в усіх можливих взаємозв’язках. Прив’язка до бізнес-плану, планів валідації, проєктування є передумовою до успішного введення в експлуатацію підприємства крафтового виробництва. Усі учасники процесу повинні бути професіоналами, перед якими поставлено одна з найголовніших цілей, а саме – успішне проходження інспекції державних наглядових органів або проходження аудитів замовників.

## **6. Будівельний інжиніринг.**

*Будівельний інжиніринг* є напрямом промислового інжинірингу, основним завданням якого є створення нових (також реконструкція) будівель і споруд будь-якого призначення – промислових, цивільних і житлових будівель, транспортних систем, комунікацій тощо на основі використання сучасних наукових підходів.

У зв’язку з тим, що при створенні сучасного підприємства з виробництва харчової продукції потрібно вирішувати величезну кількість складних питань, що знаходяться на перетині наукових і практичних дисциплін, інжиніринг будівельної діяльності за своєю суттю є системним інжинірингом, інженерною діяльністю з проєктування, створення і розвитку нових виробничих і цивільних соціально-економічних систем, і окрім цього, включає в себе різні функціональні напрямки інжинірингу (їх слід відрізнити від галузевих, так як вони застосовуються в різних галузях, але при цьому відрізняються один від одного за сферою вирішуваних завдань). Дані напрямки інжинірингу будівельної діяльності охоплюють окремі функціональні сфери діяльності будь-якого сучасного підприємства, і тому можуть бути названі напрямками управлінського інжинірингу.

Основними видами будівельного інжинірингу є:

- *передпроєктний інжиніринг* – передінвестиційні дослідження, оформлення вихідної дозвільної документації, розробка обґрунтувань інвестицій, техніко-економічне обґрунтування (проєктів) будівництва, збір вихідних даних, підготовка завдань на проєктування;

- *проєктний інжиніринг* – розробка проєктної документації, здійснення функцій генерального проєктувальника, розробка спеціальних розділів проєкту, експертиза, супровід проєктів;

- *технологічний інжиніринг* – надання замовнику будівельних і «експлуатаційних» технологій разом з ліцензіями на їхнє використання,

технологічне проектування, формування замовних специфікацій на технологічне обладнання;

- *вартісний інжиніринг* – розробка бюджетів і кошторисів за проектом;

- *фінансовий інжиніринг* – розробка нових фінансових інструментів і операційних схем;

- *інжиніринг управління проектами* – розробка організаційно-управлінських структур і методів їхнього функціонування;

- *інформаційно-технологічний інжиніринг* – розробка інформаційного і програмно-технічного забезпечення інвестиційно-будівельного процесу;

- *виробничий інжиніринг* – підготовка тендерної документації на постачання, роботи і послуги; підготовка виробництва і організація робіт, нагляд за виготовленням, постачанням і виробництвом робіт, організація контролю якості, організація пусканалагоджувальних робіт, послуги з експлуатації об'єкта;

- *комплексний (системний) інжиніринг* – сукупність інжинірингових послуг, що забезпечують можливість реалізації проектів «під ключ». Інжиніринг будівельної діяльності існує у вигляді комплексної професійної діяльності здійснюваної вищезгаданими інжиніринговими компаніями. Інжиніринг, як професійна діяльність, у даному контексті є надання послуг та виробництво матеріальної та інтелектуальної продукції, пов'язаних із здійсненням інвестиційно-будівельних проектів створення, експлуатації та розвитку об'єктів промисловості та інфраструктури. Практичний інжиніринг передбачає як правило створення або надання цілком конкретної продукції, інтелектуальної або матеріальної, наприклад – розробку проектно-кошторисної документації, постачання конкретного обладнання, монтаж цього обладнання, забезпечення його функціонування тощо.

Інжинірингова діяльність у європейських країнах здійснюється спеціалізованими інжиніринговими, інженерно-консультаційними та інженерно-дослідними фірмами, а в Україні – проектними, дослідницькими та галузевими науково-дослідними і проектними (також проектно-технологічними) інститутами, конструкторськими і дослідно-конструкторськими бюро.

Будівельний інжиніринг, таким чином, має за мету застосування наукових знань для проектування, будівництва, експлуатації та розвитку різних штурних систем.

Інжиніринг – це додаток науки в практичних, виробничих цілях, науково обґрунтована діяльність зі створення, експлуатації та розвитку систем практичного призначення.

## 7. Організаційно-управлінський інжиніринг.

*Організаційно-управлінський інжиніринг* являє собою діяльність із розробки, створення і розвитку систем управління підприємствами і компаніями, спрямовану на підвищення ефективності інвестиційно-будівельних проєктів і бізнесу в цілому.

Організаційно-управлінський інжиніринг спрямований на проєктування і створення керуючої підсистеми, включаючи підсистеми управління функціонуванням та управління розвитком бізнес-систем. Організаційно-управлінський інжиніринг є складовою частиною інвестиційно-будівельної діяльності, так як окрім створення основних фондів, які виробляють продукцію або послуги бізнес системи, в рамках будь-якого інвестиційного проєкту необхідно створити ефективну систему управління. Разом з тим організаційно-управлінський інжиніринг може бути реалізований і у відриві від інвестиційно-будівельної проблематики при здійсненні різних проєктів організаційних перетворень.

Організаційно-управлінський інжиніринг ефективно застосовується:

- при реінжинірингу бізнес-процесів;
- при визнанні підприємства банкрутом, тобто в рамках антикризового управління;
- з метою підвищення ефективності підприємства за ініціативи самого підприємства, що носить назву реструктуризації, реінжинірингу, реорганізації, організаційних перетворень та інше;
- примусово за рішенням антимонопольних органів у разі порушення відповідного законодавства.

У загальному випадку організаційно-управлінський інжиніринг може бути представлений у вигляді наступних напрямків:

- стратегічний інжиніринг – розробка і реалізація рішень, що стосуються найзагальніших принципів функціонування підприємства, його розвитку та взаємодії із зовнішнім середовищем; даний напрямок стосується підсистеми управління розвитком бізнес-системи;
- інжиніринг організаційної структури управління – розробка і реалізація рішень, що стосуються системи підпорядкування, складу і взаємозв'язку структурних одиниць, розподілу відповідальності між структурними одиницями;
- інжиніринг процесів управління – розробка і реалізація рішень, що стосуються інформаційних і технологічних відносин між структурними одиницями бізнес-системи.

Організаційно-управлінський інжиніринг реалізується у формі підпроєкту, якщо мова йде про загальний інвестиційно-будівельний проєкт, або самостійний проєкт, якщо мова йде про реалізацію ініціатив щодо оптимізації існуючого бізнесу, при антикризовому управлінні або примусової

реорганізації. З огляду на це до організаційно-управлінського інжинірингу застосовні усі методи і підходи проектного управління.

При проведенні організаційно-управлінського інжинірингу проектне управління набуває вираженого двостадійного характеру: на першій стадії відбувається розробка моделі майбутньої системи управління, а на другій – її втілення в рамках конкретної предметної області.

Структура життєвого циклу проекту організаційно-управлінського інжинірингу наступна:

*Фаза розробки проекту організаційно-управлінського інжинірингу:*

- первинна діагностика проблем, що викликали необхідність організаційно-управлінського інжинірингу;

- діагностика підприємства, включаючи: обстеження існуючого підприємства або загальних передумов створення нового підприємства (збір інформації), стратегічний аналіз: визначення стратегічних зон господарювання і стратегічних центрів господарювання, аналіз стратегічних позицій підприємства, аналіз зовнішнього середовища і основних чинників її впливу на підприємство, визначення ключових факторів успіху, розробка структури цілей організації;

- організаційно-управлінський аналіз: аналіз організаційної структури, виявлення та аналіз процесів управління, аналіз розподілу функцій управління; оцінка елементів системи управління з точки зору їхньої зрілості;

- фінансово-економічний аналіз: аналіз основних показників виробничо-господарської діяльності підприємства;

- інформаційно-технологічний аналіз: аналіз системи документо-обігу та схем потоків даних, аналіз структури даних, аналіз апаратної складової (локальні мережі, розподілені мережі, серверне обладнання, робочі станції), аналіз використаних офісних технологій;

- кадровий та соціально-психологічний аналіз: аналіз кадрового потенціалу, діагностика соціально-психологічного стану колективу, аналіз неформальної структури та організаційної культури;

- виробничо-технологічний аналіз: виявлення та оцінка використаних виробничих технологій;

- розробка моделі існуючого стану організації (модель «як-є»): проведення наскрізного аналізу, виявлення проблем розвитку організації, її підсистем, структури, процесів та інших складових елементів, презентація результатів діагностики;

- проектування «ідеальної» організаційної моделі (модель «як-має-бути-в-принципі»): вироблення і аналіз можливих варіантів вирішення існуючих проблем, моделювання зовнішнього середовища, розробка сценаріїв розвитку, розробка альтернативних організаційних моделей, аналіз і оцінка вироблених організаційних моделей, вибір оптимальної організаційної моделі;

- детальне проектування бізнес-системи (цільова модель «як-має-бути-у-найближчий-час»): розробка стратегії організаційного розвитку, розробка організаційної структури, розробка бізнес-процесів і процесів управління, розробка інформаційної підсистеми (потіки даних, структура даних, апаратна частина, програмна частина, офісні технології);

- розробка виробничо-технологічної підсистеми, розробка напрямків розвитку персоналу та організаційної культури, динамічне моделювання, календарне і ресурсне планування впровадження.

- оцінка економічної ефективності впровадження цільової моделі.

*Фаза реалізації проекту організаційно-управлінського інжинірингу:*

- впровадження цільової моделі: створення організаційної документації, що забезпечує впровадження цільової моделі, створення команди проекту, управління організаційним опором, управління змінами, пошук компромісів, контроль за виконанням планів, вироблення провідних коригувальних та запобіжних заходів.

- завершення проекту організаційно-управлінського інжинірингу: створення документації та моделі досягнутого стану (модель «як-зроблено»), аналіз досягнутих результатів, експлуатація впровадженої організаційної моделі, перехід до наступного проекту.

## **8. Інклюзивний інжиніринг.**

У сучасному конкурентному середовищі крафтові виробництва постійно стикаються з необхідністю підвищення ефективності бізнесу для збереження своєї конкурентоспроможності. Це потребує врахування соціальних та економічних факторів, зокрема, стану здоров'я працівників, їх мотивацію, інклюзивність, розвиток професійних навичок тощо.

Стратегія підвищення ефективності бізнесу містить кілька ключових аспектів, які спрямовані на реабілітацію, мотивацію, інклюзивність та розвиток компетентностей, що безпосередньо впливає на задоволення потреб як покупців крафтової продукції, так і працівників виробництв:

1. Реабілітація означає підтримання людей з обмеженими можливостями або інших осіб, які потребують спеціальної підтримки, та їх адаптування у робочому середовищі. Для цього необхідні пандуси, спеціальні підйомні пристрої, а також адаптування робочих умов (приміщень, меблів, обладнання) для людей з інвалідністю, навчання персоналу та створення сприятливого середовища з оптимальними мікрокліматичними умовами (температура, відносна вологість та швидкість руху повітря). Ветерани війни, які часто стикаються з фізичними та психологічними викликами, є окремим сегментом суспільства. Багато компаній долучають ветеранів у свої програми для реабілітації та перекваліфікації, сприяючи їх соціальній реінтеграції, що є перспективним напрямом для крафтових підприємств.

2. Крафтові виробництва можуть стимулювати своїх працівників

шляхом встановлення чітких цілей, надання можливостей для професійного зростання, організації мотиваційних заходів та створення сприятливої робочої атмосфери. Важливо, щоб працівники відчували себе затребуваними та частиною команди.

3. Інклюзивність у крафтових виробництвах означає створення середовища, де кожен працівник, незалежно від фізичних можливостей, статі, віку або інших характеристик, відчуває підтримку. Це може передбачати навчання персоналу культурній та гендерній чутливості, створення відповідної атмосфери та адаптування робочих місць.

4. Компетентність працівників є основою успішного крафтового виробництва. Це означає, що персонал повинен мати не лише технічні навички, але й бути комунікабельним, вміти ефективно спілкуватися, працювати у команді та швидко реагувати на зміни. Постійне навчання та розвиток навичок є важливими для забезпечення конкурентоспроможності.

5. Забезпечення стабільності команди шляхом зниження плинності кадрів та скорочення витрат на наймання нових працівників, підвищення прибутковості бізнесу через зменшення операційних витрат та оптимізацію бізнес-процесів, а також створення позитивного іміджу бренду та покращення репутації.

Інтегрування стратегій, спрямованих на реабілітацію, мотивацію, інклюзивність та розвиток компетентностей, є ключовим фактором успішного управління крафтовим виробництвом. Вони сприяють не лише підвищенню якості продукції та задоволенню потреб споживачів, але й забезпечують створення стійкого, інклюзивного та продуктивного робочого середовища. Забезпечення стабільності команди, зменшення плинності кадрів, оптимізація бізнес-процесів та формування позитивного іміджу виробництва з-поміж покупців та у галузі є важливими аспектами для досягнення цих цілей.

Питання інклюзивності та доступності стають все вагомішими у сучасному суспільстві. Забезпечення відповідних умов особам з обмеженими можливостями, які можуть повноцінно брати участь у виробничому процесі, є важливим аспектом соціальної відповідальності та сталого розвитку галузі.

Під *інклюзивністю будівель та споруд* розуміють комплекс архітектурно-планувальних, інженерно-технічних, ергономічних, конструкційних і організаційних заходів для забезпечення доступності будівель і споруд, в яких кожна особа, незалежно від віку, статі, інвалідності, функціональних порушень, рівня комунікативних можливостей або обставин, може відчувати себе безпечно і комфортно без сторонньої допомоги та у міру своїх можливостей.

Під *інклюзивним інжинірингом* розуміють комплексний підхід до проектування, будівництва та експлуатації будівель, інфраструктури та технічних систем, який спрямовано на забезпечення однакового доступу і комфорту для всіх користувачів, зокрема, людей з особливими потребами.

Цей підхід враховує не лише технічні аспекти проектування, але й

ергономічні, архітектурно-планувальні, інженерні та організаційні аспекти. Він орієнтований на створення середовищ, які не обмежують доступ і не викликають дискомфорту для будь-якого користувача, незалежно від його фізичних можливостей, вікових характеристик, інвалідності або інших індивідуальних особливостей. Це передбачає адаптування архітектурних рішень, інженерних систем та технологій таким чином, щоб вони були доступними та зручними для всіх, з урахуванням їх потреб й можливостей.

Основні принципи інклюзивного інжинірингу полягають в урахуванні різноманітності користувачів та забезпеченні їм однакових можливостей у використанні інфраструктури та технічних систем.

Інклюзивний інжиніринг крафтових виробництв передбачає розроблення та впровадження рішень, що забезпечують доступність робочих місць, зручність та безпеку для всіх працівників. Це передбачає адаптування робочих зон, використання спеціалізованого обладнання та створення безбар'єрного середовища на крафтовому виробництві.

## **Лекція 2. Організаційні принципи проєктування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів**

- 1. Сучасний підхід до проєктування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів.*
- 2. Організація діяльності замовника проєкту.*
- 3. Функції замовника на стадії проєктування. Якість проєктних рішень. Експертиза проєктів.*
- 4. Функції замовника на стадії будівництва.*
- 5. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.*

### **1. Сучасний підхід до проєктування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів**

Крафтове виробництво продуктів харчування дає можливість розвитку міні-підприємств харчової промисловості, які можуть функціонувати в різних умовах, не потребують значних капіталовкладень, краще розуміються на кон'юнктурі регіонального ринку і враховують всі аспекти харчових потреб населення.

Ринкові підходи, інноваційний розвиток економіки, зростання вимог до естетичної компоненти суттєво видозмінюють процес проєктування підприємств крафтових виробництв. В теперішній час крафтові продукти згадуються в Україні частіше, ніж екологічні, чи будь-які інші. Постійно на ринку харчових продуктів з'являються нові виробники крафтових продуктів, розширюється асортимент крафтових продуктів, здійснюється технічне переоснащення та реконструкція діючих. Проєктування виробничих

потужностей і моделювання системи виробництва розвивається з урахуванням досягнень у галузі технології та організації харчової галузі.

Нині ринок будівельних та технологічних послуг дозволяє учасникам інвестиційного процесу будівництва підприємств виробництва крафтової продукції вибирати із різноманітних пропозицій найбільш сучасні та ефективні.

Здебільшого використовуються індивідуальні проекти, які характеризуються поєднанням усіх елементів, що забезпечують вимоги до якості та безпечності харчових продуктів. А це зазвичай вимагає концептуальних об'ємно-планувальних рішень та новітніх енергозберігаючих технологій.

## 2. Організація діяльності замовника проєкту

Замовник проєкту підприємства крафтового виробництва, інвестор або його довірена особа, що укладає договір (контракт) на проектування та будівництво об'єкта, контролює його виконання та здійснює інші функції на підставі встановлених чинним законодавством повноважень.

Організаційна діяльність замовника проєкту представлена на рис. 2.1.

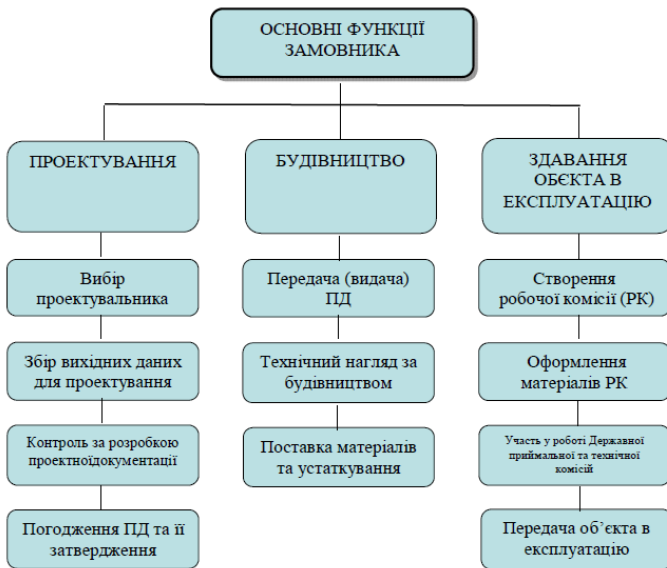


Рисунок 2.1 – Організаційна діяльність замовника проєкту

На стадії проєктування вибирається майданчик для будівництва, виконуються техніко-економічні дослідження та проєктно-розвідувальні роботи. Здійснюється проєктування будівлі, інженерно-технічна підготовка.

Досліджується характер майбутніх послуг та продукції.

На стадії будівництва згідно робочого проєкту та робочої документації відбувається безпосередньо будування об'єкта.

На третьому етапі здійснюється введення об'єкту в експлуатацію (пробний пуск, наладка обладнання, підписання відповідних актів та акту Державної комісії) і передача їх замовнику як основних фондів.

### **3. Функції замовника на стадії проєктування. Якість проєктних рішень. Експертиза проєктів**

Розробкою проєктної документації займаються юридичні та фізичні особи – суб'єкти підприємницької діяльності, які мають відповідну ліцензію.

Замовник обирає проєктувальника на конкурсній основі. Конкурсна форма проєктування передбачає проведення *відкритого* або *закритого* конкурсів, які проводяться згідно з вимогами положень Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України.

Відкритий конкурс – замовник за допомогою розміщення об'яв у відкритих засобах інформації запрошує всіх бажаючих взяти участь у конкурсі і обирає ту пропозицію, яка для нього є найбільш привабливою.

Закритий конкурс – замовник запрошує до участі в конкурсі декілька вже відомих йому фірм, з яких обирає ту пропозицію, яка для нього є найбільш привабливою.

Переможцям конкурсу надається право на подальше розроблення наступних стадій проєктування та їх реалізацію.

На етапі *збирання вихідних* даних вибирається майданчик для будівництва, виконуються проєктно-розвідувальні роботи та готується завдання на проєктування.

Відповідальність за вибір майданчика для будівництва, підготовку необхідних матеріалів та повне погодження рішень несе *замовник*.

Майданчик для будівництва визначається органами місцевого самоврядування на підставі планувальних будівних матеріалів (генплан, проєкт детального планування, схема розвитку) та рішення органів місцевого самоврядування про право інвестора на проведення проєктних робіт, або документ про його право на власність чи оренду земельної ділянки згідно з чинним законодавством.

При відсутності перелічених матеріалів *замовником* створюється комісія для вибору майданчика будівництва об'єкта.

Таблиця 2.1 – Склад комісії (представники)

1.	Замовник проекту
2.	Проектувальник (ген.проектувальник)
3.	Органи місцевого самоврядування та визначені ними зацікавлені організації
4.	Органи містобудування та архітектури
5.	Органи охорони навколишнього природного середовища
6.	Органи державного санітарного нагляду
7.	Інші органи державного нагляду залежно від специфіки об'єкта

Далі *замовник* разом з *проектувальником* погоджує:

- місце розташування та розмір майданчика для будівництва;
- можливості застосування основних місцевих будівельних матеріалів та комунікацій;
- прокладання трас нових позамайданчикових інженерних мереж та комунікацій;
- місця підключення об'єкта до існуючих інженерних мереж та комунікацій, джерела електро-, теплопостачання, місця скидання стічних вод;
- необхідність знесення будівель та споруд;
- необхідність знищення зелених насаджень;
- заходи з охорони навколишнього природного середовища;
- заходи пожежної безпеки і охорони праці;
- за потреби заходи, які забезпечують збереження пам'яток архітектури, історії, культури, археології;
- за потреби – інші умови (берегова смуга, залягання корисних копалин, підтоплення ділянки, безпека польотів тощо).

І на закінчення цього етапу *замовник спільно з проектувальником розробляє завдання на проектування, яке затверджується замовником, погоджується – проектувальником*. За потребою завдання погоджують зацікавлені організації.

На третьому етапі проектування *замовник* контролює процес розробки проектної документації відповідно до завдання на проектування. Проектувальник несе відповідальність за якість проектних рішень та дотримання вимог нормативних документів відповідно до чинного законодавства.

*Якість проектних рішень оцінюється за відповідними основними та допоміжними показниками.*

Сукупність основних показників якості будівельних проектів *класифікується* за такими ознаками:

- за кількістю властивостей, які враховуються: одиничні, комплексні, інтегральні;
- за формою виразу: кількісні (вартісні та натуральні), якісні;

- за змістом показника: технічні, технологічні (будівельно-технологічні та експлуатаційно-технологічні), соціальні, ергономічні, економічні, екологічні та естетичні;

- за фактором часу: статичні та динамічні;

- за ступенем визначеності: детерміновані та стохастичні;

- за формою урахувань: абсолютні та відносні.

*Одиничним показником якості* проекту є показник, який характеризує тільки одну властивість проекту. Таким показником може бути, наприклад, несуча здатність запроектованої конструкції.

*Комплексні показники якості* проекту визначаються на базі одиничних показників з урахуванням їх вагомості. Коефіцієнти вагомості визначаються за допомогою експертного, статистичного та інших методів. За *комплексний показник якості* проекту можна запропонувати показник науково-технічного рівня запроектованої будівлі.

*Інтегральний показник* відображає відношення корисного ефекту від експлуатації або споживання продукції до загальних затрат на її створення.

Прикладом *інтегрального показника якості* проекту може служити відношення приросту рівня надійності функціонування запроектованого об'єкта до величини збільшення його кошторисної вартості.

*Кількісний вираз якості* забезпечує об'єктивність і конкретність в оцінці переваг (недоліків) порівнювальних варіантів. Вони виражаються у вартісній (грошовій) та натуральній формі фізичних одиницях (т, км, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, шт.). Але не завжди характеристики проектних рішень можуть бути представлені в кількісній формі. У даному випадку для оцінки порівнювальних проектних рішень використовують показники, які мають якісну форму виразу.

*Технічні показники якості* проектів об'єднують показники надійності (міцність, морозостійкість тощо) та довговічності (тривалість експлуатації будівель і споруд).

*Технологічні показники* характеризують проектні рішення за ступенем задоволення в них вимог високої продуктивності праці як при спорудженні об'єкта, так і при його експлуатації.

До *ергономічних показників* відносять рівень шуму, вібрації, токсичності, освітлення тощо.

*Економічні показники* відображають економічну ефективність капітальних вкладень та витрати ресурсів під час будівництва та експлуатації будівель і споруд.

Одночасне врахування грошових та натуральних показників обумовлює вибір проектних рішень методами експертних оцінок при багатокритеріальному підході ефективності цих проектних рішень.

*Статичні показники* – це показники, які протягом певного проміжку часу майже не змінюється.

*Динамічні показники* – це показники, що змінюються в часі.

*Абсолютними* називаються показники, значення яких подані у абсолютних одиницях фізичних величин.

*Відносними* називаються показники, значення яких подані як відношення величини даного показника до однойменного, умовно прийнятої за одиницю, або ж у відсотках.

До *допоміжних показників* оцінки проєктних рішень відносять:

- *питому трудомісткість робіт* – витрати праці на одну гривню кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт або на один кубічний метр об'єму будівлі;

- *частку будівельно-монтажних робіт* загальному обсязі капіталовкладень;

- *коефіцієнт забудови території*.

Показники оцінки проєктних рішень можна звести в єдину систему, яку відображено на рис. 2.2.

Заключним етапом проєктування є *погодження* проєктної документації та її *затвердження*.

Проєктна документація погоджується з місцевими органами самоврядування та архітектури відповідно до місцевих правил забудови стосовно архітектурно-планувальних рішень, розміщення, раціонального використання наміченої для надання території, відповідності обраних рішень вимогам архітектурно-планувального завдання, та нормативної документації.

За наявності особливих умов розташування об'єкта (історичні зони, оповзнені території та інше) необхідно за вказівкою органів місцевого самоврядування та архітектури погодити проєктну документацію з відповідними організаціями.

У випадках, коли у проєктній документації на реконструкцію не передбачаються зміни будівельних умов, фасадів будинків, умов транспортних зв'язків, інженерного забезпечення, вимог щодо охорони навколишнього середовища, а також не порушуються вимоги чинних нормативних документів з проєктування, *погодження* проєктної документації *не проводиться*.

Погодження проєктної документації з органами самоврядування та архітектури необхідне у випадку:

- зміни кольорового вирішення фасадів;

- зміни архітектурних рішень, які впливають на характер оточуючої забудови, що склалася раніше;

- зміни конструкторських рішень, які можуть спричинити небезпечні ситуації у майбутньому.

*Погодження* проєктних рішень з організаціями, визначеними законодавством, здійснюються в одній інстанції вказаного органу в термін *до 15 днів*, якщо законодавчими та іншими нормативними актами не передбачені інші терміни.

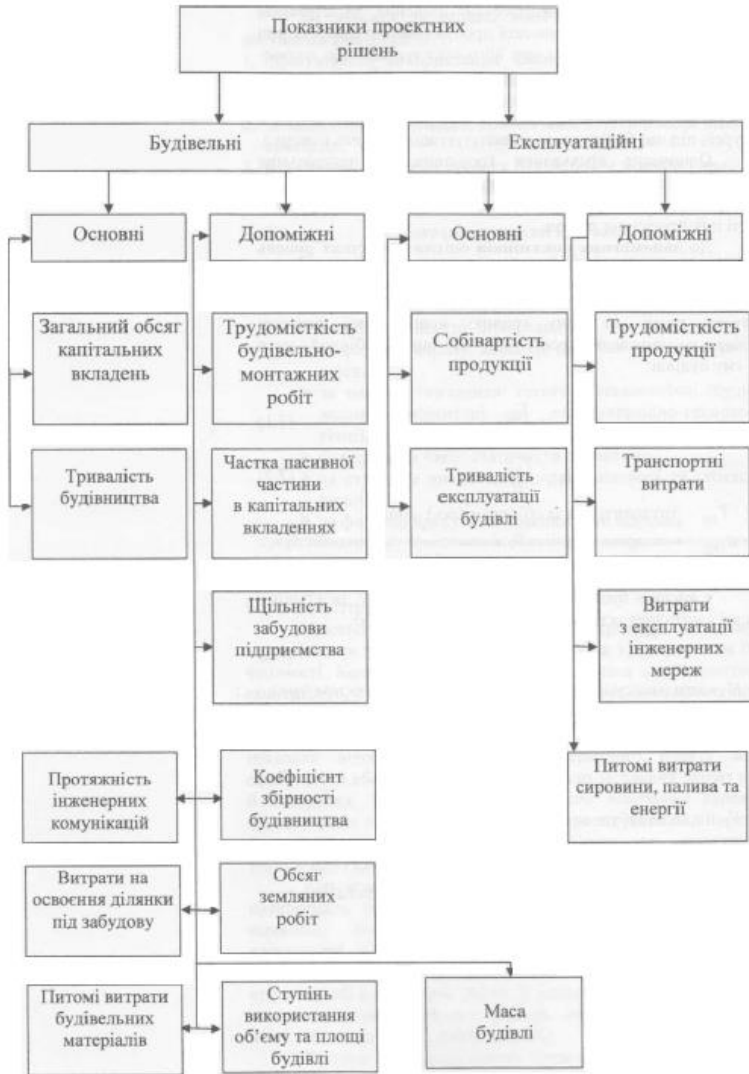


Рисунок 2.2 – Система показників оцінки проєктних рішень

Проєктна документація до затвердження підлягає обов'язковій комплексній експертизі згідно із законодавством незалежно від джерел фінансування будівництва.

*Метою проведення експертизи* проєктів будівництва є визначення якості проєктних рішень шляхом виявлення відхилень від вимог до міцності, надійності та довговічності будинків і споруд, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення, у тому числі до доступності осіб з обмеженими фізичними можливостями та інших маломобільних груп населення, санітарного і епідеміологічного благополуччя населення, охорони праці, екології, пожежної, техногенної, ядерної та радіаційної безпеки, енергозбереження і енергоефективності, кошторисної частини проєкту будівництва.

Експертизу проводять *експертні організації* незалежно від форми власності, що відповідають критеріям, визначеним *Мінрегіоном*. Інформація про експертні організації, які відповідають критеріям, оприлюднюється зазначеним Міністерством на його офіційному сайті.

Експертна організація, яка проводить експертизу, визначається замовником будівництва.

Експертизу не може проводити розробник проєкту будівництва.

*Строк проведення* експертизи залежно від технічної та технологічної складності об'єктів будівництва не повинен перевищувати *30 календарних днів*.

Експертна організація за результатами проведеної експертизи надсилає її замовникові письмовий звіт, який містить інформацію про:

- *дотримання вимог* до міцності, надійності та довговічності будинків і споруд, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення, у тому числі до доступності осіб з обмеженими фізичними можливостями та інших маломобільних груп населення, санітарного і епідеміологічного благополуччя населення, охорони праці, екології, пожежної, техногенної, ядерної та радіаційної безпеки, енергозбереження і енергоефективності, кошторисної частини проєкту будівництва;

- *допущення помилок*, які можуть бути виправлені без коригування проєкту будівництва, а також допущення помилок та недотримання зазначених вимог, що потребує коригування проєкту будівництва.

*Повторна експертиза* проєкту будівництва проводиться після його коригування, якщо це призвело до зміни проєктних рішень, а також у разі, коли це пов'язано із зміною державних будівельних норм та вихідних даних щодо проєктування.

Замовник експертизи несе відповідальність згідно із законодавством за достовірність документів, поданих для проведення експертизи.

Експертна організація несе відповідальність згідно із законодавством за належну якість проведення експертизи.

Спори, що виникають під час проведення експертизи між її замовником та експертною організацією, розглядаються *Мінрегіоном* або у судовому порядку.

Відповідно до зауважень комплексної державної експертизи, що пов'язані з порушенням законодавства та нормативних вимог, замовник і проектна організація зобов'язані внести зміни та доповнення в проектну документацію.

*Представлення проектної документації на погодження, експертизу та затвердження є обов'язком замовника.*

Проектувальник, якщо це необхідно, бере участь у розгляді проектних рішень в експертних організаціях. За дорученням замовника представлення проектної документації на погодження та експертизу може взяти на себе проектувальник за його згодою та за окрему платню.

Затвердження проектної документації інвестором (замовником) є фактом прийняття під його повну відповідальність рішень, передбачених у документації – перед державою за дотримання обов'язкових вимог нормативів та нормативних документів, порядку погодження та експертизи проектної документації.

Проектна документація затверджується за наявності позитивного комплексного висновку державної експертизи.

*Затвердження фіксується у офіційному документі у формі наказу (розпорядження або рішення).*

У документі про затвердження наводяться основні дані та техніко-економічні показники проекту:

- найменування об'єкту, його місце розташування;
- характер будівництва (нове будівництво, реконструкція);
- загальна базисна кошторисна вартість будівництва, у т.ч. кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт;
- техніко-економічні показники: площа земельної ділянки під будівництво, площа забудови, місткість, будівельний об'єм споруди (в т.ч. підземний), корисна площа, питомі показники вартості будівництва, загальна кількість працівників, рівень рентабельності господарської діяльності, строк окупності капітальних вкладень;
- прізвище головного архітектора проекту, авторів проекту;
- зміни архітектурних рішень, які впливають на характер навколишньої забудови, що склалася раніше;
- зміни конструктивних рішень, які можуть викликати небезпечні ситуації в майбутньому при зміні умов експлуатації.

Будівництво може розпочатися тільки після затвердження проектної документації.

#### **4. Функції замовника на стадії будівництва**

В залежності від організаційної форми будівництво підприємств крафтових виробництв може відбуватися наступними способами (рис. 2.3):



Рисунок 2.3 – Організаційні форми будівництва

При *господарському способі* – будівництво об'єктів виконується власними силами замовника або інвестора. Для цього в організаційній структурі замовника створюється будівельно-монтажний підрозділ, який і здійснює комплексне будівництво об'єкта.

Даний спосіб використовується при реконструкції, технічному переозброєнні вже діючих об'єктів, при будівництві невеликих об'єктів. Тобто, коли не можливо організувати рівномірне завантаження будівельних потужностей, коли час виконання робіт необхідно погоджувати з технологічним процесом.

При *підрядному способі* будівництво об'єкта здійснюється постійно діючими будівельно-монтажними організаціями за договором (контрактом) із замовником, які мають власну високорозвинену індустріальну базу та висококваліфіковані кадри.

Цей спосіб передбачає укладання між замовником і підрядником договорів на весь термін будівництва.

При *формі будівництва об'єкта „під ключ”* генеральний підрядник бере на себе функції замовника, взаємодіючи безпосередньо із забудовником та інвестором. Підрядник несе повну відповідальність за будівництво об'єкта відповідно до проекту, у встановлені строки та в межах затвердженої кошторисної вартості.

Це підвищує зацікавленість генпідрядника в більш економічному розрахунку кошторису, оскільки отримана економія поступає в його розпорядження, скорочує систему зв'язків за рахунок усунення зайвих посередників.

Підрядник (генпідрядник) обирається замовником шляхом проведення тендеру.

Тендер (торги) – форма розміщення замовлення на виконання будівництва, яка передбачає визначення підрядника шляхом конкурсного

відбору кращої тендерної пропозиції за критеріями, що визначаються замовником.

*При відкритих торгах* замовник за допомогою розміщення об'яв у відкритих засобах інформації запрошує всіх бажаючих взяти участь у тендері.

*При закритих торгах* замовник запрошує до участі в них декілька вже відомих йому фірм, з яких вибирає ту, пропозиції якою для замовника є найбільш привабливими.

При здійсненні будівництва договір підряду на будівництво є основним документом, що регламентує взаємини замовника і підрядника і визначає їх економічну відповідальність за невиконання договірних зобов'язань.

Договір підряду (контракт) – це договір, за яким одна сторона (підрядник) зобов'язується виконати на свій ризик певну роботу за завданням іншої сторони (замовника) з її або своїх матеріалів, а замовник зобов'язується прийняти та оплатити виконану роботу.

Згідно з *Цивільним кодексом України* за договором підряду на капітальне будівництво *організація-підрядник* зобов'язується своїми силами та засобами побудувати й здати організації замовнику передбачений планом об'єкт відповідно до затвердженої проектно-кошторисної документації та у встановлений строк, а *замовник* зобов'язується надати підряднику будівельний майданчик, передати йому затверджену проектно-кошторисну документацію, забезпечити своєчасне фінансування будівництва, прийняти закінчені будівництвом об'єкти й оплатити їх.

Забезпечення будівництва технологічним, енергетичним і електротехнічним *обладнанням* та апаратурою покладається на *замовника*, крім випадків, передбачених спеціальними постановами (спеціальними постановами на замовника може бути покладено забезпечення будівництва матеріалами).

Забезпечення будівництва *матеріалами та виробами*, необхідними для виконання будівельно-монтажних робіт, передбачених договором підряду, є обов'язком *підрядника*, за винятком матеріалів і виробів, забезпечення якими згідно з договором покладено на *замовника*.

Забезпечення *обладнанням та інвентарем* (виробничим і господарським) будівництва тимчасових будинків і споруд є обов'язком *підрядника*.

*Положенням про підрядні контракти в будівництві* рекомендовано приблизний перелік статей, що включаються до загальних положень контракту.

Відповідно до цього переліку до загальних положень контракту рекомендується включати такі статті:

1. Визначення та терміни.
2. Предмет контракту.
3. Ціна предмета контракту.

4. Строки виконання робіт.
5. Розрахунки та платежі.
6. Проектна документація.
7. Зміна проектної документації та обсягів робіт у процесі будівництва.
8. Будівельний майданчик.
9. Матеріально-технічне забезпечення.
10. Субпідрядні організації.
11. Страхування ризиків.
12. Контроль за якістю робіт.
13. Гарантійні строки експлуатації об'єкта.
14. Фінансові гарантії.
15. Розв'язання суперечностей і арбітраж.
16. Призупинення робіт і розірвання контракту.

Зазначений перелік статей контракту є приблизним, сторони уточнюють його з урахуванням конкретних особливостей будівництва та взаємних домовленостей.

У ході ведення господарської діяльності можуть виникати ситуації, за яких можливе розірвання договору. Порядок розірвання договору регламентується *Цивільним кодексом України, Господарським процесуальним кодексом України* та іншими нормативно-правовими актами.

Розглянута форма контракту застосовується як для здійснення капітального будівництва, так і для проведення реконструкції, розширення, технічного переоснащення діючих підприємств, будинків і споруд, а також реставраційних і ремонтних робіт.

Часто при виконанні будівельних робіт виникає необхідність внесення змін до проектної документації як з боку замовника (забудовника), так і з боку будівельної організації (підрядника).

*Замовник має право* вносити в процесі будівництва зміни та доповнення до проектної документації та обсягів робіт. *Підрядник зобов'язаний* приймати до виконання ці зміни, якщо він спроможний їх виконати і вони були видані в обумовлені контрактом строки до початку виконання робіт, щодо яких вносяться зміни, наприклад, за 20 днів. Якщо підрядник доведе, що він не в змозі виконати додаткові роботи, вони можуть бути доручені замовником іншому виконавцю, який за участі замовника повинен погодити з підрядником питання організації спільного виконання робіт.

*Зміни та доповнення робіт* оформляються в письмовій формі та приймаються підрядником для виконання після відповідного їхнього технічного оформлення, виявлення впливу на вартість і строки будівництва, узгодження порядку додаткової оплати та (або) перегляду строків будівництва. Таке узгодження здійснюється шляхом підписання сторонами *додаткової угоди*.

Якщо немає можливості підписання додаткової угоди до початку робіт, сторони складають протокол (акт) про виконання додаткових робіт, де передбачають право підрядника на повну компенсацію витрат на їх виконання і строки підписання додаткової угоди.

У разі, коли прийняття додаткової угоди або протоколу (акту) передбачає перероблення або демонтаж уже виконаних робіт, то компенсацію цих витрат здійснює замовник.

Якщо зміни в роботах за рішенням замовника не ведуть до зміни вартості та (або) строків будівництва, додаткова угода за взаємною згодою не укладається, підставою для їх виконання може бути дозвіл замовника, виконаний на кресленнях або в журналі виконання робіт.

За домовленістю сторін *будівельній організації* на етапі розгляду документації можуть надаватися *права* на внесення змін до робочих креслень, технологічних інженерних вузлів заміну окремих видів технологічного обладнання і матеріалів та інші зміни, що не погіршують техніко-економічні показники проєкту і не збільшують договірну ціну. Ці пропозиції залежно від передбаченого договором порядку можуть передаватися проєктній організації для внесення відповідних змін безпосередньо без узгодження із замовником або тільки після його письмової згоди.

Передача проєктної документації будівельній організації здійснюється в строки, передбачені графіками передачі (наприклад, за 6 місяців до початку будівництва). Конкретні строки передачі повинні враховувати складність будівництва об'єкта, графіки проведення робіт, можливості замовлення матеріалів і виробів, інші чинники.

Передача документації оформляється актом у двох примірниках, який підписується сторонами. Дата підписання акту є датою передачі документації.

При укладанні двостороннього контракту на проведення будівельних робіт відповідальність за *забезпечення проєктною документацією* покладається в основному на *замовника*, що:

- видає вихідну інформацію для розробки документації;
- укладає контракти на виконання проєктно-дослідницьких, конструкторських, науково-дослідних, консультаційних робіт і послуг;
- погоджує з проєктними організаціями графік розробки та видачі документації, здійснює контроль за його виконанням;
- організує у встановленому порядку узгодження, затвердження і перезатвердження документації, оформлення обґрунтованих змін;
- підписує робочу документацію для виконання робіт.

Якщо ж контракт на виконання будівельних робіт укладено за участі проєктної організації, то на неї покладається низка обов'язків замовника щодо забезпечення підрядника необхідною документацією. Якщо необхідно, проєктна організація для розробки проєкту залучає спеціалізовані проєктні організації та виконує функції генерального проєктувальника.

Приступаючи до будівництва, необхідно враховувати, що Кодексом про адміністративні правопорушення передбачено адміністративну відповідальність у таких випадках:

- за недотримання екологічних вимог під час проектування, розміщення, будівництва, реконструкції та приймання в експлуатацію об'єктів і споруд;

- за недотримання державних стандартів, норм і правил під час проектування і будівництва;

- за самовільне будівництво будівель або споруд.

Справи про вищезазначені адміністративні правопорушення розглядаються Інспекцією державного архітектурно-будівельного контролю згідно зі статтею 244-6 Кодексу про адміністративні правопорушення.

*Крім того, Кримінальним кодексом України передбачено кримінальну відповідальність у таких випадках:*

- за порушення порядку проведення екологічної експертизи, правил екологічної безпеки під час проектування, розміщення, будівництва, реконструкції, введення в експлуатацію, експлуатації та ліквідації підприємств, споруд, пересувних засобів та інших об'єктів, якщо це не спричинило загибель людей, екологічне забруднення значних територій або інші тяжкі наслідки;

- за порушення під час проектування чи будівництва правил щодо безпечної експлуатації будівель і споруд, особою, зобов'язаною дотримуватися таких правил, якщо це створило загрозу загибелі людей чи настання інших тяжких наслідків.

Протягом всього періоду побудови об'єкта здійснюється *технічний* нагляд замовника за будівництвом.

Його метою є:

- контроль за дотриманням підрядною будівельною організацією проектних рішень;

- контроль за якістю виконуваних підрядником будівельно-монтажних робіт;

- контроль за дотриманням витрат, передбачених кошторисом на будівництво;

- оперативне вирішення поточних, термінових організаційних та технічних питань будівництва об'єкта відповідно до своєї компетенції.

*Проведення технічного нагляду за будівництвом є особиста справа замовника (інвестора) і нормами не регламентується.*

Для проведення технічного нагляду за будівництвом об'єктів великої вартості або будівельно та технічно складних замовник (інвестор) призначає *дирекцію будівництва*. При спорудженні підприємств середньої та малої потужності, як правило, призначається *один спеціаліст* технічного нагляду, яким може бути як запрошений фахівець, так і досвідчений співробітник зі штату замовника.

Проведення технічного нагляду замовником фіксується у двох автентичних журналах встановленої форми (один знаходиться у замовника, другий на будівництві).

Вартість витрат на проведення технічного нагляду передбачається локальним (за видом конкретних робіт) кошторисом і розраховується за нормативами до вартості будівництва. Технічний нагляд припиняється при підписанні Державною комісією Акту про здачу закінченого будівництвом об'єкта.

Крім технічного нагляду згідно ДБН А.2.2.4-2003 «Положення про авторський нагляд за будівництвом будинків і споруд» проводиться *авторський нагляд* проектних організацій за будівництвом підприємств виробництва харчової продукції. Незалежно від форм власності замовника (інвестора) він повинен здійснюватися протягом всього періоду будівництва у цілях забезпечення відповідності технологічних, архітектурно-будівельних та інших технічних рішень об'єктів будівництва рішенням, що передбачені в затверджених проектах.

Для оформлення дозволу на виконання будівельних робіт замовник передає в органи Державного архітектурного контролю примірник наказу проектних організацій про проведення авторського нагляду з переліком відповідальних осіб і посилання на договір із замовником.

Здійснення авторського нагляду не знімає відповідальності з будівельно-монтажних організацій і замовника за якість будівельно-монтажних робіт та їх відповідність проектній документації.

Авторський нагляд слід здійснювати на підставі договору, укладеного замовником з генеральною проектною організацією на весь період будівництва.

Генеральний проектувальник у необхідних випадках може залучати до здійснення авторського нагляду спеціалізовані проектні організації, що розробили відповідні розділи проекту.

У цих випадках обов'язки замовника за договором покладаються на генерального проектувальника, а обов'язки виконавця – на спеціалізовану проектну організацію.

У виняткових випадках, при значних відстанях від об'єкта будівництва до місця знаходження організації проектувальника, генеральний проектувальник може залучати за договором для здійснення авторського нагляду за будівництвом стосовно окремих розділів проекту місцеві спеціалізовані проектні організації або уповноважену фізичну особу з інших організацій, які не брали участі у розробці даного проекту і повинні працювати під контролем генерального проектувальника.

Відповідно до договору між замовником і проектувальником наказом керівника проектної організації визначається склад проектувальників із числа авторів та розробників проекту, на яких покладається здійснення авторського нагляду за будівництвом.

Відвідування будівництва представниками авторського нагляду здійснюється згідно з графіком або за викликом замовника.

Для фіксування результатів авторського нагляду на будівництві повинен вестись *журнал авторського нагляду*, який оформлюється у двох примірниках, один з яких зберігається на будівництві, а другий – у проєктувальника. Ідентичні записи ведуться в обох примірниках.

Журнал повинен бути прошнурований, підписаний керівниками проєктувальника і замовника, а також скріплений печатками.

Оформлений журнал передається замовником генеральному підряднику для зберігання до закінчення будівництва. Відповідальність за зберігання журналу і своєчасне виконання вимог представників авторського нагляду несе призначений керівництвом представник підрядника. Другий примірник зберігається у генерального проєктувальника.

Журнал видається генеральним підрядником за вимогою спеціалістів, які здійснюють авторський нагляд.

Представники авторського нагляду вносять у журнал записи щодо відхилень від проєктних рішень, які допущені підрядником. Забороняється внесення змін в проєктну документацію шляхом записів у журнал. Запис у журнал провадиться і за відсутності зауважень.

Представники підрядника і замовника зобов'язані відмічати у журналі факт ознайомлення із зауваженнями, а також вносити записи щодо виконання вказівок спеціалістів, які здійснюють авторський нагляд.

Після прийняття об'єкта в експлуатацію генеральний підрядник повинен передати журнал на зберігання замовнику, а проєктувальник свій примірник – в архів проєктної організації.

*Спеціалісти*, які здійснюють авторський нагляд, мають право:

- вносити в журнал зауваження щодо відхилень від проєктних рішень при будівництві, заборони застосування конструкцій, деталей, виробів, будівельних матеріалів і обладнання, які не відповідають проєктним рішенням, державним будівельним нормам і стандартам;

- повідомляти у разі відмови підрядника від усунення зауважень, замовника і відповідну інспекцію Державного архітектурно-будівельного контролю для вжиття заходів згідно із чинним законодавством;

- давати вказівки щодо припинення виконання підрядником окремих видів робіт, що виконуються з порушенням проєктних рішень та будівельних норм, письмово повідомляти замовника і відповідну інспекцію Державного архітектурно-будівельного контролю;

- самостійно або за пропозицією замовника, без додаткових узгоджень, уточнювати, змінювати, доповнювати прийняті рішення, домагаючись більшої художньої виразності, технічної та технологічної досконалості об'єкта будівництва, якщо ці зміни не суперечать вихідним даним на проєктування, чинним нормам, експлуатаційній надійності, економічним вимогам, не погіршують техніко-економічні показники

затвердженої проектної документації. Зміни в проектну документацію вносять згідно з ДСТУ Б.А.2-4-4:2009 «Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації».

*Спеціалісти, які здійснюють авторський нагляд, зобов'язані:*

- відвідувати будівництво згідно з графіком, за викликом замовника і умовами, що вказані у договорі;
- вибірково перевіряти відповідність виконання будівельно-монтажних робіт та виявляти на будівництві відхилення від проектних рішень в частині застосування будівельних конструкцій, матеріалів, виробів, деталей, обладнання, робіт з улаштування фасадів та інтер'єрів;
- перевіряти виконання підрядником зауважень; брати участь у складанні актів проміжного прийняття відповідальних конструкцій відповідно до додатка 10 ДБН А.3.1-5:2009. «Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва»;
- сприяти ознайомленню працівників, які здійснюють будівельно-монтажні роботи, і представників замовника з проектною документацією;
- брати участь у роботі державної комісії з прийняття об'єктів будівництва в експлуатацію.

## **5. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів**

Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів регламентується постановою Кабінету Міністрів України від 20 травня 2009 р. № 534«Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів», який визначає порядок, основні вимоги і умови прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів незалежно від *форми їх власності, призначення та способів проведення будівельних робіт.*

Вимоги даної постанови *поширюються* на нове будівництво, розширення, реконструкцію, технічне переозброєння, реставрацію і капітальний ремонт об'єктів.

Закінчені будівництвом об'єкти можуть бути прийняті та введені в експлуатацію тільки при забезпеченні:

- необхідних умов охорони праці та відповідності вимогам техніки безпеки і виробничої санітарії;
- виконання заходів щодо захисту навколишнього середовища.

Якщо об'єкти приймаються в експлуатацію у I та IV кварталах, роботи з озеленення, улаштування покриття під'їзних доріг до будинків, тротуарів, ігрових та інших майданчиків, а також оздоблення елементів фасадів *дозволяється* переносити при неможливості їх виконання через несприятливі погодні умови.

Терміни виконання вказаних робіт встановлюються *приймальною комісією.*

*Прийняття в експлуатацію* закінчених будівництвом та призначених до експлуатації **об'єктів державної власності** здійснюється в дві стадії:

- попереднє (технічне) прийняття – робочими комісіями;
- остаточне прийняття – державними приймальними комісіями.

Вбудовані, вбудовано-прибудовані або прибудовані приміщення відокремлених будівель і споруд, які входять до складу об'єкта, приймаються в експлуатацію робочими комісіями в міру їх готовності з наступним пред'явленням державній комісії, що приймає об'єкт в цілому.

Робочі комісії створюються не пізніше ніж у *п'ятиденний термін* після отримання письмового повідомлення генерального підрядника про готовність об'єкта до здачі.

*Робочі комісії* призначаються замовником та складаються з представників:

- замовника – голова комісії;
- генерального підрядника;
- субпідрядних організацій;
- експлуатаційної організації;
- генерального проектувальника;
- органів Державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- Державного пожежного нагляду;
- Державної екологічної інспекції;
- Держнаглядохоронпраці;

До функцій даних комісій входить перевірка:

- відповідності об'єктів і змонтованого устаткування проекту;
- відповідності виконання будівельно-монтажних робіт вимогам будівельних норм;
- результатів комплексного випробування устаткування;
- підготовленості об'єктів до експлуатації, виконання заходів щодо забезпечення безпечних умов праці та виробничої санітарії, захисту навколишнього середовища, пожежної та радіаційної безпеки.

Прийняття робочими комісіями закінчених об'єктів оформлюється відповідними *актами*:

- №1 – про прийняття устаткування після індивідуальної перевірки;
- №2 – про прийняття обладнання після комплексного випробування;
- №3 – про готовність закінченого будівництвом об'єкта для пред'явлення Державній приймальній комісії;
- №4 – про прийняття в експлуатацію закінченої будівництвом будівлі, споруди, приміщення (об'єкта у складі комплексу).

Одночасно в процесі роботи робочої комісії складається акт недоробок з термінами їх усунення.

Після підписання актів робочої комісії та до початку роботи державної комісії на об'єктах (об'єкті) працюють робітники замовника на

освоєнні потужностей і працівники генерального підрядника на усуненні недоробок.

*Акти робочої комісії однозначно є документами про передання закінчених будівництвом об'єктів від генпідрядника замовнику, за збереженість яких далі несе відповідальність замовник.*

Закінчені будівництвом і прийняті робочими комісіями об'єкти замовник і генпідрядник подають державній приймальній комісії.

*Призначення державних приймальних комісій проводиться районними чи міськими органами виконавчої влади не пізніше ніж за 30 днів до встановленого терміну введення в експлуатацію при прийнятті об'єктів житлово-цивільного призначення, і за 2 місяці – об'єктів виробничого призначення.*

*Державна приймальна комісія складається з представників:*

- замовника;
- експлуатаційної організації;
- генпідрядника;
- органів Державного архітектурно-будівельного контролю;
- органів Державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- органів Державного пожежного нагляду;
- органів Державної екологічної інспекції;
- Держнагляд охорони праці;
- органів Державної виконавчої влади та виконкомів місцевих рад народних депутатів, на території яких розташовано об'єкти.

*Головою державної приймальної комісії призначається: по об'єктах виробничого призначення – представник експлуатаційної організації; по об'єктах житлово-цивільного призначення – представник органу Державного архітектурно-будівельного контролю.*

Державна приймальна комісія повинна перевірити усунення недоробок, виявлених робочими комісіями.

Прийняття державними приймальними комісіями закінчених будівництвом об'єктів у експлуатацію оформлюється *актом державної приймальної комісії про прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта*, який підписується головою та всіма членами комісії. За наявності у членів комісії заперечень, вони повинні бути розглянуті за участі органу, який вони представляють.

Розгляд акту державної комісії про прийняття в експлуатацію об'єкта, прийняття необхідних рішень і затвердження акту органом, що призначив комісію, здійснюється в термін, що *не перевищує 1 місяць* після підписання акту по об'єктах виробничого призначення, і не більше 7 днів – по об'єктах житлово-цивільного призначення.

Без підпису акту представниками органів державного нагляду експлуатація об'єкта не дозволяється.

*Датою введення об'єкта в експлуатацію є дата підписання акту державною комісією.*

Голови та члени державних приймальних комісій несуть відповідальність за свої дії при прийнятті об'єктів у експлуатацію згідно з чинним законодавством.

Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, які не є державною власністю, встановлюється обласною Київською радою, державними адміністраціями і Державним комітетом будівництва, архітектури та житлової політики України.

Ці об'єкти приймаються в експлуатацію за рішенням *державних технічних комісій*.

Державні технічні комісії призначаються районними м. Києва, державними адміністраціями та виконавчими органами міст обласного підпорядкування.

*Державні технічні комісії* стають до роботи не пізніше як за 7 днів після отримання заяви забудовника (замовника) про закінчення будівництва та готовність об'єкта до прийняття в експлуатацію.

До складу державних технічних комісій входять представники:

- забудовника (замовника);
- проєктувальника (при здійсненні будівництва підрядним способом);
- місцевої інспекції державного архітектурно-будівельного контролю;
- органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- державного пожежного нагляду;
- виконавчого органу відповідних місцевих рад, а на об'єктах

Державної екологічної інспекції, Держнаглядохоронпраці, Державної інспекції з енергозбереження – представники цих органів.

Головою державної технічної комісії призначається представник органу, який призначив комісію.

Термін роботи державної технічної комісії визначається органом, що її призначив, але він не повинен перевищувати 10 днів.

Протягом цього часу члени комісії повинні ознайомитись з проєктною документацією, перевірити відповідність вбудованого (реконструйованого, капітально відремонтованого) об'єкта проєкту та технічним умовам на проєктування і підписати акт про прийняття закінченого будівництвом об'єкта в експлуатацію. Члени комісії не мають права ставити додаткові вимоги, крім передбачених наданими технічними умовами на проєктування.

У випадку відмови окремих членів комісії у підписанні акту, вони зобов'язані надати письмово голові комісії та органу, який вони представляють, мотивовані заперечення.

Розгляд акту державної технічної комісії, прийняття рішення за результатами розгляду заперечень окремих членів комісії та остаточне

підписання акту здійснюється в 7-денний термін. Після цього терміну заперечення окремих членів комісії не розглядаються.

Результатом роботи державної технічної комісії є складання та підписання *акту державної технічної комісії*, в якому приймається рішення про введення об'єкта в експлуатацію.

Акт державної технічної комісії затверджується органом, який призначив цю комісію.

Підписаний та затверджений акт державної технічної комісії є *підставою* для включення даних про його введення в державну статистичну звітність, а також для оформлення права власності на збудований об'єкт.

У випадку, якщо державна технічна комісія дійшла висновку про невідповідність об'єкта до експлуатації, вона оформляє відмову в рішенні про введення об'єкта в експлуатацію та подає її органу, який призначив комісію, і замовнику (забудовнику).

Голови та члени державних технічних комісій несуть відповідальність за свої дії при прийнятті об'єктів в експлуатацію згідно з чинним законодавством.

### ***Контрольні запитання***

1. Розкрийте суть організаційної діяльності замовника проєкту підприємства виробництва крафтового продукту, будівництві та здаванні об'єкта в експлуатацію.

2. Які функції виконує замовник проєкту підприємства виробництва крафтового продукту на стадії проєктування?

3. Як оцінюється якість проєктних рішень?

4. Мета та порядок проведення експертизи проєктів будівництва підприємства виробництва крафтового продукту.

5. Що таке «договір підряду» та які зобов'язання повинен виконувати замовник і організація-підрядник відповідно до цього договору?

6. Перерахуйте основні статті, які включаються до загальних положень контракту для здійснення будівництва.

7. Чи можна вносити зміни до укладеного контракту для здійснення будівництва?

8. За які правопорушення під час будівництва передбачена адміністративна та кримінальна відповідальність?

9. В чому полягає суть технічного нагляду замовника за будівництвом підприємства виробництва крафтового продукту?

10. Як здійснюється авторський нагляд проєктних організацій за будівництвом підприємств виробництва крафтового продукту?

11. Які основні функції покладено на робочі комісії щодо прийняття об'єктів в експлуатацію?

12. Хто здійснює остаточне прийняття об'єкта будівництва в експлуатацію і на підставі чого?

13. Що є підставою для оформлення права власності на збудований об'єкт?

### **Лекція 3. Проектування виробничих цехів підприємств крафтових виробництв харчових продуктів**

*1. Загальні вимоги до проектування приміщень цехів.*

*2. Основні принципи проектування виробничих цехів.*

*3. Проектування складської групи приміщень для зберігання сировини та напівфабрикатів.*

*4. Проектування складської групи приміщень матеріально-технічного призначення та для експедиції.*

*5. Принципи проектування адміністративно-побутових і технічних приміщень.*

#### **1. Загальні вимоги до проектування приміщень цехів**

Під час проектування виробничих цехів підприємств крафтових виробництв необхідно враховувати, що приміщення виробничого цеху мають бути розміщені таким чином, щоб їх компоновка найбільшою мірою сприяла правильній організації виробничого процесу.

При компонуванні приміщень важливою умовою є дотримання потоковості руху сировини, напівфабрикатів, готового продукту, тари та необхідних для виробництва матеріалів. Потрібно слідкувати, щоб у проєкті не було вантажних та людських потоків, які перетинаються, або ж слід проектувати перехідні містки над ланцюговими або стрічковими транспортерами. У зв'язку з цим, склади тари, камери зберігання готової продукції доцільно по можливості примикати до виробничого цеху у місцях розфасовки готового продукту. Це дозволить не тільки скоротити шлях руху тари і розфасованого продукту у камери зберігання, але й знизити можливість перетинання працівників з вантажопотоками. Матеріальний склад доцільно розміщувати біля входу у цех за ходом технологічного процесу, він обов'язково повинен мати вихід на територію підприємства. Розміщення його у глибині споруди ускладнює доставку необхідних матеріалів з основних складських приміщень, розміщених у допоміжному корпусі.

Цехові комори та матеріальний склад повинні бути розміщені за можливістю ближче до споживача.

При компонуванні приміщень цехів доцільно враховувати можливість наступної реконструкції підприємств, тому побутові та складські приміщення

слід розміщувати у торцювих частинах будівель, оскільки при необхідності вони можуть бути винесені у спеціальне приміщення.

При двосторонньому розміщенні віконних отворів виробничий корпус бажано розміщувати повздовжньою віссю зі сходу на захід з орієнтацією вікон відповідно на південь і на північ.

Цехи, тепловиділення технологічного обладнання яких значне, слід своєю найбільшою за довжиною стіною розміщувати біля зовнішніх стін будівлі, а приміщення з підвищеним вологісним режимом рекомендується розміщувати у середній частині будівлі, щоб запобігти випадінню конденсату на внутрішніх стінах приміщень.

Цехи з найбільш шкідливими виробництвами розміщувати у стороні від руху робочих до місця роботи, з підвітряної сторони відносно самої будівлі і бажано з північної сторони.

Вентиляційні приміщення проєктуються всередині виробничого корпусу. Котельні приміщення доцільно проєктувати у оремо розміщених будівлях.

## 2. Основні принципи проєктування виробничих цехів

Загальна площа виробничого цеху ( $F_{ц}$ ) складається з суми площ зайнятих під основним виробничим обладнанням з умовою прогресивної організації виробничого потоку, площі діляниць та відділень, які обслуговують основне виробництво, а також площ складів, холодильних приміщень, підсобних, допоміжних та обслуговуючих відділень та площ пов'язаних з постачанням енергоресурсів та відпустку готової продукції.

$$F_{ц} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4, \quad (3.1)$$

де  $F_1$  – площа основна виробнича,  $m^2$ ;

$F_2$  – площа складських приміщень та холодильників,  $m^2$ ;

$F_3$  – площа підсобних приміщень,  $m^2$ ;

$F_4$  – площа допоміжних відділень та ділянок,  $m^2$ .

Загальна площа цеху може бути розрахована згідно збільшеного коефіцієнту.

$$F_{ц} = F_1 \cdot K, \quad (3.2)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує складську, підсобну та допоміжну площу,  $K = 1,2...1,4$  [1].

Площу побутових приміщень умовно приймають з розрахунку  $2 m^2$  на одного робітника [3]. Загальна площа цеху може бути розрахована також з питомої норми площі на 1 т сировини за формулою [1]

$$F_{ц} = G_{сир} \cdot q, \quad (3.3)$$

де  $G_{сир}$  – потужність переробного цеху по сировині (кількість сировини, яка переробляється за зміну), т;

$q$  – питома норма площі на 1 т сировини,  $m^2/т$ .

Розрахунок основної виробничої площі для виробництва визначеного продукту можна виконувати на основі норм площі на одиницю продукції за формулою:

$$F_{\Pi} = \sum_{i=1}^n G_{i \text{ np}} \cdot q_{i \text{ y}}, \quad (3.4)$$

де  $G_{i \text{ np}}$  – продуктивність  $i$ -го цеху, т/за зміну;

$q_{i \text{ y}}$  – питома норма площі на 1т продукції, яка виробляється цехом, м<sup>2</sup>/т.

При проектуванні площу окремих приміщень розраховують також за питомими нормами на одиницю продукції у фізичних чи приведених одиницях. Фізичні переводять у приведені за допомогою спеціального коефіцієнта, який зображує у скільки разів треба збільшити площу для виробництва даного виду продукції у порівнянні з виробництвом іншого продукту. Наприклад, для варених ковбас

$$G_{i \text{ np}} = \sum_{i=1}^n G_i \cdot k_i, \quad (3.5)$$

де  $G_{i \text{ np}}$  – виробництво ковбас за зміну  $i$ -тим відділенням, приведені тони;

$n$  – кількість видів ковбас, які будуть вироблятися;

$G_i$  – виробництво даного  $i$ -го виду ковбас за зміну, т;

$k_i$  – коефіцієнт приведення (для варених і субпродуктових ковбас, сосисок і сардельок  $k = 1$ ; для напівкопчених, варено-копчених і сирокочених ковбас  $k = 2$ ; 2,2; для продуктів із свинини, яловичини і баранини  $k = 2,5$ ).

При проектуванні цехів крафтових виробництв доцільно провести розрахунок площі цеху поступово – окремо по кожному виду. Годі, виробнича площа цеху ( $F_I$ ) складається з площі займаної машинами та обладнанням ( $F_M$ ), площі робочого місця ( $F_P$ ), площі займаної проходами і проїздами між машинами ( $F_{\Pi}$ ), а також площі технологічних відділень та ділянок. Вона визначається за рівнянням

$$F_I = F_M + F_P + F_{\Pi} + F_B, \quad (3.6)$$

де  $F_M$  – площа займана машинами та обладнанням, м<sup>2</sup>;

$$F_M = \sum_{i=1}^n f_i, \quad (3.7)$$

де  $f_i$  – площа  $i$ - вида машини, м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість машин у цеху, шт;

$F_P$  – площа робочого місця, м<sup>2</sup>.

$$F_P = \dot{F}_P \cdot n_p, \quad (3.8)$$

де  $\dot{F}_P$  – площа, яку займає один робітник під час роботи, м<sup>2</sup>,  $\dot{F}_P = 1,0 \dots 1,5$ ;

$n_p$  – кількість робочих місць біля однієї машини, шт.

$F_{II}$  – площа, яку займають проходи і проїзди між обладнанням та машинами, м<sup>2</sup>;

$$F_{II} = (4...5)\dot{F}_{II}, \quad (3.9)$$

де  $\dot{F}_{II}$  – площа мінімальних проходів між обладнанням та машинами, м<sup>2</sup>,  $\dot{F}_{II} = 0,75...1,05$  (при умові 1...1,5 м – ширина основних проходів; 1,5 м – відстані між машинами; 0,5...0,7 м – відстань між машиною і стіною).

$F_B$  – виробнича площа відділень і ділянок, м<sup>2</sup>.

Розрахунок площі технологічних відділень і ділянок, які безпосередньо пов'язані з процесом виробництва продукту відбувається виходячи з норм площ, необхідних для розміщення напівфабрикатів, і готових виробів на окремих стадіях технологічного процесу. Наприклад: відділення приймання сировини – площу визначають виходячи із санітарних норм за кількістю зайнятих робітників, враховуються також площа розміщення холодильної апаратури. Відділення нагромадження сировини, розморожування, камери дозрівання і засолу, охолодження, сушіння та інші розраховуються за формулою

$$F_B = [G \cdot (n_3 + 1) \cdot t_T] / T \cdot g, \quad (3.10)$$

де  $G$  – кількість сировини за видами продукту, що переробляється за зміну, кг;

$n_3$  – число змін;

$t_T$  – тривалість технологічної операції, год;

$T$  – кількість годин за добу, год;  $T = 24$ ;

$g$  – питома норма навантаження на 1 м<sup>2</sup> підлоги, кг/м<sup>2</sup>,  $g = 175...200$ .

Сполучення  $G \cdot (n_3 + 1) \cdot t_T$  означає одноразове перебування сировини на даному етапі з запасом на одну зміну.

Відділення льодоутворення і підготовки спецій розраховують виходячи з площі встановленого устаткування.

Площа відділень пов'язаних з ручними операціями визначають за кількістю зайнятих робітників на цих операціях.

Площа відділень термічної обробки виробів залежить від кількості камер, габаритні розміри яких визначають за технічною характеристикою, і кількості візків, в які завантажуються напівфабрикати та продукти. Для обслуговування цих камер до розрахункової площі додають 50...100% від площі займаної термічними камерами.

Площа відділення обвалки і жилювання розраховується виходячи з габаритних розмірів столу, що у свою чергу визначається за кількістю зайнятих робітників і за нормою виробітку на одного працівника.

Площа соляних басейнів розраховується за формулою

$$F_{с.б.} = (n_k \cdot f_k) / k_1, \quad (3.11)$$

де  $n_k$  – кількість контейнерів, які знаходяться в басейні одноразово, шт;

$f_k$  – площа займана одним контейнером, м<sup>2</sup>;

$k$  – коефіцієнт використання площі соляного басейну,  $k = 0,8$ .

Площа сортувальної та пакувальної дільниці визначається за пропускну здатністю на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги за формулою

$$F_{2c} = \frac{G_a \cdot a}{q'} \cdot K_n, \quad (3.12)$$

де  $a$  – коефіцієнт, який враховує кількість вантажу, що потрібно обробити ( $a = 1$  – обробляється увесь вантаж,  $a < 1$  – тільки його частка);

$q'$  – перепускна здатність  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги експедиції, сортувальної чи пакувальної дільниці за добу,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ,  $\text{шт}/\text{м}^2$ .

### **3. Проектування складської групи приміщень для зберігання сировини та напівфабрикатів**

Складські приміщення класифікують на 2 групи: охолоджувані і не охолоджувані.

В охолоджуваних зберігають швидкопсууючі продукти м'ясо, рибу, жири, молоко, молочнокислі та гастрономічні продукти, зелень, фрукти, напівфабрикати, готові кулінарні та кондитерські вироби, харчові відходи.

В не охолоджуваних зберігають сухі продукти (борошно, цукор, крупи та ін.), овочі, інвентар, тару, білизна. Кількість і структура складських приміщень залежать від типу підприємства і його місткості.

Групу складських приміщень слід розміщувати одним блоком в підвальному, цокольному або на першому поверсі будівлі з боку господарської зони підприємства. Взаємозв'язок цих приміщень визначається їх функціональним призначенням і схемами вантажопотоків. Охолоджувані і неохолоджувані приміщення повинні бути максимально наближені до завантажувального майданчику і приміщення для прийому і розвантаження продуктів, а також вантажно-розвантажувальної рампи. Завантажувальний майданчик обладнують люками, пандусами, похилими і вертикальними підйомниками (під час розміщення складської групи в підвалі або цокольному поверсі), вагами, а також різними засобами механізації.

Охолоджувальні камери рекомендується розташовувати єдиним блоком в північній або північно-східній частині будівлі. Безпосередньо до них має примикати машинне відділення. Охолоджувальні складські приміщення розташовуються єдиним блоком, який поєднує неопалювальний тамбур, глибиною не менш  $1,6 \text{ м}$ . До охолоджувального блоку повинно примикати машинне відділення. Охолоджувальний блок повинен мати прямокутну форму без виступів. Площа камер на плані будівлі не менш  $5 \text{ м}^2$ , а їх розмір в плані не менш  $2,1 \times 2,5 \text{ м}$ .

Охолоджувальні приміщення при розрахунковій температурі повітря  $+2^\circ\text{C}$  та вище дозволяється розташовувати без тамбура, якщо різниця

температур в поруч розташованих камерах не перевищує 4°C перегородки між такими камерами проектуються без теплоізоляції.

Охолоджувальні складські приміщення не рекомендується розташовувати під приміщеннями з підвищеною вологістю та температурою (душові, бойлерні, виробничі цехи з підвищеною температурою: гарячий, борошняний).

Якщо у випадку необхідності, все ж таки приходиться розташувати охолоджувальний блок під цими приміщеннями, то перекриття камер відокремлюють від міжповерховим перекриттям вентиляльованим повітрям прошарком.

Камеру харчових відходів, як правило, розміщують на першому поверсі будівлі (окремо від загальних продуктових камер) з виходом через тамбур назовні і в коридор підприємства. Вона повинна бути пов'язана (по вертикалі або по горизонталі) з миючими столового посуду, таким чином, щоб на шляху транспортування відходів не було зустрічних потоків сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

*Вимоги до проектування комори сухих продуктів.*

Розташовується поруч з охолоджувальним блоком, але якщо на підприємстві є кондитерський цех, то комору сухих продуктів рекомендується розташувати поруч від цього цеху. Розташовується на цокольному, першому поверсі. Комора сухих продуктів орієнтована на північ, північний схід, північний захід. Освітлення – штучне. Зручний зв'язок з завантажувальним майданчиком та з групою виробничих приміщень. Не рекомендується розташовувати під приміщеннями, які мають каналізаційний трап

*Вимоги до проектування комори овочів.*

Комора овочів розташовується в підвалі, цокольному, першому або поверсі. Орієнтована на північ, північний схід, північний захід. Освітлення – штучне. Зручний зв'язок з овочевим цехом (безпосередній зв'язок) та з завантажувальним майданчиком.

*Вимоги до проектування камери харчових відходів.*

Камера харчових відходів розташовується на першому або підвальному поверсі будівлі окремо від інших камер з окремим входом з виробничих приміщень та зовнішнім виходом. Освітлення – штучне. Орієнтована на схід, північний схід, північний захід.

Розрахунок площі складів: сировини, тари, припасів, спецій, готової продукції, експедиції та ін., а також площ холодильників, термостатної та хладостатної камер для виробництва рідкої продукції, розраховуються за нормативним навантаженням на 1 м<sup>2</sup> вантажної площі підлоги

$$F_{2c} = \frac{G \cdot t_{\text{ст}}}{q \cdot T} \cdot K_s, \quad (3.13)$$

де  $G$  – кількість сировини або продукту, яка має зберігатися, кг;

$t_{зб}$  – термін збереження, дів, год;

$K_3$  – коефіцієнт збільшення площі приміщення на проходи. Він залежить від потужності складу: для малих до  $10 \text{ м}^2 - K_3 = 2,2$ ; для середніх до  $20 \text{ м}^2 - K_3 = 1,8$ ; більше  $20 \text{ м}^2 - K_3 = 1,6$ ;

$q$  – питоме навантаження на одиницю вантажної площі підлоги,  $\text{кг}/\text{м}^2$  (додаток А);

$T$  – тривалість доби,  $T = 24$  год. Або

$$F_{2c} = \frac{G_0 \cdot c \cdot t_{зб}}{100 \cdot q} \cdot K_n, \quad (3.14)$$

де  $G_0$  – середньодобове постачання вантажу на зберігання,  $\text{кг}$ , т;

$c$  – середньодобовий залишок вантажу з урахуванням середньодобового випуску вантажу зі складу, %;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності подачі вантажу на склад,  $K_n = 0,2 \dots 1,0$ .

Визначити площу складу можна також за середньою площею підлоги на 1 т. сировини чи продукту (додаток А)

$$F_{2c} = \frac{G \cdot t_{зб} \cdot f'}{T} \cdot K_3, \quad (3.15)$$

де  $f'$  – середня площа складу на 1 т. сировини,  $\text{м}^2/\text{т}$ .

Площа складських приміщень для збереження сировини, тари, припасів, спецій, готової продукції, експедиції та ін. визначається методом розрахунку за укладальною масою продукту на  $1 \text{ м}^2$  площі і коефіцієнту запасу використання площі за формулою

$$F_{2c} = \frac{G \cdot t_{зб}}{m \cdot T} \cdot K, \quad (3.16)$$

де  $G$  – кількість сировини або продукту, яка підлягає збереженню,  $\text{кг}$ ;

$t_{зб}$  – термін збереження, дів, год;

$K$  – коефіцієнт використання площі;

$m$  – укладальна маса продукту на  $1 \text{ м}^2$  площі складу,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

Склади готової продукції повинні мати не менш двох дверних прорізів, причому в дверному прорізі повинно бути двоє дверей – основна і решітчаста. Непридатні до реалізації продукти підготовляються до знищення у окремих приміщеннях, що знаходяться в складах та мають підвід гарячої та холодної води, а також каналізаційну систему. Площа такого приміщення повинна бути достатньою для маневрування електронавантажувача і розміщення 2...3 пакетів готової продукції. Крім того, у складі готової продукції передбачається термостатна камера площею не менш  $15 \text{ м}^2$ .

Склади не рекомендується розміщувати у підвалах. Цеховий склад готової продукції зручно розташовувати так, щоб він примикав до стерилізаційного відділення.

Холодильник має у своєму складі такі приміщення: камери охолодження і збереження сировини, заморожування і збереження м'яса та іншої сировини, камери дозрівання жилованої сировини, камери прийому і підморожування та ін. Площа визначається за формулою

$$F_{2x} = \frac{G \cdot t_{36} \cdot n_{cm} \cdot k_1}{g_1 \cdot T}, \quad (3.17)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт перерахунку навантаження продукції з 1м підвісного шляху до навантаження на 1м<sup>2</sup> площі камери,  $k_1=1,25$ ;  
 $g_1$  – норма навантаження продукту на 1м підвісного шляху, кг/м;  
 $n_{cm}$  – кількість змін.

Площа камер схову охолодженої продукції (замороженого м'яса, блоків, харчових жирів, сирів) термостатної та хладостатної камер для дозрівання молочної продукції визначається за формулою

$$F_{2x} = \frac{G \cdot t_{36} \cdot n_{cm} \cdot k_2}{g_2 \cdot T \cdot h}, \quad (3.18)$$

де  $k_2$  – середній коефіцієнт перерахунку будівельної площі підлоги у вантажну,  $k_2=0,84$ ;

$g_2$  – норма завантаження 1м<sup>3</sup> вантажного об'єму, кг/м<sup>3</sup>, (для замороженого м'яса  $g_2=350$ , для блоків  $g_2=600$ , для жиру і солоних кишок  $g_2=540$ , для молочної продукції  $g_2=200$ );

$h$  – висота штабеля, м (м'ясо заморожене  $h=4,5$ м; блоки  $h=4,0$ м; молочні продукти  $h=1,5$ м).

Основним обладнанням холодильників є транспортні механізми, які виконують завантаження і розвантаження сировини і продукції. До них відносяться підвісні шляхи, конвеєри, стелажі, обладнання для заморожування.

Розрахунок підвісних шляхів відбувається за формулою

$$L = \frac{G \cdot t_{36} \cdot k_3}{g_3 \cdot T}, \quad (3.19)$$

де  $k_3$  – коефіцієнт, який враховує запас підвісного шляху,  $k_3=1,1$ ;

$g_3$  – норма навантаження на 1м підвісного шляху, кг/м.

При розрахунку кількості стелажів необхідно визначити загальну їх площу за формулою

$$F_{cm} = \frac{G \cdot t_{36} \cdot k_4}{g_4 \cdot T}, \quad (3.20)$$

де  $k_4$  – коефіцієнт, який враховує запасу площу стелажу,  $k_4=1,1$ ;

$g_4$  – норма навантаження на 1м<sup>2</sup> площі стелажу, кг/м<sup>2</sup>.

Пересувні стелажі за стандартом СЭВ 762-77 призначені для внутріцехового та міжцехового транспортування функціональних ємностей, а також для використання при випіканні борошняних кулінарних та кондитерських виробів у печах великої продуктивності. Також короткочасного збереження готових виробів у виробничих цехах і камерах при них. Пересувний стелаж СП-125 має габарити 580×400×1500 мм, вантажопідйомність 125 кг; СП-230 – габарити 670×600×1500 мм, вантажопідйомність 230 кг. Пересувні конвеєри по стандарту СЭВ 762-77 призначені для транспортування напівфабрикатів, кулінарних і кондитерських виробів.

#### **4. Проектування складської групи приміщень матеріально-технічного призначення та для експедиції**

Склад і площі складських приміщень матеріально-технічного призначення для різних типів підприємств виробництва крафтових продуктів встановлюються за Будівельними нормами і правилами проектування цих підприємств залежно від їх типу і потужності.

Цеховий матеріальний склад переважно влаштовують з зовнішньої стіни з подачею матеріалів зовні, але при цьому відстань від матеріального складу, з якого подається матеріал, до устаткування повинна бути мінімальною.

До експедиції відносяться: приміщення для завантаження, приймання та комплектації продукції; охолоджені камери для зберігання готової продукції; комора кондитерських виробів; приміщення для прийому, розборання, мийки, сушіння та зберігання експедиційної тари, мийки, сушіння та зберігання контейнерів і стелажів, завантажувальна платформа експедиції з боксами, приміщення експедитора.

Для групи експедиційних приміщень передбачають зв'язок з виробничими цехами та завантажувальною платформою. Планування їх повинна виключати виникнення зустрічних потоків вивезеної продукції та повертається (використаної) експедиційної тари.

#### **5. Принципи проектування адміністративно-побутових і технічних приміщень**

*Групу адміністративних приміщень* варто проектувати єдиним блоком, який допускається розташовувати в будь-якому поверсі будівлі. До них повинен бути забезпечений підхід, що мінає виробничі й складські приміщення, і одночасне повинен здійснюватися зв'язок із усіма цехами й службами підприємства.

Кабінет директора рекомендується розміщати біля залу, кімнату персоналу у групі виробничих приміщень, ближче до гарячого цеху й мийної посуду.

*Побутові приміщення* (гардеробні, душові, санітарні вузли для обслуговуючого персоналу) також варто компонувати єдиним блоком ізольовано від виробничих приміщень підприємства.

Склад і розміщення *технічних приміщень* визначається прийнятими в проєкті видами санітарно-технічних пристроїв, системами холодо- і енергопостачання. Вентиляційні камери повинні мати безпосередній зв'язок з вентиляційними комунікаціями, тепловий пункт – із системами опалення й водопостачання.

Для технічних приміщень рекомендується передбачити самостійний вхід із вулиці (із господарчої зони).

Підсобні приміщення, які зв'язані з благоустроєм господарчої зони підприємства (сміттєзбиральник, приміщення для тари), розташовують на території двору, або в самій будівлі.

Рациональні габарити приміщень визначаються можливістю економічного розміщення необхідного устаткування з урахуванням проходів для їх експлуатації. Проте для створення економічного інтер'єру цього недостатньо. Приміщення повинні мати гармонійні пропорції (співвідношення основних розмірів – висоти, ширини, довжини), які залежать від обсягу, конфігурації, способу освітлення.

Допустимими пропорціями є наступні співвідношення (висота : ширина : довжина): при обсязі приміщення 50–500 м<sup>3</sup> – від 1:1,5:1,5 до 1:2:4; при обсязі більш 500 м<sup>3</sup> – від 1:3:3 до 1:3:6.

#### **Лекція 4: Інжиніринг систем вентиляції та кондиціонування**

1. *Класифікація систем вентиляції.*
2. *Основне устаткування систем вентиляції.*
3. *Класифікація систем кондиціонування.*
4. *Основне устаткування систем кондиціонування.*
5. *Вимоги, які пред'являються до систем вентиляції і кондиціонування.*

##### **1. Класифікація систем вентиляції**

Системи вентиляції класифікують за такими ознаками:

а) *за способом руху повітря* – системи з природним рухом повітря (під дією гравітаційного тиску), або *системи природної вентиляції*, і системи зі примусовим рухом повітря (за допомогою вентиляторів), або *системи механічної вентиляції*;

б) *за способом подачі повітря в приміщення* – системи, через які в приміщення подається повітря, або системи припливної вентиляції (*припливні системи*), і системи, за допомогою яких повітря видаляється 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) *за методом 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.

*Системи з природною і механічною вентиляцією.*

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

Під тепловим натиском розуміють тиск, що виникає внаслідок різниці щільності (або об'ємних ваг) повітря зовнішнього і повітря, що видаляється з приміщення, та має різну температуру.

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

Повітря, що поступає у приміщення або видаляється з них, в системах з природною вентиляцією може переміщатися як організовано – спеціальними каналами-повітропроводами (в цьому випадку системи називаються *каналними*), а також неорганізовано – через нещільності в огороженнях. В системі з природною вентиляцією приміщень, розташованих на різних поверхах 5-поверхової будівлі (рис. 4.1), вентиляція відбувається завдяки видаленню з приміщень повітря через вентиляційні канали, які прокладені в стінах.

В системах з природною вентиляцією виробничих приміщень (рис. 4.2) застосовують вітровий натиск. Вітер обдуває спеціальний пристрій – *дефлектор*, що дозволяє створювати розрідження при будь-яких напрямках повітря. до отвору дефлектора приєднана мережа повітропроводів, через яку з різних точок виробничого приміщення віддаляється повітря, що містить шкідливості.

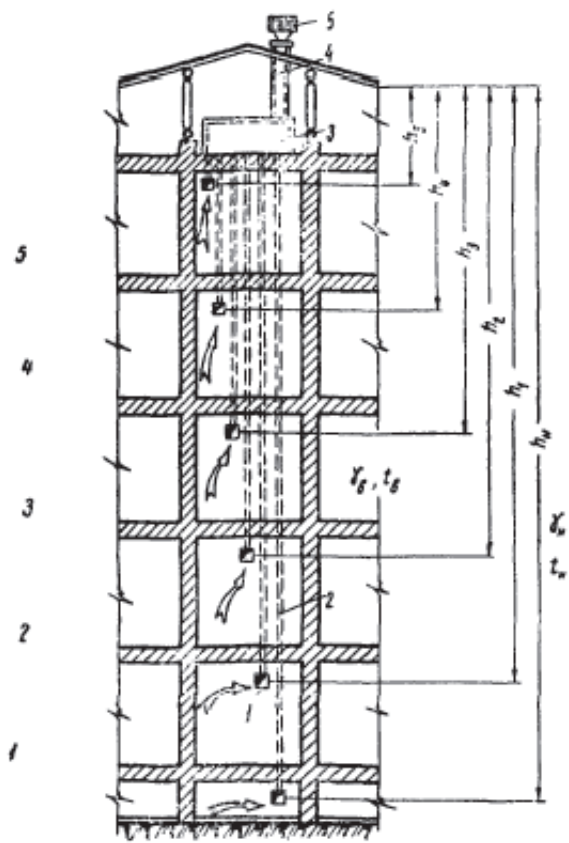


Рисунок 4.1 – Схема природної вентиляції приміщень 5-поверхової будівлі під дією теплового натиску: 1 – витяжний отвір; 2 – вертикальний канал; 3 – збірний канал; 4 – витяжна шахта; 5 – дефлектор

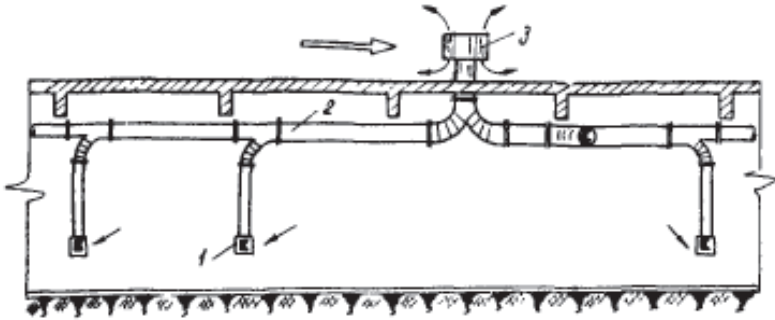


Рисунок 4.2 – Схема з природною вентиляцією виробничих приміщень під дією вітрового натиску: 1 – витяжний отвір; 2 – повітровід; 3 – дефлектор

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

У безканалних системах повітроводи відсутні і повітря входить у приміщення або йде з них через спеціальні отвори в будівельних огороженнях. 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 повітря, тиск якого з навітряної сторони будинків більший, ніж всередині або з підвітряної сторони будинків. Аерація широко застосовується для вентиляції виробничих приміщень з великими надлишковими тепловиділеннями.

Аерація однопролітної виробничої будівлі під дією теплового натиску: тепловий натиск для отворів, розташованих на різних відмітках, неоднаковий, тому у верхніх отворах створюється тиск нижче за атмосферний, а в нижніх – вище за атмосферний тиск. Внаслідок чого може здійснюватися схема руху повітря, яка зображена на рис. 4.3. За допомогою аерації, при використанні вітрового натиску, можна застосовувати вентилявання багатопролітної виробничої будівлі (рис. 4.4).

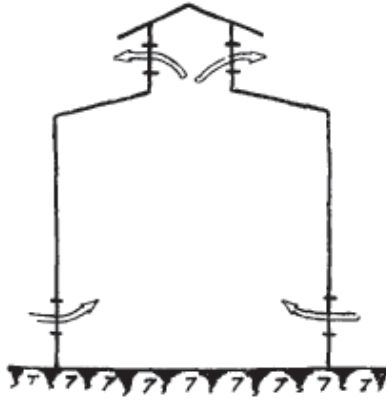


Рисунок 4.3 – Схема аерації однопролітної виробничої будівлі під дією теплового натиску



Рисунок 4.4 – Схема аерації багатопролітної виробничої будівлі

На підприємствах виробництва крафтових харчових продуктів найчастіше застосовують *системи з механічною вентиляцією*, при якій припливне й витяжне повітря переміщується 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 та комбінованою*.

Також системи механічної вентиляції можуть бути *канальними і безканальними*. Найчастіше застосовуються канальні 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, які використовують, як правило, для пересування повітря осьовими вентиляторами.

Системи з механічною вентиляцією мають розгалужену мережу повітроводів (рис. 4.5–4.6). Система, в якій відсутні мережі повітроводів, – безканальна (рис. 4.7).

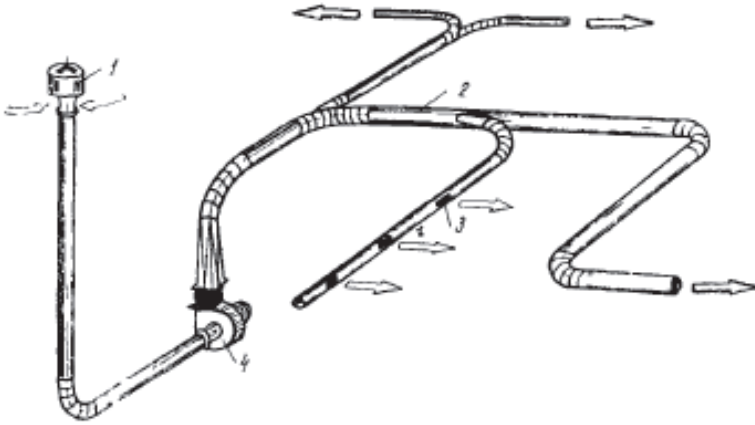


Рисунок 4.5 – Система з припливною механічною вентиляцією з розгалуженою мережею повітроводів: 1 – повітрозабір; 2 – повітроводи; 3 – припливний отвір; 4 – вентилятор

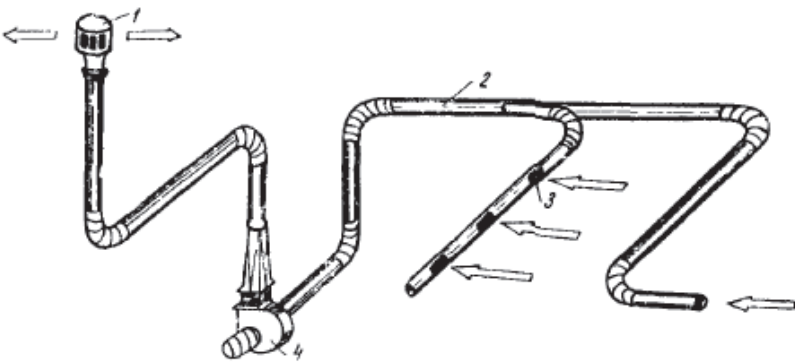


Рисунок 4.6 – Система витяжної механічної вентиляції з розгалуженою мережею повітроводів: 1 – повітровикидний пристрій; 2 – повітроводи; 3 – витяжний отвір; 4 – вентилятор

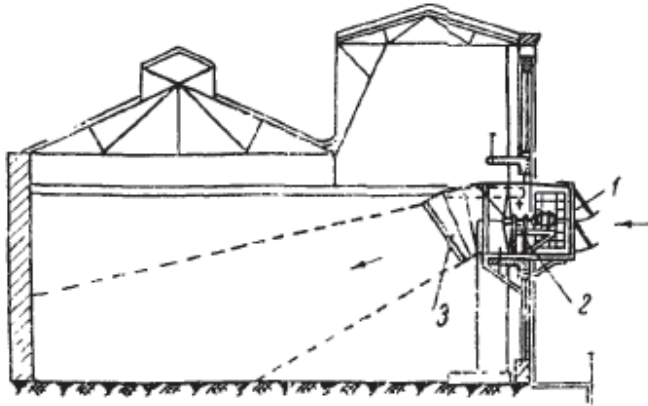


Рисунок 4.7 – Схема механічної безканалної вентиляції: 1 – повітрязабірник; 2 – вентилятор; 3 – припливний патрубок

*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 зі 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 у певну зону приміщення – адресне переміщення повітря (найчастіше на робоче місце, або в робочу зону). У зоні дії повітря, що подається, створюються умови, які 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 та 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; вентильовані стелі; повітряні душі і повітряні завіси*.

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

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

На рис. 4.8 представлені різні типи витяжних зонтів. Вони не є досконалими місцевими відсмоктувачами, оскільки вимагають видалення разом із шкідливістю великих кількостей повітря і можуть використовуватися для видалення малотоксичних шкідливостей при обов'язковій наявності відповідного конвекційного потоку, тобто при попутних тепловиділеннях.

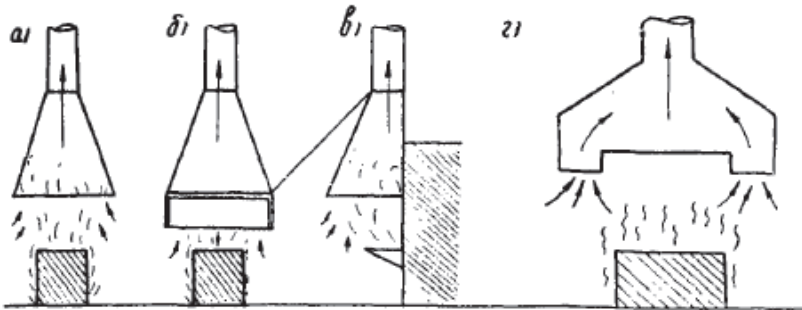


Рисунок 4.8 – Типи витяжних зонтів: а – індивідуальний зонтик; б – зонтик з відкидним фартухом, що звішується; в – зонтик (козирок) над завантажувальним вікном печі; г – кільцевий відсмоктувач

Можливе застосування витяжних зонтів з природним витягом, якщо шкідливості, що виділяється, мають достатню підйомну силу, а приміщення забезпечені організованим припливом (щоб уникнути перекидання тяги).

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

На підприємствах виробництва крафтових продуктів харчування витяжні системи призначені для локалізації і видалення шкідливостей, пов'язаних з обробленням і приготуванням продуктів харчування. На рис. 4.9 представлено три найчастіше використані види місцевих відсмоктувачів.

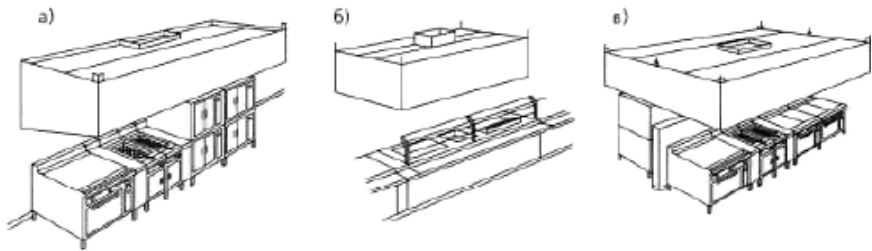


Рисунок 4.9 – Види місцевих відсмоктувачів: а) настінний відсмоктувач; б) острівний відсмоктувач; в) здвоєний острівний відсмоктувач

Настінні відсмоктувачі (рис. 4.9, а) встановлюють, як правило, впритул до стіни над поодиноким пристроєм або технологічним обладнанням, встановленим в ряд. Настінний відсмоктувач обладнується суцільною вертикальною панеллю, що закриває простір від задньої стінки відсмоктування до поверхні технологічного обладнання. Габарити настінного місцевого відсмоктувача перевищують габарити технологічного обладнання з фронтального боку і по ширині. Наявність стіни або задньої панелі сприяє уловлюванню відсмоктувачем різних шкідливостей. Це пояснюється тим, що конвекційний потік, що піднімається над поверхнею технологічного обладнання і несе різні шкідливості, настеляється на вертикальну поверхню стіни, тим самим знижуючи витрату повітря у висхідному конвекційному потоці на рівні відсмоктувача.

Острівні відсмоктувачі (рис. 4.9, б) – відсмоктувачі, які стоять окремо та розташовані над поодиноким пристроєм або технологічним обладнанням, встановленим в ряд. Такі відсмоктувачі відкриті з усіх боків та їх габарити перевищують габарити технологічного обладнання за шириною і довжиною. конвекційний потік, що піднімається над кухонним обладнанням, не обмежений якими-небудь огороженнями і схильний до впливу перехресних потоків повітря в приміщенні. Таким чином, острівний відсмоктувач вимагає більші у порівнянні з настінним відсмоктувачем витрати повітря для видалення виділень від однакового кухонного обладнання.

Здвоєні острівні відсмоктувачі (рис. 4.9, в) складаються з двох настінних відсмоктувачів із суміжною задньою стінкою. Відсмоктувачі цього типу монтують над технологічним обладнанням, встановленим в два ряди і оберненим задніми стінками одна до одної. Такий відсмоктувач відкритий з усіх боків, та його габарити перевищують габарити технологічного 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 локалізовані пристрої (рис. 4.10), що забезпечують не тільки витяжку, але й приплив повітря. Вони призначені для вловлювання теплоти, вологи, газів та інших шкідливостей, що виділяються в процесі приготування їжі.

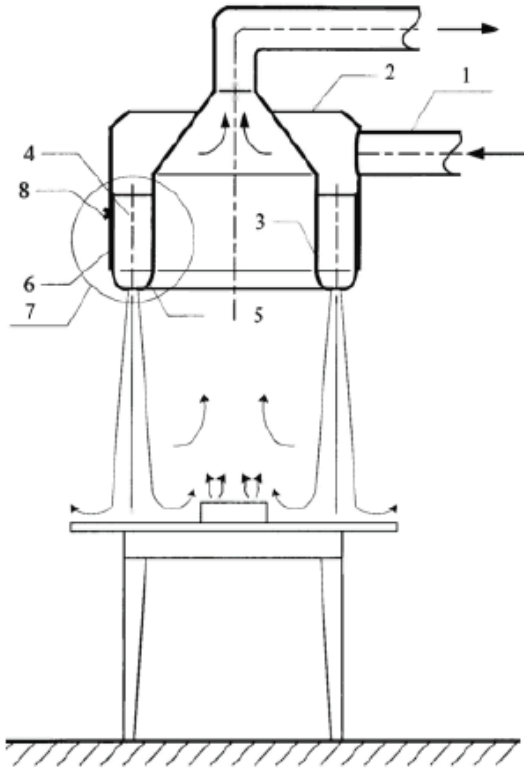


Рисунок 4.10 – Локальна вентиляція робочих місць

По магістралі припливного повітря 1 подається свіже повітря в припливну насадку 2, звідки по кільцевому припливному каналу 4, утвореному припливною насадкою 2 і патрубком повітроприймача 3, що відводить, 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 у 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 відбувається регулювання конуса кільцевого струменя за рахунок переміщення обичайки 6 припливної насадки 2 відносно патрубку 3, що відводить, при ослабленому гвинті 4. при пересуванні обичайки 6 відносно патрубку 3, що відводить, вектор кута розпилення кільцевої завіси змінюватиметься і, відповідно, мінятиметься площа локалізації шкідливих виділень.

*Витяжними шафами* (рис. 4.11) і *кожухами* називаються такі місцеві відсмоктувачі, в яких джерело виділення шкідливості знаходиться всередині повітроприймального пристрою (приймача).

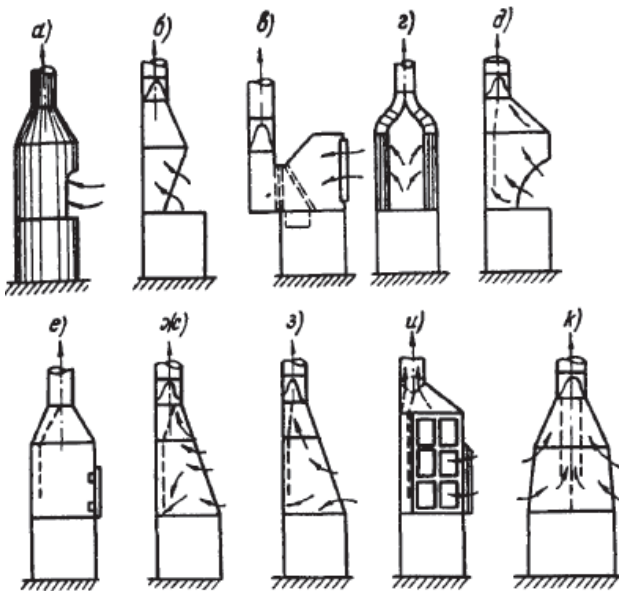


Рисунок 4.11 – Конструкції витяжних шаф: а і б – з верхнім відсмоктуванням; в і г – з нижнім відсмоктуванням; д, е, ж, з, и, к – з комбінованим верхнім і нижнім відсмоктуванням

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 (деревобробних, шліфувальних, заточувальних і т.п.).

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 відсмоктується 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.

Шкідливості із шафи або кожуха можуть потрапляти в приміщення в загальному випадку завдяки утворенню 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, дифузиею шкідливостей із шафи або кожуха у приміщення.

За конструкцією витяжні шафи класифікують: з *верхнім відсмоктуванням* (рис. 4.11, а, б) – для уловлювання висхідних потоків (у тому числі і теплових); з *нижнім відсмоктуванням*, використовуваним при процесах, що супроводжуються виділенням пилу або важких газів (рис. 4.11, в, г); з *комбінованим відсмоктуванням* із верхньої і нижньої зони (рис. 4.11, д, е, ж, з, и, к).

## 2. 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* – 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 повітря, яке створює необхідний для цього перепад тисків (на вході і виході вентилятора).

За конструкцією і принципом дії вентилятори поділяють 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).

За *напрямом 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°C;
- *корозійностійкі* – для корозійних середовищ;
- *терmostійкі* – для повітря з температурою вище 80°C;
- *вибухобезпечні* – для вибухонебезпечних середовищ;
- *пилкові* – для запиленого повітря (тверді домішки у кількості більше 100 мг/м<sup>3</sup>).

За способом *з'єднання крильчатки* вентилятора і електродвигуна вентилятори можуть бути:

- з безпосереднім з'єднанням з електродвигуном;
- із з'єднанням на еластичній муфті;
- з клинопасовою передачею;
- з регулюючою безступінчастою передачею.

За *місцем встановлення* вентилятори поділяють на:

- *звичайні*, встановлені на спеціальній опорі (рамі, фундаменті і т.п.);
- *каналні*, встановлені безпосередньо у повітроводі;
- *дахові*, що розміщуються на покрівлі.

Основними характеристиками вентиляторів є наступні параметри:

- витрата повітря, м<sup>3</sup>/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. 4.12, 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 переміщується осьовою 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. 4.13, б) є розташованим в спіральному кожусі колесом лопатки, при обертанні якого повітря, що потрапляє в канали між його лопатками, рухається у радіальному напрямі до периферії колеса і

стискається. під дією відцентрової сили повітря 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.

*Діаметральний вентилятор* (рис. 4.12, 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, у 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.

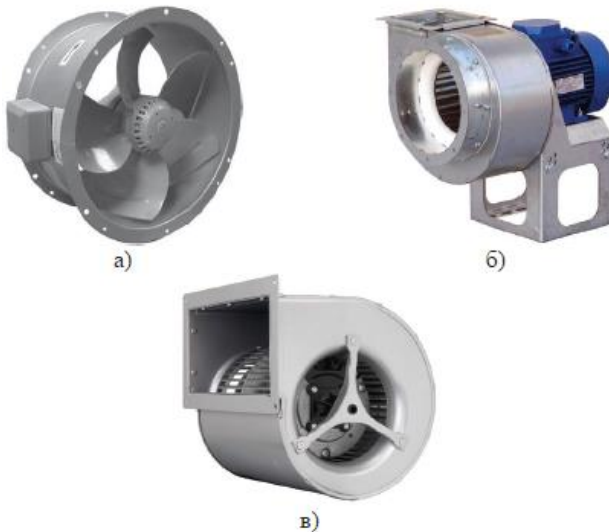


Рисунок 4.11 – Зовнішній вигляд вентиляторів: а – осьовий вентилятор; б – радіальний вентилятор; в – діаметральний вентилятор

*Агрегат вентилятора* – установка, в якій вентилятор з електродвигуном змонтовані на рамі, що несе, як правило, укомплектовані

віброізоляторами. Більшість вентиляторів поставляються в агрегатованому виді (рис. 4.12, б).

*Вентиляційні установки* призначені для забезпечення ефективного обміну повітря в будівлях. Головне завдання вентиляційної установки – направити свіже повітря зовні будівлі всередину і видалити брудне повітря з приміщень з одночасною *рекуперацією* теплової енергії (рис. 4.13).

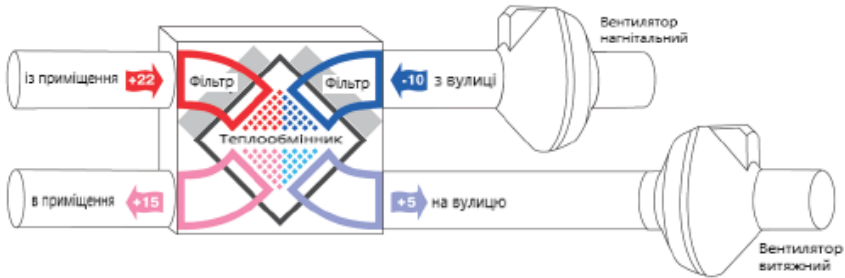


Рисунок 4.13 – Вентиляційна установка з рекуперацією теплової енергії

*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 із зниження аеродинамічного шуму в повітряному потоці.

Найбільш часто вживані шумоглушники конструктивно поділяють на: *пластинчасті* (рис. 4.14, а); *трубчасті* (рис. 4.14, б). Головна їх особливість – наявність розвинених поверхонь, фанерованих звукопоглинальним матеріалом.

*Пластинчастий* шумоглушник є коробкою з тонкого металевого листа, прохідний переріз якої розділений пластинами або осередками, фанерованими звукопоглинальним матеріалом.



Рисунок 4.14 – 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. 4.15) 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 4.15 – Конструкції повітряних фільтрів

*Повітронагрівачі* (рис. 4.16). У повітронагрівачах в якості теплоносія може застосовуватися вода з температурою 95...70°C і 130...70°C, пара, а також етиленгліколеві розчини.

Повітря, що поступає у теплообмінник, за гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин, не повинне містити липких речовин і волокнистих матеріалів, а запиленість повітря не повинна перевищувати 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Водяні і парові повітронагрівачі за конструктивним виконанням бувають: за формою поверхні – *гладкотрубні і ребристі*.



Рисунок 4.16 – Конструкції повітронагрівачів

У гладкотрубних повітронагрівачах нагрівальним елементом калорифера є труби з гладкою поверхнею. Для збільшення теплопередачі передбачається велика кількість труб на відстані 0,5 см між ними. Незважаючи на це, теплотехнічні показники гладкотрубних повітронагрівачів все ж нижче, ніж у калориферів інших типів. Тому гладкотрубні повітронагрівачі застосовують при невеликих витратах повітря і незначній мірі його нагріву.

У ребристих повітронагрівачах зовнішня поверхня труб має ребрення, внаслідок чого площа теплопередавальної поверхні зростає. Кількість труб у цього виду калориферів менша, ніж у гладкотрубних, але теплотехнічні показники вищі. До ребристих повітронагрівачів відносяться нагрівачі пластинчасті, із мідно-алюмінієвого матеріалу та спіральнокатним обрешенням.

### 3. 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 крафтових виробництв харчових продуктів необхідних кліматичних умов, в залежності від параметрів зовнішнього повітря та внутрішніх факторів, застосовують системи кондиціонування. 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.

Кондиціонер – це та ж холодильна машина, але призначена для тепловологісної обробки повітряного потоку. Окрім того, кондиціонер має істотно великі можливості, складнішу конструкцію з численними додатковими опціями і тому подібне.

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 холодоагенту (фреону) здійснює компресор. Окрім забезпечення циркуляції, компресор підтримує в конденсаторі (на лінії нагнітання) високий тиск, близько 20...23 ат.

Кипіння холодоагенту відбувається при низькому тиску і низькій температурі, а конденсація – при високому тиску і температурі. принципова схема компресійного циклу охолодження показана на рис. 4.17.

Розгляд роботи циклу починають з виходу випарника (ділянка 1–1), де 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°C (ділянка 2–2).

Далі в конденсаторі гарячий пароподібний холодоагент охолоджується і конденсується, тобто переходить у рідку фазу. конденсатор може бути або з повітряним, або з водяним охолодженням, залежно від типу холодильної системи.

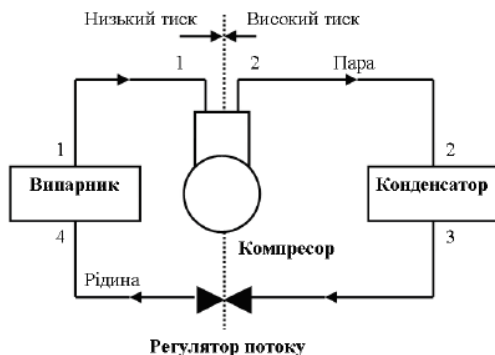


Рисунок 4.17 – Схема компресійного циклу охолодження

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 із конденсатора виявляється дещо нижче температури конденсації. Переохолодження в конденсаторах з повітряним охолодженням зазвичай складає приблизно 4...7 °С. При цьому температура конденсації приблизно на 10...20°C вище температури атмосферного повітря.

Потім холодоагент в рідкій фазі при високій температурі і тиску поступає до регулювальника потоку, де тиск суміші різко зменшується, частина рідини при цьому випаровується, 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 вищою за температури кипіння, відбувається так зване перегрівання холодоагенту у випарнику. В цьому випадку навіть найменші крапельки холодоагенту випаровуються і в компресор не потрапляє рідина. Слід зазначити, що у разі попадання рідкого холодоагенту в компресор відбувається «гідравлічний удар», який призводить до ушкодження і поломки клапанів та інших деталей компресора.

Для конденсаторів з повітряним охолодженням величина перегрівання складає 5...8°C.

Перегріта пара виходить з випарника (точка 1), і цикл поновлюється.

Системи кондиціонування повітря підрозділяються на декілька різновидів:

а) за мірою 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) за мірою централізації – на системи центральні, обслуговуючі з одного центру декілька приміщень, і місцеві, влаштовані для окремих приміщень і розташовані, як правило, в самих обслуговуваних приміщеннях;

в) за автономністю – на системи, більшою чи меншою мірою залежних від умов постачання тепла, холоду і електроенергії;

г) за способом комплектації вузла для обробки повітря – на системи з агрегатними 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 підтримки параметрів повітря, які задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам, технологічні – вимогам технологічних процесів;

е) за режимом роботи системи поділяють на сезонні та такі, що працюють протягом року;

ж) за тиском – низького, середнього та високого тиску;

з) за кількістю зон обслуговування – однозональні та багатозональні;

и) за забезпеченням метеорологічних умов в приміщенні – першого, другого та третього класу.

*Системи прямоточні і рециркуляційні.*

У прямоточних системах кондиціонування повітря, принципова схема яких представлена рис. 4.18, передбачається огорожа зовнішнього повітря, його обробка для отримання необхідних параметрів і подача в приміщення.

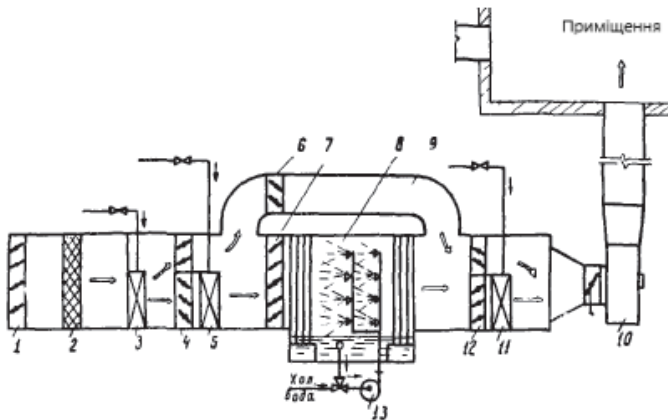


Рисунок 4.18 – Принципова схема прямоточної системи кондиціонування повітря: 1 – клапан утеплювача; 2 – фільтр; 3 і 5 – перша і

друга ступені 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

Повітря зазвичай видаляється з приміщень за допомогою систем витяжної вентиляції.

Апарат для обробки повітря повинен давати можливість обробляти повітря з різними параметрами, залежними від пори року і клімату.

Прямоточні системи кондиціонування повітря зазвичай застосовуються у 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 за умов розчинення токсичної шкідливості до величини гранично допустимої концентрації.

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 прямоточної системи недоцільне, оскільки вона, як правило, неекономічна і недостатньо гнучка в експлуатації.

Рециркуляційні системи кондиціонування повітря, на відміну від прямоточних, припускають багатократне використання одного і того ж повітря. Як видно з рис. 4.19, що зображує схему такої системи, в апараті для обробки повітря поступає повітря з приміщення. Пройшовши обробку, повітря подається знову у приміщення. Таким чином здійснюється повна рециркуляція повітря, яка доцільна для приміщень, в яких відсутні виділення шкідливостей у вигляді газу, пари або пилу, а спостерігаються лише тепло- або вологовиділення.

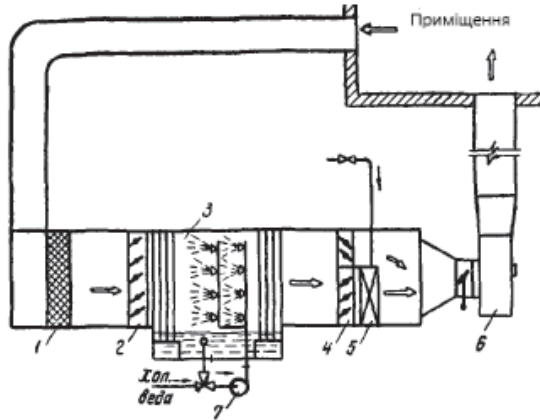


Рисунок 4.19 – Схема рециркуляційної системи кондиціонування повітря: 1 – фільтр; 2 – стулковий клапан; 3 – промивна камера; 4 – здвоєний стулковий клапан; 5 – калорифер; 6 – вентилятор; 7 – насос

Якщо вказані шкідливості виділяються, тоді застосування системи з повною рециркуляцією повітря можливо лише при включенні до системи пристроїв, призначених для очищення повітря від відповідних шкідливостей. Це дуже ускладнює систему і зазвичай економічно недоцільно. до такого рішення доводиться прибгати тоді, коли не можна використовувати зовнішнє повітря.

Найбільш поширеною системою кондиціонування є система з прямопоток і рециркуляцією повітря. На рис. 4.20 приведена схема системи кондиціонування повітря, виконана за цим принципом. Частина повітря з приміщень знову повертається для обробки отриманої суміші зовнішнього і рециркуляційного повітря.

При використанні рециркуляції необхідно, щоб повітря, що подається в приміщення, вмішало шкідливі домішки у кількості не більше 30 % гранично допустимих концентрацій. кількість зовнішнього повітря, що подається, повинна визначатися з санітарно-гігієнічних міркувань; у всіх випадках ця кількість не має бути менш санітарних норм.

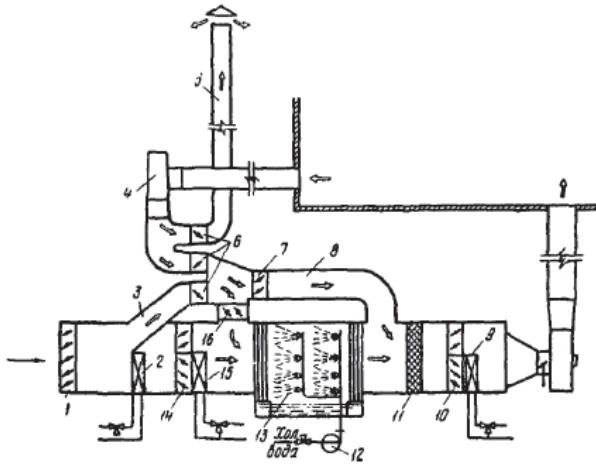


Рисунок 4.20 – Схема системи кондиціонування повітря з частковою рециркуляцією: 1 – утеплений стулковий клапан для регулювання кількості зовнішнього повітря; 2 і 15 – перший і другий ступені калориферів першого підігріву; 3 – канал для подачі збільшеного об’єму зовнішнього повітря; 4 – витяжний вентилятор; 5 – вихлопний канал для викиду повітря назовні; 6, 7, 10, 14 і 16 – стулкові клапани; 8 – обхідний канал; 9 – калорифер другого підігрівання; 11 – фільтр; 12 – насос; 13 – промивна камера

#### *Системи центральні і місцеві.*

Системи центрального кондиціонування розраховані на приготування повітря для декількох приміщень із одного центрального вузла. для того, щоб мати можливість здійснювати різні процеси обробки повітря, залежні від пори року та умов використання приміщень, до центрального вузла приготування повітря подається теплоносій і холодоносій. В якості холодоносія найчастіше використовують холодну воду. до цього ж вузла підводиться електроенергія.

Схема центральної системи кондиціонування, яка обслуговує декілька приміщень, приведена на рис. 4.21.

Схема центральної системи кондиціонування повітря складається з наступних елементів: 1 – утепленого клапана зовнішнього повітря; 2 і 17 – першого і другого ступеню калориферів першого підігріву; 7 – каналу для подачі зовнішнього повітря; 4 – витяжного вентилятора; 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 підігріву.

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 приготування повітря.

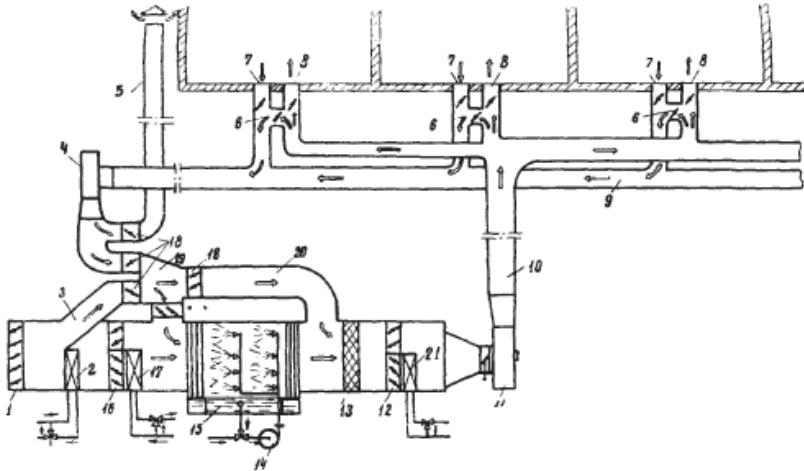


Рисунок 4.21 – Схема центральної системи кондиціонування повітря декількох приміщень

Якщо вимагається подавати в окремі приміщення або групу приміщень повітря з різними параметрами, створюються зональні системи. В 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. 4.22).

Для того щоби забезпечувати різні приміщення повітрям з різними параметрами, нерідко влаштовують двоканальні або двотрубні системи кондиціонування повітря (рис. 4.23). У цих системах найчастіше готується повітря різних станів (наприклад, підігрітий і охолоджений) в двохцентральних кондиціонерах, який за допомогою роздільних мереж повітроводів підводиться до приміщень. Встановивши за допомогою регулювальних пристроїв необхідні пропорції суміші, можна отримати необхідні параметри повітря.

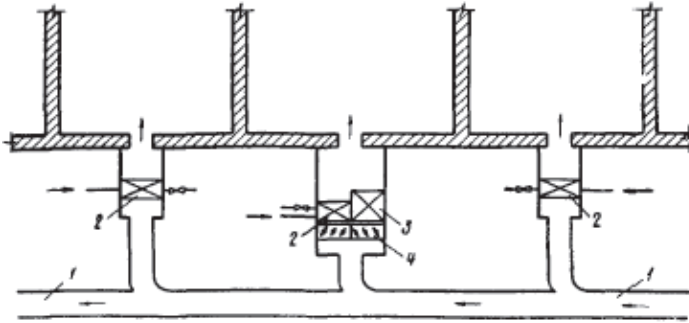


Рисунок 4.22 – Схема системи кондиціонування повітря з місцевими доводками: 1 – припливний повітровід від центрального кондиціонера; 2 – калорифер; 3 – повітроохолоджувач; 4 – здвоєний стулковий клапан

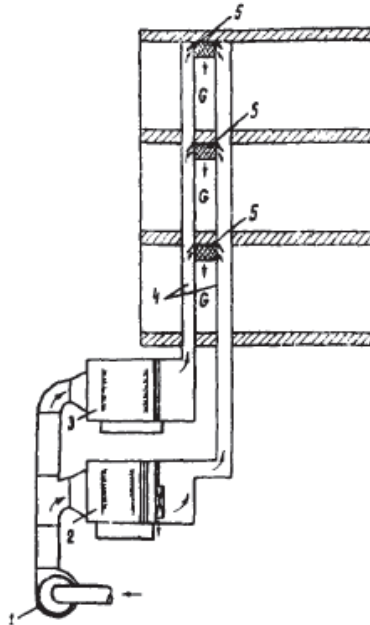


Рисунок 4.23 – Двоканальна система кондиціонування повітря: 1 – вентилятор; 2 і 3 – кондиціонери з різним параметрами повітря; 4 – розвідні повітроводи; 5 – змішувальні пристрої

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 використовувати місцеві системи, мають бути належним чином обгрунтовані.

Використання місцевих систем прийнятніше, за наявності різного технологічного устаткування, що виділяє теплоту, та працює у різний час, тому зазвичай застосовують місцеві системи.

Найбільший ефект дає спільне використання центральних систем кондиціонування і місцевих кондиціонерів, що встановлюються в приміщеннях, які відрізняються специфічністю тепловологісних навантажень, вимог до параметрів повітряного середовища а іноді часом їх використання по відношенню до основних приміщень.

У деяких будівлях і спорудах віддають 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.

#### **4. 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 холодоагенту (фреону) здійснює компресор.

По своєму конструктивному виконанню компресори 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 стискання холодоагенту 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. 4.24, в). Схема роботи такого компресора показана на рис. 4.24, а-б. при русі поршня (3) вгору по циліндру компресора (4) холодоагент стискується. поршень переміщається електродвигуном через колінчастий вал (6) і шатун (5).

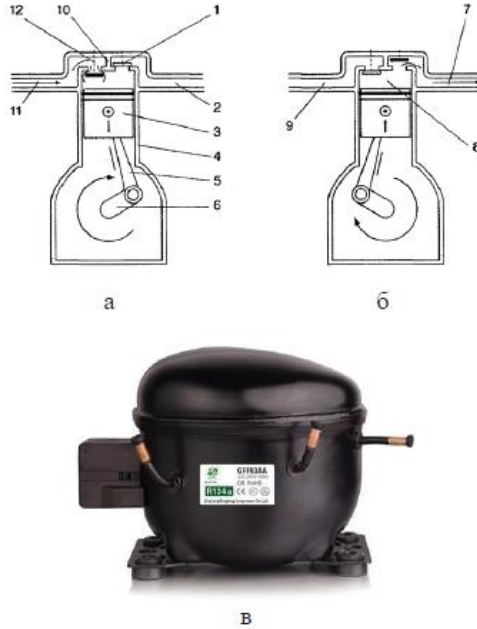


Рисунок 4.24 – Поршневий компресор: 1 – випускний клапан; 2 – лінія нагнітання до конденсатора; 3 – поршень; 4 – циліндр; 5 – шатун; 6 – колінчастий вал; 7 – тиск нагнітання; 8 – тиск в циліндрі; 9 – тиск всмоктування; 10 – голівка клапанів; 11 – лінія всмоктування від випарника; 12 – впускний клапан

Під дією тиску пари всмоктувальні і випускні клапани компресора холодильної машини відкриваються і закриваються.

На рис. 4.24, а показана фаза всмоктування холодоагенту в компресор. поршень починає опускатися вниз від верхньої точки, при цьому в камері компресора створюється розрідження і відкривається випускний клапан (12). пароподібний холодоагент низької температури і низького тиску потрапляє в робочий простір компресора.

На рис. 4.24, б показана фаза стискування пари та його виходу з компресора. поршень піднімається вгору і стискує пару. при цьому відкривається випускний клапан компресора (1) і пара 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.*

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. 4.25, а: а – заповнення газом наявного простору; б – початок стискування і початок всмоктування; в – продовження стискування і всмоктування; г – завершення стискування і остаточне заповнення ексцентрика, встановленого на ротор двигуна. При обертанні ротора ексцентрик котиться по внутрішній поверхні циліндра компресора, і пара холодоагенту, що знаходиться перед ним, стискується, а потім виштовхується через випускний клапан компресора. пластини розділяють області високого і низького тиску пари холодоагенту всередині циліндра компресора.



Рисунок 4.25 – Ротаційний компресор: а – із стаціонарними пластинами; б – з пластинами, що обертаються; в – зовнішній вигляд ротаційного компресора

Компресор з пластинами, що обертаються (рис. 4.25, б: а – заповнення газом наявного простору; б – початок стиснення і початок всмоктування; в – завершення стиснення і всмоктування; г – початок всмоктування і початок стиснення), в якому холодоагент стискається 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. 4.25, а-б) показано цикл всмоктування і стиснення пари.

*Спиральні 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. 4.26). Внутрішня спіраль нерухомо закріплена, а зовнішня обертається навколо неї.

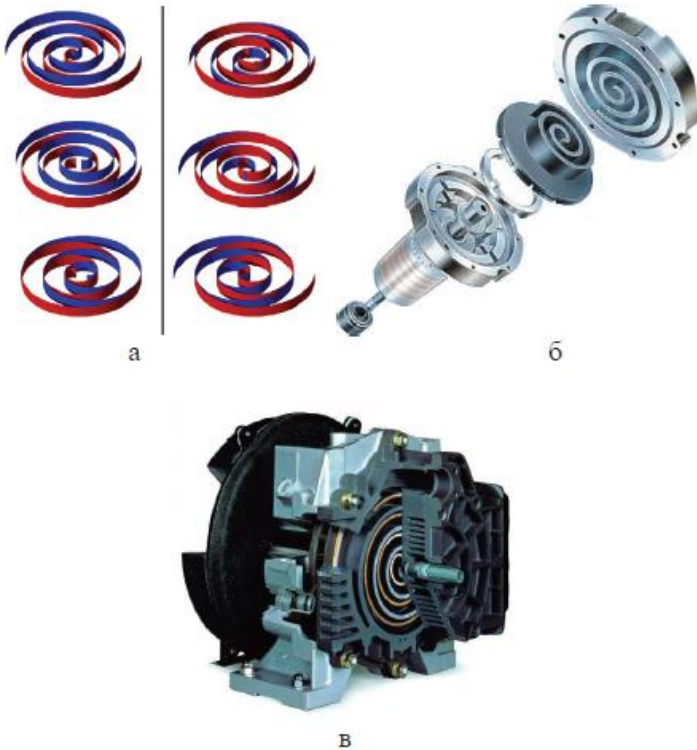


Рисунок 4.26 – Спиральний компресор: а – схема роботи спірального компресора; б – конструкція робочого органу; в – зовнішній вигляд у розрізі спірального компресора

Спіралі мають особливий профіль (евольвента), що дозволяє перекочуватися без прослизання. Рухлива спіраль компресора встановлена на ексцентриці і перекочується по внутрішній поверхні іншої спіралі. при цьому точка дотику спіралей поступово переміщається від краю до центру. пари холодоагенту, що знаходяться перед лінією торкання, 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 холодоагенту 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. 4.27) двох модифікацій: з *одинарним* або *подвійним гвинтом*.

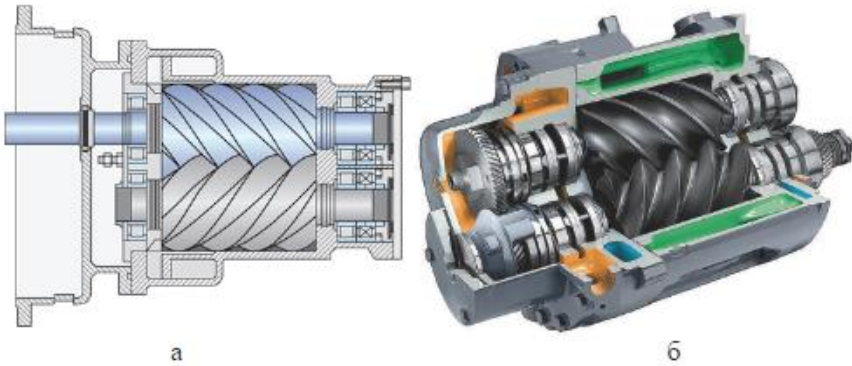


Рисунок 4.27 – Гвинтовий компресор: а – схема роботи гвинтового компресору; б – конструкція робочого органу; в – зовнішній вигляд у розрізі спірального компресору

Моделі з одинарним гвинтом мають одну або дві шестерні-сателіти, приєднані до ротора з боків. Стиснення пари холодоагенту відбувається за допомогою роторів, що обертаються в різні боки. Їх обертання забезпечує центральний ротор у вигляді гвинта. пари холодоагенту поступають через вхідний отвір компресора, охолоджують двигун, потім потрапляють у зовнішній сектор шестерінок роторів, що обертаються, стискаються і виходять через клапан, що ковзає, у випускний отвір. Гвинти компресора повинні прилягати герметично, тому використовується змащуваче масло. Згодом масло відділяється від холодоагенту у спеціальному сепараторі компресора.

Моделі з подвійним гвинтом відрізняються використанням двох роторів – основного і приводного. Гвинтові компресори не мають впускних і випускних клапанів. Всмоктування холодоагенту постійно відбувається з одного боку компресора, а його випуск – з іншого боку.

*Конденсатор* є теплообмінним апаратом, який передає теплову енергію від холодоагенту до довкілля, найчастіше воді або повітрю.

Теплота, що виділяється, відводиться навколишнім повітрям (конденсатори з повітряним охолодженням) або рідиною (конденсатори з водяним охолодженням).

Найбільшого поширення набули конденсатори з *повітряним охолодженням* (рис. 4.28), які складаються з теплообмінника і блоку вентилятора з електродвигуном.

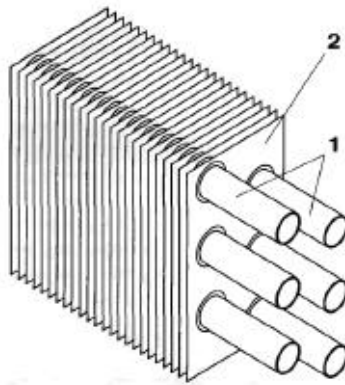


Рисунок 4.28 – Схема конденсатора з повітряним охолодженням: 1 – мідна трубка; 2 – обрєбрення

Теплообмінник зазвичай виготовляється з мідних трубок діаметром від 6 мм до 19 мм, як правило, з обрєбренням. 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 холодоагенту, втрат тиску з боку повітряного середовища, що охолоджує, і так далі. Нині спостерігається тенденція використання трубок малого діаметру.

Конденсатори з *водяним охолодженням* за своїм конструктивним виконанням підрозділяють на наступні основні групи (рис. 4.29): *кожухотрубні*; конденсатори типу «труба в трубі»; *пластинчаті*.

Конденсатори першої групи найчастіше використовуються на установках середньої і великої потужності, інші – на установках середньої і малої потужності.

*Кожухотрубні* конденсатори (рис. 4.29, а) виконуються у вигляді сталевого циліндричного кожуха, з обох кінців якого приварені сталеві трубні решітки. У них запресовуються мідні трубки. до трубних решіток кріпляться голівки з входними і вихідними патрубками для підключення до системи водяного охолодження.

У верхній частині кожуха розташовується патрубок підведення гарячого пароподібного холодоагенту, що поступає від компресора. У нижній частині встановлений патрубок відведення рідкого холодоагенту. Гарячий пароподібний холодоагент омиває трубки і заповнює вільний простір між трубками і кожухом. Холодна вода подається по трубках знизу і виходить через верхню частину кожуха. Гарячий пароподібний холодоагент стикається з трубками, по яких циркулює холодна вода, остигає, конденсується і скупчується на дні конденсатора. Вода, поглинаючи теплоту від холодоагенту, виходить з конденсатора з вищою температурою, ніж на вході.



Рисунок 4.29 – Типи конденсаторів з водяним охолодженням: а – кожухотрубний; б – «труба в трубі»; в – пластинчатий конденсатор

Конденсатори типу «труба в трубі» (рис. 4.29, б) представлені у вигляді трубної спіралі, всередині якої співісно розташована інша трубка.

Холодоагент 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 – сталевую.

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, холодоагенту переміщається в протилежному напрямі.

Цей тип конденсаторів використовується в автономних установках кондиціонування повітря і установках для охолодження води малої потужності.

*Пластинчаті конденсатори* (рис. 4.29, в) відрізняються тим, що циркуляція рідин відбувається між пластинами з нержавіючої сталі, розташованими «ялиночкою».

Всередині теплообмінника створюються два незалежні контури циркуляції (холодоагенту 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 холодоагенту.

Пластинчаті теплообмінники використовуються як конденсатори, так і випарники.

*Випарники* служать для охолодження робочого середовища – повітря або води. Ці теплообмінники підрозділяються на випарники для охолодження води або рідин, що містять антифриз, і для охолодження повітря.

Випарники для охолодження рідин представлено пластинчатимита кожухотрубними випарниками, які мають ті ж характеристики, що і аналогічні конденсатори.

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, встановлюваних 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. Окрім 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 холодоагенту 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 холодоагенту через трубку залежить тільки від перепаду тисків на трубі.

У потужніших установках застосовується *терморегулюючий вентиль* (ТРВ), який регулює подачу холодоагенту у випарник так, щоб підтримувати заданий тиск випару і перегрівання у випарнику при зміні умов роботи холодильної машини.

На рис. 4.30 показана схема ТРВ з внутрішнім зрівнюванням для холодильних машин малої і середньої потужності.

Витрата холодоагенту 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 холодоагенту збільшується і відповідно росте температура термобалона. Збільшений тиск в балоні впливає на мембрану ТРВ і відкриває клапан, збільшуючи подачу холодоагенту у випарник і відновлюючи стан рівноваги.

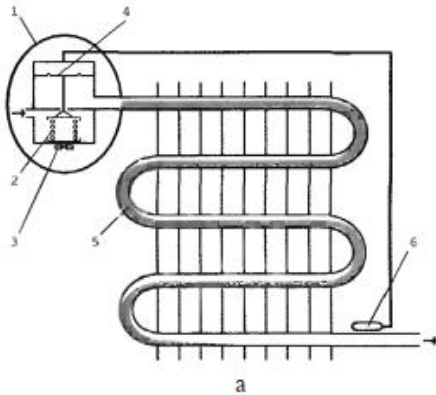


Рисунок 4.30 – ТРВ з внутрішнім зрівнюванням: а – схема підключення, б – зовнішній вигляд

При зменшенні температури зовнішнього повітря процес йде у зворотний бік.

## 5. Вимоги, які пред'являються до систем вентиляції і кондиціонування

Підприємства виробництва крафтових харчових продуктів 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 виробництва крафтових харчових продуктів необхідних *санітарно-гігієнічних параметрів* повітряного середовища в першу чергу варто створити умови, при яких ці забруднення будуть мінімальними, застосовуючи сучасні технології, сучасне обладнання тараторнальне планування приміщень.

Санітарно-гігієнічні вимоги регламентують метеорологічні умови 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. Мініально можливі затрати праці під час експлуатації передбачають експлуатаційні вимоги.

*Експлуатаційні* вимоги:

- мала теплова інерційність системи (можливість швидкого перемикання 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 технічних приміщень;

- 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 монтажі введення установок в експлуатацію);

- можливість будівництва і введення систем в експлуатацію поетапно і по окремих приміщеннях, поверххах (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 запитання***

1. Назвіть за якими основними ознаками можуть бути класифіковані системи вентиляції?

2. Охарактеризуйте системи з природною і механічною вентиляцією?

3. Охарактеризуйте системи з припливною і витяжною вентиляцією?

4. Дайте характеристику систем з місцевою і загальнообмінною вентиляцією?

5. Приведіть основні групи устаткування системи вентиляції?

6. Приведіть основні принципи роботи холодильної машини?

7. Назвіть за якими основними ознаками можуть бути класифіковані системи кондиціонування?

8. Приведіть основні групи устаткування системи кондиціонування?

9. Приведіть основні вимоги, які пред'являються до систем вентиляції та кондиціонування повітря?

## Лекція 5: Інжиніринг систем водопостачання та каналізації

1. *Внутрішній водопровід будівель. Системи автономного водопостачання.*

2. *Внутрішня каналізація будівель. Системи автономної каналізації.*

### 1. Внутрішній водопровід будівель. Системи автономного водопостачання

*Системою водопостачання* називають комплекс інженерних споруд, машин і апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування і подачі води споживачам. Вона складається із водоприймальних, водопідйомних, очисних, водонапірних і регулюючих споруд, магістральних водоводів і розподільних мереж, засобів автоматизації.

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 (фітинги);
- арматура (крани, змішувачі, вентиля, засувки і т.д.);
- прилади (манометри, водоміри);
- обладнання (насоси).

Класифікація внутрішніх водопроводів зображена на рис. 5.1.

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 – циркуляційну, при чому Т1-Т2 позначають системи опалення (тепломережі), які не відносяться безпосередньо до водопроводу.

На підприємствах виробництва крафтових харчових продуктів вода використовується на господарсько-питні потреби – для пиття і особистої гігієни працівників; на виробничі потреби – для прибирання приміщень, поливу території і зелених насаджень, миття сировини та інвентарю,

приготування харчових продуктів, прання спецодягу, при наданні додаткових послуг, 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 полістилену, поліпропілену,

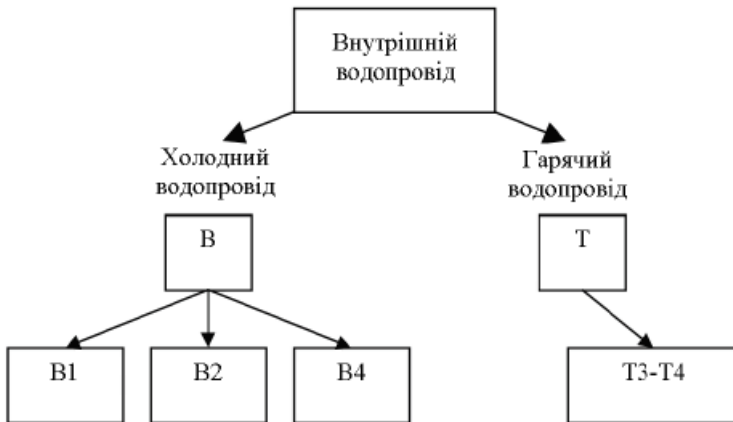


Рисунок 5.1 – Класифікація внутрішніх водопроводів

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 виробництва крафтових харчових продуктів 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:

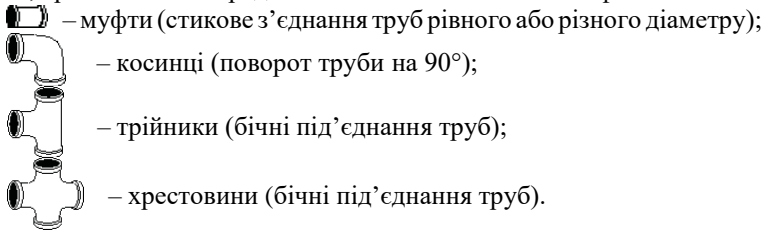
Різьбове з'єднання. У місцях стиків труб застосовуються фасонні сполучні деталі (фітинги). Нанесення різьблення на оцинковані труби проводять після оцинкування. Різьблення труб має бути захищене від корозії мастилом. Спосіб різьбового з'єднання надійний, але трудомісткий.

1) Зварне з'єднання. Менш трудомістке, але руйнує захисне цинкове покриття, яке треба відновлювати.

2) Фланцеве з'єднання. Застосовується в основному при монтажі обладнання (насосів і т.д.).

3) 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:



*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  $\varnothing 15 \dots 40$  мм, засувки на діаметрах  $\varnothing 50$  мм і більше);
- *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.

*Господарсько-питний водопровід.*

Господарсько-питний водопровід В1 – це різновид холодного водопроводу в містах і населених пунктах. Основний об'єм господарсько-питнихвод – більше 95% – використовується в будівлях на господарські потреби і лише менше 5% – на питні.

*Ввід водопроводу* – це ділянка підземного трубопроводу із запірною арматурою від оглядового колодязя на зовнішній мережі до зовнішньої стіни будівлі, куди подається вода (рис. 5.2). 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. 5.3).

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 кранувентилля, 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.

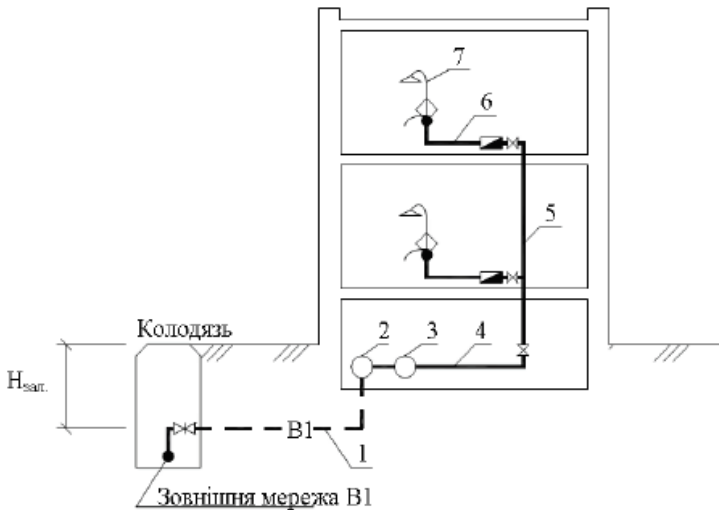


Рисунок 5.2 – Елементи господарсько-питного водопроводу B1: 1 – ввід водопроводу; 2 – водомірний вузол; 3 – насосна установка (не завжди); 4 – розводяча мережа водопроводу; 5 – водопровідний стояк; 6 – поповерхове підведення; 7 – водорозбірна і змішувальна арматура

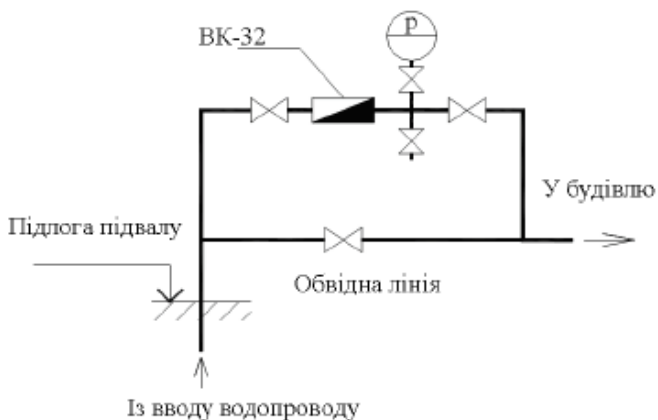


Рисунок 5.3 – Водомірний вузол (водомірна рамка)

Схема насосної установки для цього випадку показана на рис. 5.4.

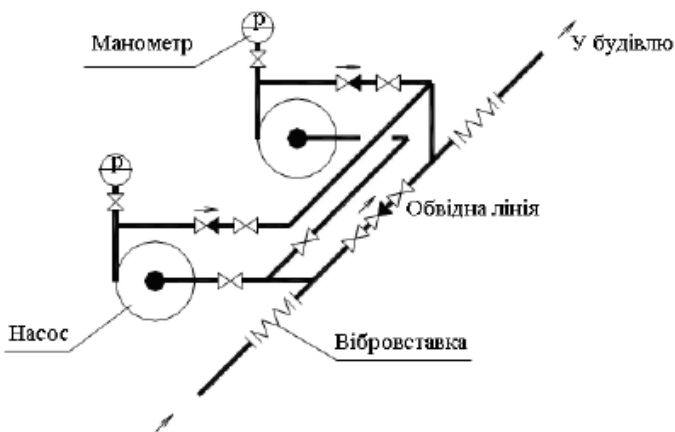


Рисунок 5.4 – Схема насосної установки

Зворотні клапани перешкоджають протитиску 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 період з достатнім натиском води у зовнішній мережі робота насоса не передбачається. Тоді електроманометр насоса вимикається, а вода поступає у 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 фріза або під стелею верхнього поверху.

Розводящі мережі можуть кріпитися:

- спираючись на стіни і перегородки в місцях монтажних отворів;
- спираючись на підлогу підвалу через бетонні або цегляні стовпчики;
- спираючись на кронштейни уздовж стін і перегородок;
- спираючись на підвіски до перекриття.

У підвалах і технічних підпіллях 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* називають будь-який вертикальний трубопровід. Водопровідні стояки розміщують і конструюють за наступними принципами:

- 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 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 підведення встановлюють замковий вентиль  $\varnothing$ 15 мм і 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 підведення встановлюють додатковий вентиль для ручного регулювання натиску перед поплавцевим клапаном.

Водорозбірна і змішувальна арматура служить для отримання водиз водопроводу. Вона встановлюється на кінцях трубопроводів підведень на певній висоті над підлогою.

#### *Противожежний водопровід.*

Противожежний 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 управліннь від 6 і більше поверхів;
- клуби з естрадою, театри, кінотеатри, актови і конференцзали, обладнані кіноапаратурою;
- гуртожитки і громадські будівлі об'ємом від 5000 м<sup>3</sup> і більш;
- адміністративно-побутові будівлі промислових підприємств об'ємом від 5000 м<sup>3</sup> і більш.

Противопожежний водопровід підрозділяється на три різновиди (рис. 5.5).



Рисунок 5.5 – Класифікація протипожежних водопроводів

Система з *пожежними кранами В2* носить залежний 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 входи, на площадках опалювальних сходових кліток, у вестибюлях таким чином, щоб струмені двох сусідніх кранів, розташованих на одному поверсі, перекривали одна одну на 2 м. кожен кран монтується у дерев'яній закритій 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 м<sup>2</sup>.

Напівавтоматичні *дренчерні* установки призначені для створення водяних завіс з дрібних крапель під час пожежі. Головним елементом є дренчер-зрошувач – це особливий вид водорозбірної арматури. Під стелю прокладається сталеві труба діаметром не менше  $\varnothing 20$  мм і на ній з кроком 3 метри встановлюються дренчері, спрямовані вниз. В очікуванні дії система знаходиться без води, тобто вона сухотрубна. При виникненні пожежі натискають на кнопку, чому система і вважається напівавтоматичною, оскільки спрацьовує від кнопки. В результаті включається пожежний насос і відкривається електрична засувка і вода по трубі поступає до дренчерів. Ті розпилюють воду вниз і створюють водяну завісу, яка окрім гасіння вогню

також сприяє сприятливому психологічному ефекту, дещо збиваючи паніку серед відвідувачів. Автоматичні *спринклерні* установки призначені для створення площадкового зрошення водою при гасінні пожежі. Вони застосовуються 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.

*Виробничий водопровід.*

Виробничий водопровід подає воду у виробничі будівлі для різних технологічних потреб, тому вимоги за якістю води різноманітні. Стандартна класифікація виробничого водопроводу В3 за якістю води зображена на рис. 5.6.

Класифікація виробничого водопроводу за використанням води:

- *прямоточний водопровід* – це найпростіший виробничий водопровід, коли вода після використання безпосередньо скидається у 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;
- *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.

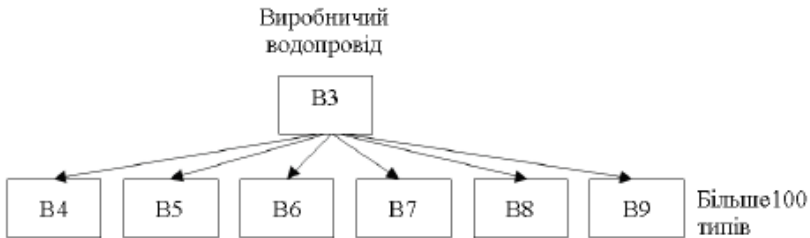


Рисунок 5.6 – Класифікація виробничого водопроводу: В4-В5 – оборотне водопостачання (В4 – подавальна труба; В5 – труба зворотна); В6 –

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 – це перспективні, екологічно чисті ресурсозберігаючі системи. Такі системи вигідні для підприємств виробництва крафтової харчової продукції, 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 м<sup>3</sup>/доб.;

- роздільні системи (В1+В2, В3) або (В1, В3+В2). Застосовуються для виробничих будівель при значній добовій витраті водоспоживання більше 100 м<sup>3</sup>/доб.

Окрім того, відмітимо, що в цехах слід влаштовувати питні фонтанчики з кроком не більше 75 метрів від робочих місць.

#### *Гарячий водопровід.*

Технологічні процеси, що виконуються на підприємствах виробництва крафтової харчової продукції, передбачають обов'язкову наявність гарячої води. Гаряча вода необхідна не тільки в процесі приготування харчових продуктів, вона необхідна для миття обладнання, обробних столів, інвентарю і т. п.

Сучасний гарячий водопровід Т3-Т4 має в будівлі дві труби: Т3 – це подавальний трубопровід; Т4 – циркуляційний трубопровід.

Вимоги до якості гарячої води в системі Т3-Т4 наступні:

- гаряча вода в системі Т3-Т4 має бути питною. Вода, яка поступає із центральних теплових пунктів, не застосовується для виробництва харчових продуктів. Якість води, що подається на виробничі потреби, визначається технологічними вимогами;

- температуру гарячої води в місцях водорозбору слід передбачити не нижче +60°С та не вище +75°С. до необхідної кондиції та температури споживання вода доводиться змішуванням з холодною, у змішувальних кранах;

Класифікація гарячого водопроводу Т3-Т4 за розташуванням джерела теплоти показана на рис. 5.7.



Рисунок 5.7 – 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 будівлі – 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. 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. Частина невикористаної гарячої води циркулює всередині будівлі по трубопроводу Т4, що підтримує постійну необхідну температуру води. джерелом теплоти для водонагрівачів служить подавальна труба тепло-мережі Т1. Таке рішення гарячого водопостачання вже краще з точки зору забезпечення питної якості гарячої води, оскільки вода береться з системи господарсько-питного водопроводу В1.

## 2. Внутрішня каналізація будівель. Системи автономної каналізації

На підприємствах виробництва крафтових харчових продуктів утворюються різного роду забруднення, пов'язані з повсякденною діяльністю працівників, різними технологічними процесами підприємств і, нарешті, з атмосферним впливом. 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 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 очищеної води 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* (води дощової, від танення снігу);
- *виробничих* (відпрацьованої води в результаті різних технологічних процесів).

Класифікація каналізації зображена на рис. 5.8.



Рисунок 5.8 – Класифікація внутрішньої каналізації: К1 – побутова каналізація («господарсько-фекальна каналізація»); К2 – дощова каналізація («атмосферна»); К3 – виробнича каналізація

До підприємств виробництва крафтових харчових продуктів 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.

*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, окрім унітаза, оснащені решітками для запобігання засмічення каналізаційних мереж твердими великими відходами.

У підлозі громадських туалетів і мусорокамер будівель в К1 встановлюють підлогові трапи (різновид воронок) з чавуну або пластмаси відповідно діаметром  $\varnothing 50$  мм і  $\varnothing 100$  мм. Вони служать для прийому тавідводу 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 і т.п.). Трапи закладаються в конструкцію підлоги, поверхня підлоги виконується з уклоном  $0,005 \dots 0,01$  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 водий 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 решітки з гідрозатворами та без гідрозатворів, лотки.

Мийки, призначені для миття інвентарю, харчових продуктів та ін., встановлюють у спеціальних мийних приміщеннях. 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, окрім 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. 5.9, а).

За рахунок угнутості 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.

*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. 5.10). 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.



Рисунок 5.9 – Зовнішній вигляд: а – сифону; б – гідравлічного затвору

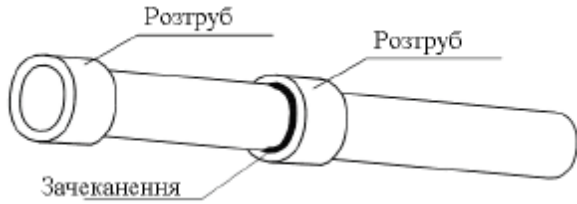


Рисунок 5.10 – Зовнішній вигляд каналізаційної труби з розтрубом

За матеріалом найбільшого поширення набули чавунні і пластмасові трубопроводи (рис. 5.11).

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.

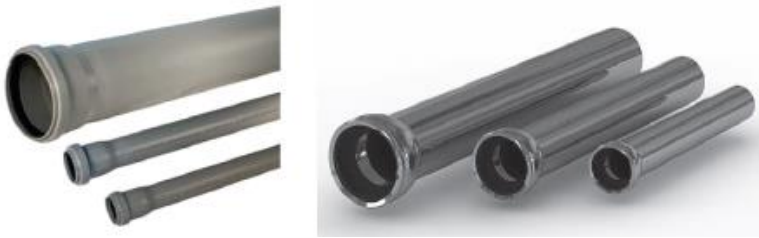


Рисунок 5.11 – Класифікація труб за матеріалом: а – пластикові; б – чавунні

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.

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. 5.12).

*Пристрої для прочищення мережі.* Для прочищення каналізаційних мереж від засмічень застосовують ревізії на стояках (рис. 5.12, к) та прочищення з хрестовини двохплощинної (рис. 5.12, е) з пробками-заглушками (рис. 5.12, л) або відведень (рис. 5.12, а) з пробками-заглушками або трійниками (рис. 5.12, в) з пробками-заглушками.

Ревізії встановлюються на стояках верхнього і нижнього поверху або у житлових будівлях заввишки 5 поверхів і більш – не рідше чим через три поверхи.

Прочищення встановлюють на горизонтальних ділянках з кроком не більше 8...10 метрів.



Рисунок 5.12 – Фасонні частини з пластику: а – відведення; б – муфта дворозтрубна; в – трійник; г – перехід; д – хрестовина одноплощинна; е – хрестовина двоплощинна; ж – компенсаційний патрубок; з – вакуумний

клапан; и – перехід з чавунною на пластикову трубу; к – ревізія; л – пробка-заглушка; м – хомут

### *Побутова каналізація.*

Побутова каналізація К1 призначена для відведення стічних вод від санвузлів, ванн, кухень, душових, громадських вбиралень, сміттекамер і т.п. Це основна каналізація будівель – «господарсько-фекальна» каналізація.

Елементи побутової каналізації К1 розглянемо на прикладі двоповерхової будівлі з підвалом (рис. 5.13).

На рис. 5.13 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 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.

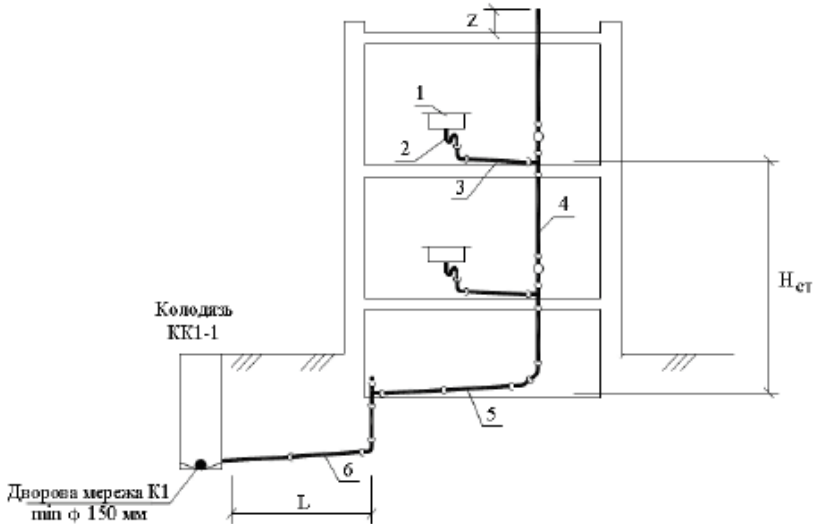


Рисунок 5.13 – Елементи побутової каналізації К1 двоповерхової будівлі з підвалом: 1 – санітарно-технічний прилад; 2 – сифон (гідралічний затвор); 3 – поповерховий трубопровід, що відводить; 4 – каналізаційний стояк; 5 – мережа, що відводить, в підвалі; 6 – випуск каналізації

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  $H_{ст}$  не перевищує 90 внутрішніх діаметрів труби стояка.

Останнім часом у продажу з'явилися вакуумні клапани (рис. 5.12, 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 засмічення.

В кінці мережі, що відводить (5), перед зовнішньою стіною зібрано прочищення з прямого трійника з пробкою-заглушкою. Відштовхуючись від цього прочищення, 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).

#### *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 (дощова каналізація К2) – застосовується для житлових будівель більше 5 поверхів, а також для будівель будь-якої поверховості з широкою покрівлею (більше 48 м) або багатопротічних будівель (звичайно це промислові будівлі).

Елементи дощової каналізації К2 для двоповерхової будівлі з підвалом представлено на рис. 5.14.

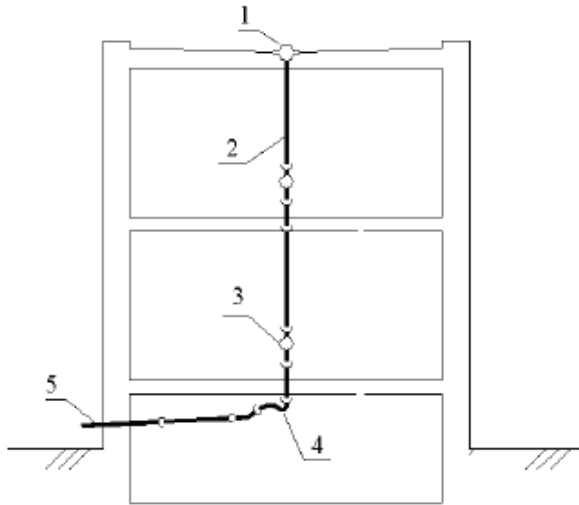


Рисунок 5.14 – Елементи дощової каналізації К2 двоповерхової будівлі з підвалом: 1 – водостічна воронка; 2 – водостічний стояк; 3 – ревізія; 4 – сифон (гідравлічний затвор); 5 – відкритий випуск К2

На рис. 5.14 показана водостічна воронка (1) ковпачкового типу, для неексплуатованих покрівель. плоскі воронки 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. 5.13).

#### *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. 5.15.

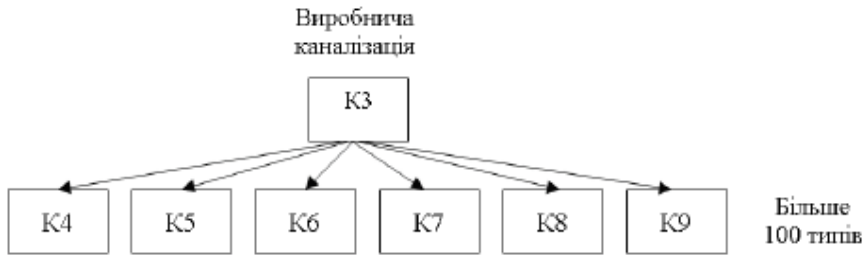


Рисунок 5.15 – Класифікація виробничої каналізації K3 за складом стічних вод: K3 – це загальне позначення будь-якої виробничої каналізації; K4 – системи з механічно забрудненими стічними водами; K5 – системи з муломісткими стічними водами; K6 – системи з шламомісткими стічними водами; K7 – системи з виробничими стоками, що містять хімічні забруднення; K8 – системи з кислими стічними водами; K9 – системи з лужними стічними водами

Підприємства виробництва крафтових харчових продуктів, що мають м'ясо-рибні або овочеві цехи, оснащуються місцевими очисними пристроями (рис. 5.16): пісковловлювачами, крохмально- 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.

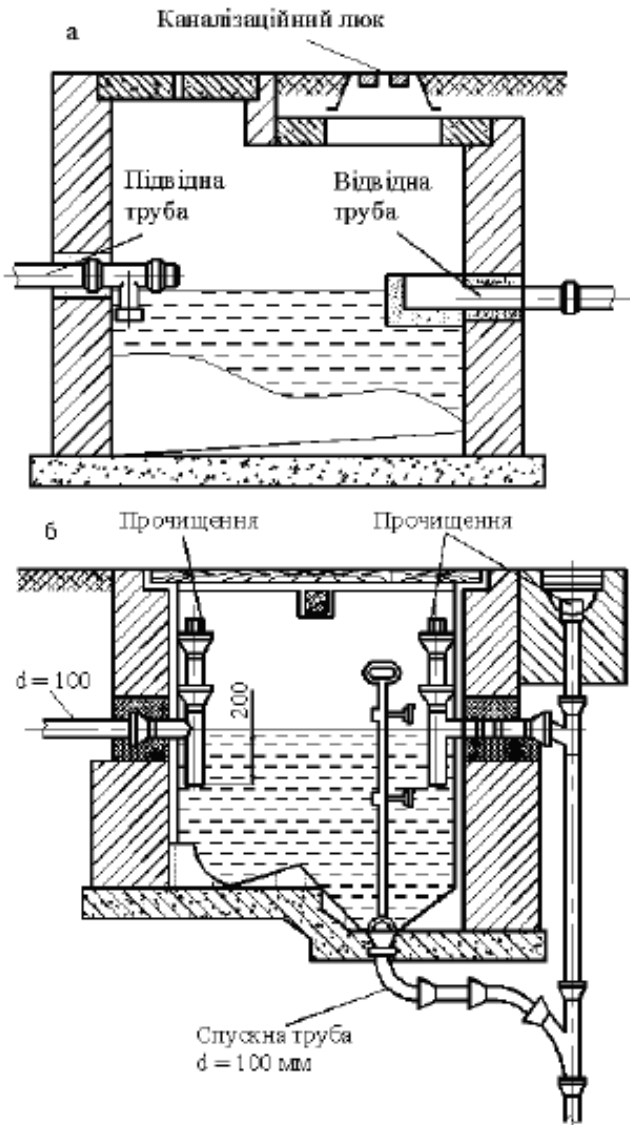


Рисунок 5.16 – Місцеві очисні пристрої: а – груповий пісковловлювач; б – груповий жировловлювач

Усі випуски з будинку поєднуються дворовою мережею в єдину систему, і далі стічна рідина самопливом транспортується до міської мережі.

Коли труби каналізації досягнуть найбільш низької, максимально припустимої позначки, на ній розміщують насосну станцію, що перекачує стічну рідину до наступного колодезя, 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 з переробки стічних вод та статичним відстійником* (рис. 5.17). 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.

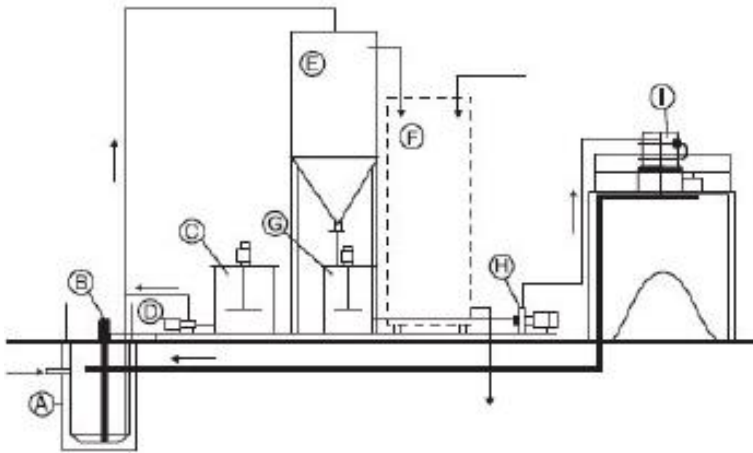


Рисунок 5.17 – Очисні комплекси з переробки стічних вод та статичним відстійником: А – резервуар для стічних вод; В – всмоктуючий насос; С – бак підготовки (розчинення) флокулянта; D – дозуючий насос для флокулянта; Е – бак-відстійник; F – бак-резервуар для освітленої води; G – бак для грязьового осаду; H – насос для грязьового осаду; I – механічна дегідратация (обезводнення) грязьового осаду

*Очисні комплекси з переробки стічних вод та динамічним відстійником* (рис. 5.18). 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 флокулянта. Грязьовий осад, що відокремлюється, подається в центр відстійника за допомогою спеціального скребкового моста, а потім за допомогою спеціально призначеного насоса для подальшого механічного обезводнення за допомогою декантера.

Принцип, на якому ґрунтується робота декантера (рис. 5.19), – 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.

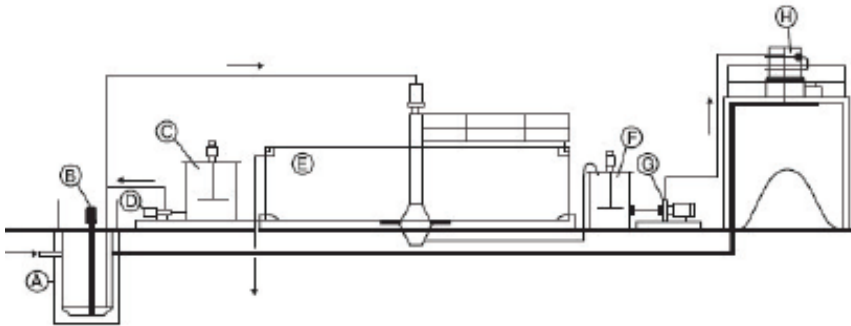


Рисунок 5.18 – Очисні комплекси з переробки стічних вод та динамічним відстійником: А – резервуар для стічних вод; В – всмоктуючий насос; С – бак підготовки (розчинення) флокулянта; D – дозуючий насос для флокулянта; Е – декантер; F – бак для грязьового осаду; G – насос для грязьового осаду; H – механічна дегідратація(обезводнення) грязьового осаду



Рисунок 5.18 – 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 запитання***

1. Дайте загальну характеристику і класифікацію внутрішніх водопроводів?
2. Приведіть характеристику господарсько-питного водопроводу?
3. Дайте загальну класифікацію протипожежних водопроводів?
4. Приведіть класифікацію виробничого водопроводу?
5. Приведіть класифікацію гарячого водопроводу?
6. Дайте характеристику внутрішньої каналізації?
7. Приведіть характеристику санітарно-технічних приладів і приймачів стічних вод?
8. Охарактеризуйте побутову каналізацію?
9. Приведіть способи відведення атмосферних вод?
10. Приведіть основні елементи виробничої каналізації?
11. Приведіть характеристику очисним комплексам по переробці стічних вод?

## Лекція 6: Інжиніринг систем опалення

1. *Основи будівельної теплотехніки.*
2. *Класифікація систем опалення.*
3. *Основне устаткування систем опалення.*
4. *Вимоги, які пред'являються до систем опалення.*

### 1. Основи будівельної теплотехніки

Мікроклімат в приміщеннях впливає на комфортні умови перебування людини та його тепловідчуття за рахунок підтримки необхідних рівнів: температури і відносної вологості повітря, швидкості його переміщення (рухливості) і температури огорожувальних поверхонь приміщення. При різних комбінаціях цих параметрів теплові відчуття людини можуть виявлятися однаковими.

Якщо людина не відчуває ні холоду, ні перегрівання, ні руху повітря біля тіла, метеорологічні кондиції його повітряного доквілля (з урахуванням температури поверхні огорожувань) вважаються в тепловому відношенні комфортними. Людина 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 доквіллі. В результаті теплогенерації і тепловтрат внутрішня температура людського тіла підтримується на рівні  $36,6...36,8^{\circ}\text{C}$  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, дорівнює  $33^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 6.1 представлені криві, які показують відмінності температурних рівнів шкірного покриву різних ділянок тіла людини. Традиційно, середньою температурою вважається температура лоба, що становить приблизно  $32^{\circ}\text{C}$  при температурі доквілля  $20...21^{\circ}\text{C}$ .

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.

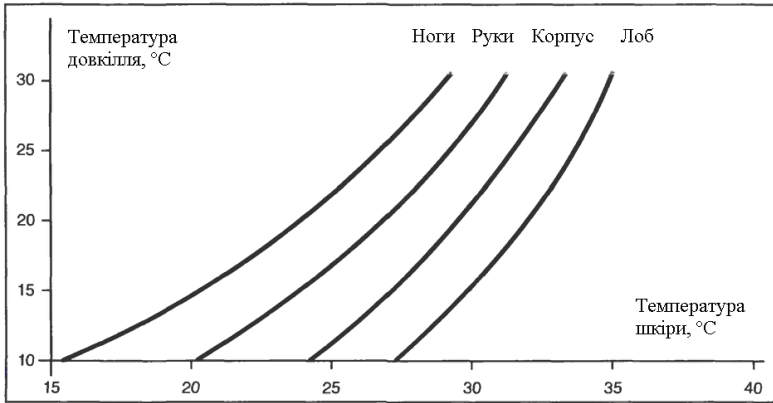


Рисунок 6.1 – Зміна температури шкірного покриву різних ділянок тіла в умовах спокою, в залежності від зміни температури довкілля

На рис. 6.2 приведена залежність продуктивності праці від зміни температури довкілля. Згідно графіка, різке падіння показників продуктивності праці спостерігається при перевищенні температури більше 26°C.

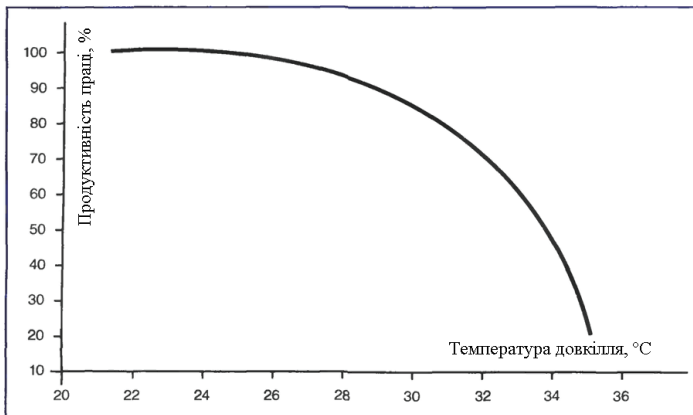


Рисунок 6.2 – Залежність продуктивності праці від змін температури довкілля

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

З гігієнічної точки зору найбільш сприятливий рівень температури в будівлі складає 22°C, а допустимі коливання від 21 до 23°C.

Більш низька температура повітря, наприклад 18°C, яка рекомендована нормативною документацією 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, харчуванням, житловими умовами та ін. Для визначення комфортних умов повітряного середовища запропоновано формулу теплового балансу між людським тілом і довкіллям:

$$M = W + Q_d + Q_k, \quad (6.1)$$

де  $W$  – об'єм механічної роботи, що виконується, Вт/м<sup>2</sup>;

$Q_d$  – загальна кількість теплоти, що виділяється при диханні, Вт/м<sup>2</sup>;

$Q_k$  – загальна кількість теплоти, що відводиться через шкіру, Вт/м<sup>2</sup>.

За основу береться теплообмін людини, що знаходиться у спокої, в стані температурного балансу із зовнішнім середовищем. У цих умовах кількість теплоти, що виробляється організмом,  $M$ , Вт/м<sup>2</sup>, дорівнює теплоті, що відводиться у зовнішнє середовище.

Кількість теплоти, що відводиться від людського тіла, залежить від декількох параметрів:

- різниці температур (позитивної або негативної) між тілом і повітряним довкіллям;
- втрат (чи отримання) теплоти від навколишніх огорожень;
- шкірних випарів (охолодження при випарі);
- явних і прихованих втрат теплоти при диханні, 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 теплового повітря.

Радіаційний теплообмін відбувається між людиною і поверхнями огорожень, 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.

Випаровування 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 випаровування вологи. Тепловіддача випаровування буде завжди тим більша, чим нижче значення відносної вологості при цій температурі повітря в приміщенні. Зменшення відносної вологості призводить до збільшення різниці парціальних тисків пари біля поверхні тіла людини і в навколишньому повітрі і тим самим до збільшення випаровування.

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 (CO<sub>2</sub>).

При постійній температурі повітря і поверхонь огорожень із зростанням фізичного навантаження на організм людини збільшуються загальні тепловиділення і частка теплоти, вологи, що відводиться випаровуванням. При незмінному навантаженні і підвищенні температури довкілля зменшується частка явного тепловідводу, а тепловідвід випаровуванням 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/м<sup>2</sup>. У табл. 6.1 приведені показники «Met» при різних видах діяльності.

Таблиця 6.1 – Типові показники теплоти, що виділяється всередині організму людини (метаболізм) при різних видах діяльності

<b>Вид діяльності</b>	<b>Вт/м<sup>2</sup></b>	<b>Met</b>
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

Показники «Met» зазвичай використовуються при оцінці кількості теплоти та оцінці умов комфортного стану. Наприклад, для людини, що

працює у спокійному режимі в офісі, цей показник в середньому дорівнює 1 Met (55...60 Вт/м<sup>2</sup>).

Одяг має теплоізоляційний ефект відносно передачі теплоти у зовнішнє середовище. Щоб мати можливість це врахувати, введений спеціальний показник, що дістав назву «Clo» (скорочення від англ. *clothing* – одяг), який дорівнює  $Clo=0,155 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

У табл. 6.2 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 6.2 – Показники термоізоляції різних видів одягу

Вид одягу	м <sup>2</sup> · К/Вт	Clo
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 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. 6.3, дозволяє прогнозувати умови комфорту, які можуть задовольнити більшість людей з відсотком невдоволених нижче 10 %.

На діаграмі враховано вид 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 умов малої швидкості руху повітря.

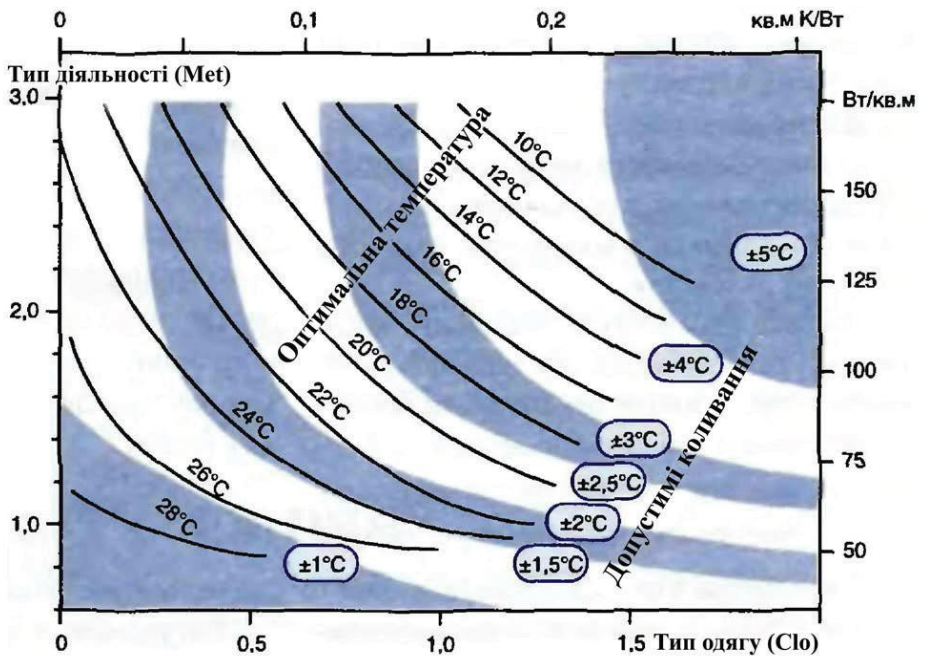


Рисунок 6.3 – Діаграма для визначення температури комфортного стану, в залежності від типу одягу і типу діяльності (інтенсивності роботи) людини

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.

Якщо людина виконує 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  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Влітку в тому ж приміщенні і та же людина, що має одяг типу 0,5 Clo, оптимальна температура повинна складати 24°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ).

Основні параметри мікроклімату, які необхідно підтримувати у закладах ресторанного господарства, що відповідають комфортним умовам перебування в них людей, які приймають їжу, відпочивають або працюють, представлено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Допустимі 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 встановлюється за нормами проектування будівель різного призначення. У групах приміщень, обладнаних приладами обліку та індивідуальних автоматичних терморегуляторів, розрахункова температура може бути встановлена на вимогу замовника у діапазоні припустимих значень;

- температура повітря приміщень для теплого періоду зазначена для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря (параметри А) до +25°С. Для інших районів температура повітря в приміщеннях повинна бути не більше ніж на 3°С 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 абсолютно мінімальну температуру, що спостерігається раз у декілька років протягом короткого періоду, економічно недоцільно, адже завдяки тепловій інерції огороження помітного зниження температури внутрішнього повітря у приміщенні не відбувається.

Розрахунок опалення зводиться до визначення втрат теплоти через огороження, а також розрахунок і підбір нагрівальних приладів.

## 2. Класифікація систем опалення

Системи опалення на підприємствах виробництва крафтової харчової продукції створюють атмосферу теплового комфорту в приміщеннях, необхідні гігієнічні умови, нормальне повітряне середовище. Окрім того, системи опалення сприяють збереженню самої будівлі, не дають їй відволожитися, промерзнути, деформуватися і передчасно зруйнуватися.

Система опалення повинна працювати безперервно і при мінімальних витратах теплоти, забезпечувати нормальну температуру повітря в залежності від функціонального призначення приміщень:

- для виробничих приміщень – м'ясо-рибного, птахопереробного, овочевого, борошняного цехів має бути  $+16^{\circ}\text{C}$ , для гарячого та кондитерського цеху –  $+5^{\circ}\text{C}$ ; сервісної –  $+16^{\circ}\text{C}$ ; мийної три –  $+20^{\circ}\text{C}$ ;
- для складських приміщень – комор (сухих продуктів, інвентарю) –  $+12^{\circ}\text{C}$ ; комор (овочів, солінь, квашень) –  $+5^{\circ}\text{C}$ ;
- для експедиції, завантажувальної –  $+16^{\circ}\text{C}$ ;
- для адміністративно-побутових приміщень – кабінетів директора, завідуючого виробництвом, контори –  $+18^{\circ}\text{C}$ ; кабінету лікаря –  $+20^{\circ}\text{C}$ ; душових –  $+25^{\circ}\text{C}$ ; роздягальних при душових –  $+23^{\circ}\text{C}$ ; туалетів –  $+16^{\circ}\text{C}$ ;
- для технічних приміщень – приміщення для фреонових холодильних установок –  $+16^{\circ}\text{C}$ .

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 *конвекційним* або *променистим*.

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

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

Конвекційне 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 приміщення кількості теплоти, необхідної для їх обігріву та підтримки температури на заданому рівні.

В системі опалення теплота потрібна для нагріву теплоносія, який подається до опалювальних приладів і підтримує в приміщеннях 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 конструкційні елементи системи опалення:

- *теплоджерело* (джерело теплової енергії з вузлом приготування теплоносія) – елемент для отримання теплоти. При місцевому теплопостачанні – теплогенератор, при централізованому теплопостачанні – теплообмінник;

- *теплопровід* (розвідні трубопроводи; гілки; підведення) – елемент для перенесення теплоти від теплотджерела до опалювальних приладів. Розвідні трубопроводи з'єднують джерело теплової енергії і вузол приготування теплоносія з гілками системи. Гілки трубопроводів з'єднують розвідні трубопроводи з підведеннями до опалювальних приладів;

- *опалювальний прилад* (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 у неробочий час називають черговим. Чергове опалення передбачають у неробочий час або під час перерв при роботі з приміщеннями, коли за умовами технології виробництва та експлуатації устаткування, приладів і комунікацій необхідно підтримувати температуру повітря вище 0°C. Чергове опалення не передбачають при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення вище 5°C.

Системи опалення класифікують за наступними ознаками: за місцем розташування джерела теплоти; за видом теплоносія; за способом переміщення теплоносія.

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

В *місцевих системах* опалення усі три основні елементи (теплогенератор, теплопроводи, опалювальні прилади) конструктивно об'єднані в одному пристрої та встановлені в одному опалювальному приміщенні. Такі системи можна застосовувати для опалення невеликих закладів ресторанного господарства, 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 теплотджерело 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.

Центральна система опалення називається *районною*, коли група будівель опалюється з центральної теплової станції, що стоїть окремо. Теплогенератори, теплообмінники та опалювальні прилади системи також розділені: теплоносій нагрівається на тепловій станції, переміщується

зовнішнім і внутрішнім теплопроводами в окремі приміщення кожної будівлі до опалювальних приладів і, охолодившись, повертається до теплової станції.

В центральних системах опалення найчастіше використовуються два теплоносії. Первинний високотемпературний теплоносій переміщується 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 змішування з первинним) поступає зовнішніми і внутрішніми теплопроводами 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 систем опалення. Рідке (вода або спеціальна незамерзаюча рідина – антифриз) або газоподібне (пара, повітря, нагріті гази – продукти згорання палива) середовище, що переміщується в системі опалення, називається *теплоносієм*. Теплоносій – речовина, яка акумулює теплоту, а потім передає її від генератора теплоти до теплоспоживчих пристроїв санітарно-технічної системи.

В якості теплоносіїв в системах опалення використовують воду, пару, повітря, димові гази. У невеликих системах опалення застосовують спеціальні рідини – антифризи.

Кожна з перерахованих речовин має певні фізичні властивості та експлуатаційні характеристики, які 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 за відношенням до матеріалів конструкцій.

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

### **3. 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.*

*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;

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

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

*За характером зовнішньої поверхні*: гладкі (радіатори, панелі, гладкотрубні прилади); 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 відрізки 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. 6.4 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 сталеві труби.

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 зі сталі завтовшки 3 мм. Сталь забезпечує виняткову міцність конструкції і стійкість до агресивних середовищ, а алюмінієвий корпус-сорочка забезпечує високу тепловіддачу.

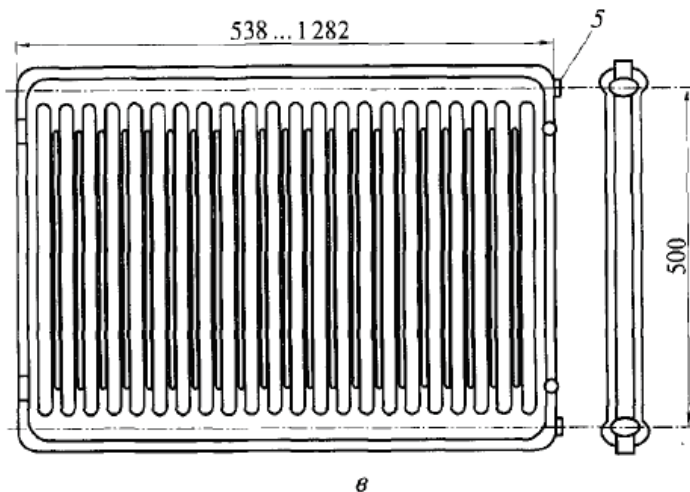
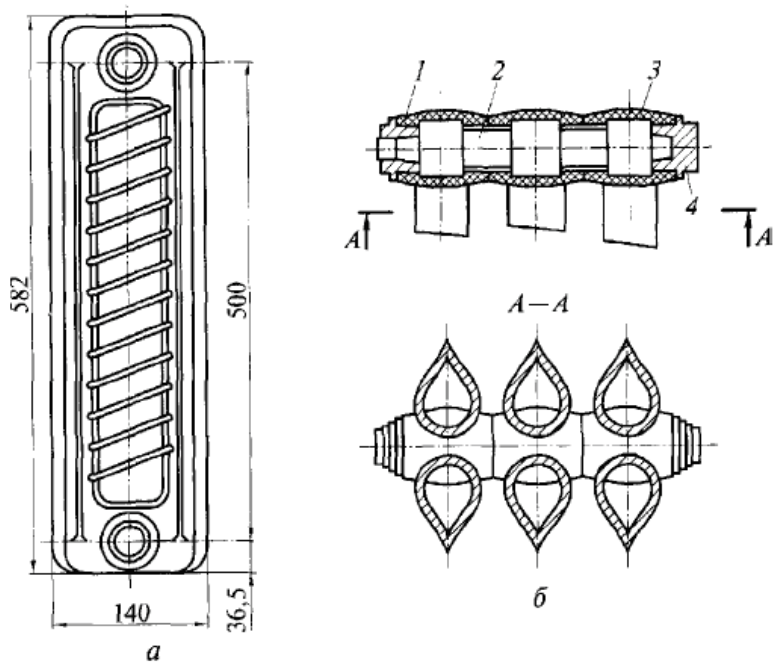


Рисунок 6.4 – Опалювальні прилади – радіатори (розміри в мм): а – чавунний секційний М-140-АО; б – з'єднання секцій між собою; в – сталевий

штампований РСВ– 1; 1 – пробка з різьбовим отвором; 2 – ніпель; 3 – секція радіатора; 4 – пробка глуха; 5 – штуцер з різьбленням

*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. 6.5 показані різні види конвекторів. Недолік конвекторів – ускладнене очищення міжреберного простору від пилу і сміття.

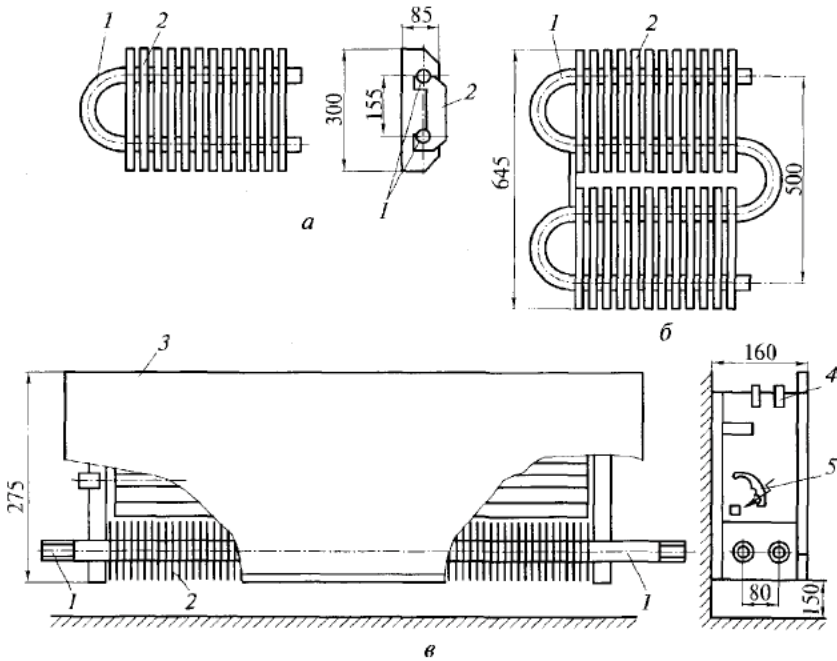


Рисунок 6.5 – Опалювальні прилади – конвектори (розміри в мм): а, б – «Акорд» однорядний і дворядний; в – «Комфорт»; 1 – труба діаметром 20 мм з різьбленням на кінцях; 2 – пластинчаті ребра; 3 – кожух; 4 – решітки для випуску повітря; 5 – повітряний клапан

*Ребристі і гладкі опалювальні труби* показані на рис. 6.6. 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.

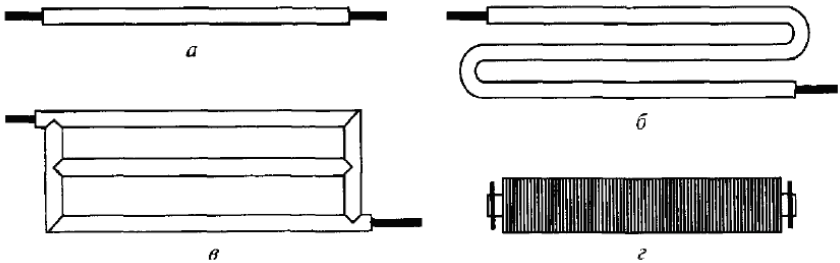


Рисунок 6.6 – Опалювальні прилади з гладких сталевих і чавунних ребристих труб: а – одинарна труба; б – змійовик; в – регістр; г – чавунна ребриста труба

За використовуваним 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 неметалевий кожух (конвектори).

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

За висотою вертикальні опалювальні прилади поділяють 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.

За глибиною (товщиною) 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, які 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. 6.7).

На перший погляд доцільна установка приладу біля внутрішньої стіни приміщення (рис. 6.7, б) скорочується довжина труб, що подають і відводять теплоносій від приладу (вимагається один стояк на два прилади). Окрім 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.

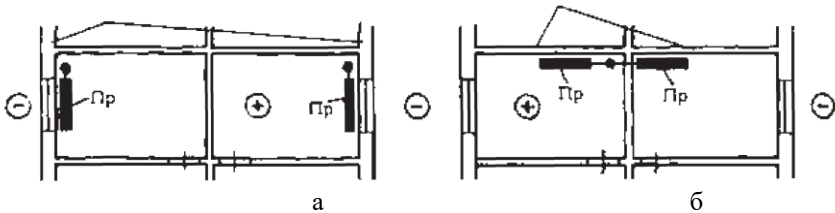


Рис. 6.7 – Розміщення опалювальних приладів в приміщеннях (у плані): а – під вікнами (зовнішні стіни); б – у внутрішніх стін; Пр – прилад опалювальний

В інших випадках встановлюють опалювальний прилад уздовж зовнішньої стіни приміщення і особливо під вікном (рис. 6.7, 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. 6.8, а), і руху повітря зі зниженою температурою у підлоги приміщення (рис. 6.8, в). Довжина приладу для цього має бути не менше трьох чвертей ширини віконного отвору.

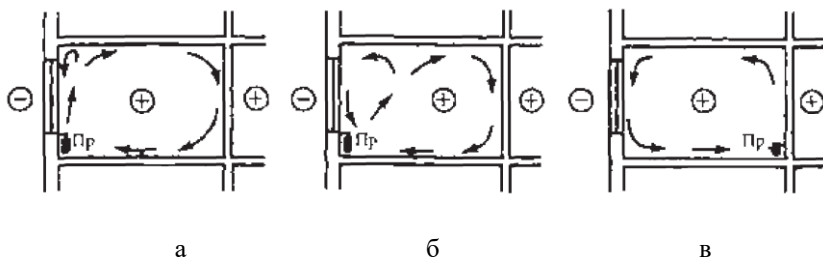


Рисунок 6.7 – Схема циркуляції повітря в приміщенні при різному місці розміщення опалювального приладу: а – під вікнами без підвіконня; б – під вікнами з підвіконням; в – біля внутрішньої стіни; р –прилад опалювальний

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.

#### *Трубопроводи та арматура.*

Трубопроводи із запірно-регулюючою арматурою призначені для підведення гарячої води від генератора теплоти до опалювальних приладів і відведення охолодженої 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 обтискання муфтами.

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

Труби електрозварювальні 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. 6.8).

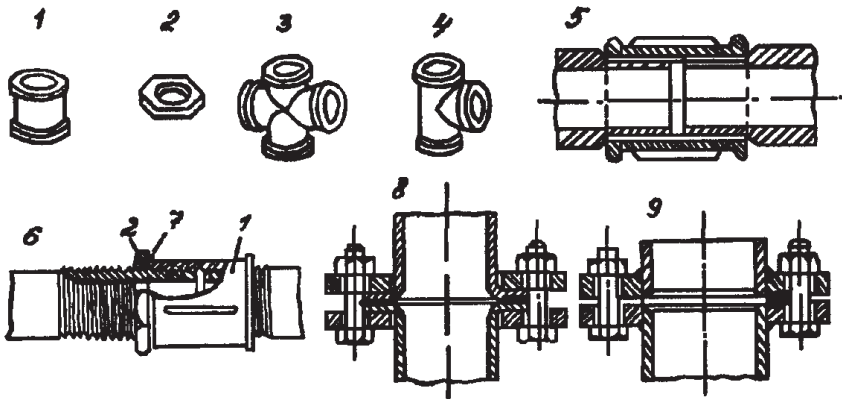


Рисунок 6.8 – Фасонні частини труб і способи з'єднання труб: 1 – муфта; 2 – контргайка; 3 – хрестовина; 4 – трійник; 5 – з'єднання труб за допомогою муфти; 6 – роз'ємне з'єднання; 7 – льняний джгутик; 8 – фланцеве з'єднання з відбортовкою кінців труб; 9 – фланцеві з'єднання з приварюванням фланців до труб

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 наведеною муфтою і контргайкою (рис. 6.8). 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. 6.9, можна перекрити подачу гарячої води в гілці, стояку або магістралі системи.

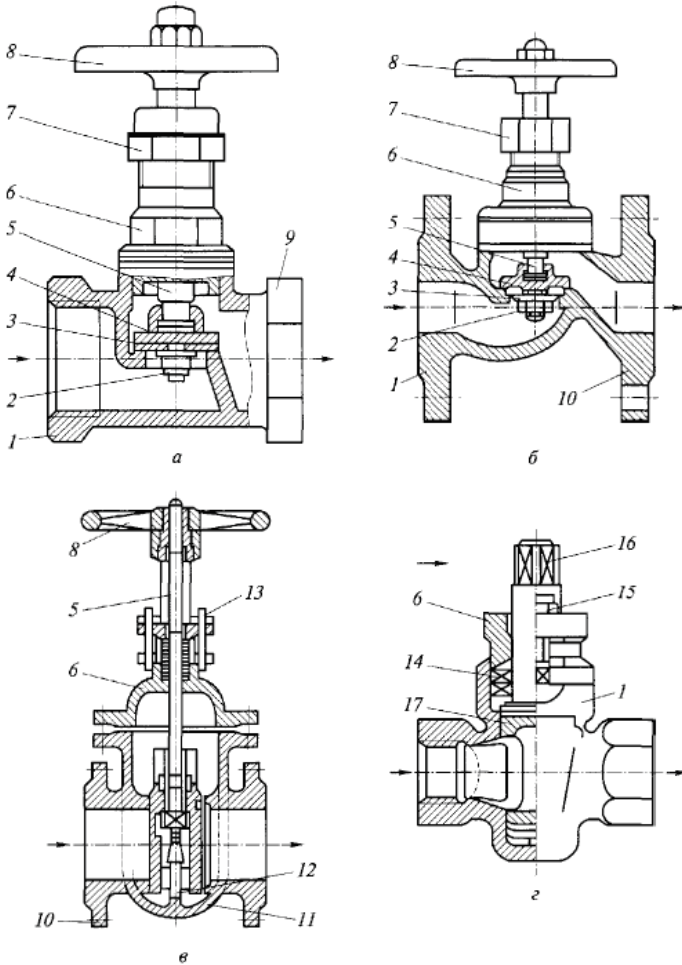


Рисунок 6.9 Запірно-регулююча трубопровідна арматура систем опалення: а – вентиль замковий муфтовий латунний; б – вентиль замковий фланцевий з ковкого чавуну; в – засувка клинова з висувним шпинделем і

ручним приводом; г – пробковий кран сальниковий муфтовий; 1 – корпус; 2 – отвір; 3 – кільце ущільнювача 4 – золотник; 5 – шпindelь; 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

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. 6.10 представлені різні види регулювальних кранів. На підведеннях до опалювальних приладів встановлюють термостати, що дозволяють плавно і в широкому діапазоні регулювати температуру повітря в приміщеннях.

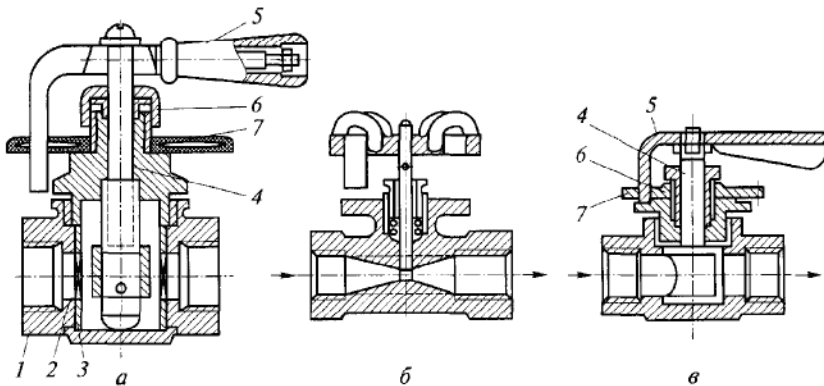


Рисунок 6.10 – Регулювальні крани на підведеннях до опалювальних приладів: а – подвійного регулювання; б – дросель-кран; у – триходовий; 1 – корпус; 2 – відкритий з торця циліндр; 3 – проріз в циліндрі; 4 – шток; 5 – руків'я; 6 – сальник; 7 – розетка-обмежувач

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.

Розширювальний бак 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.

Розширювальний бак виготовляється із сталевих листів у вигляді циліндричного або прямокутного бака з люком у верхній частині і патрубками для під'єднання труб. Місткість розширювальної посудини визначається розрахунковим шляхом. Розширювальний бак 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.

#### *Терморегулятори.*

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

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

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

Терморегулятор опалення (рис. 6.11) складається із клапана терморегулятора і чутливого елемента – термостатичної голівки (термоголовки). Працюють вони в парі без допоміжної енергії. Термоголовка

складається з рідинного елемента (іноді застосовуються газові або тверді елементи), регулювальника і приводу.

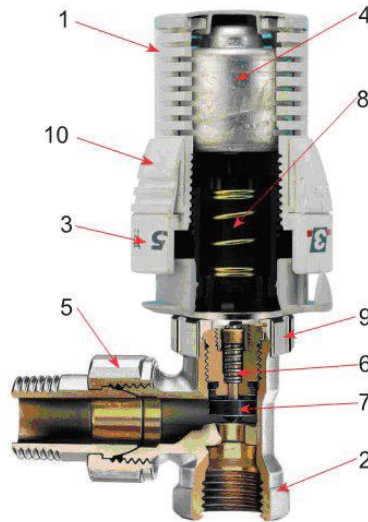


Рисунок 6.11 – Схема терморегулятора: 1 – терmostатичний елемент; 2 – терmostатичний клапан; 3 – шкала налаштування; 4 – чутливий елемент (робоче середовище – рідина); 5 – роз’ємне з’єднання; 6 – шток; 7 – золотник; 8 – компенсаційний механізм; 9 – накидна гайка; 10 – кільце, яке фіксує задану температуру

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.

#### *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. Окрім того, розширювальний бак підтримує певний гідравлічний тиск в системі, служить сигналізатором рівня води в системі, а також використовується для відділення та відведення повітря.

Розширювальний бак є металевою ємністю зі змінною кришкою і патрубками для приєднання труб (рис. 6.12): 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.

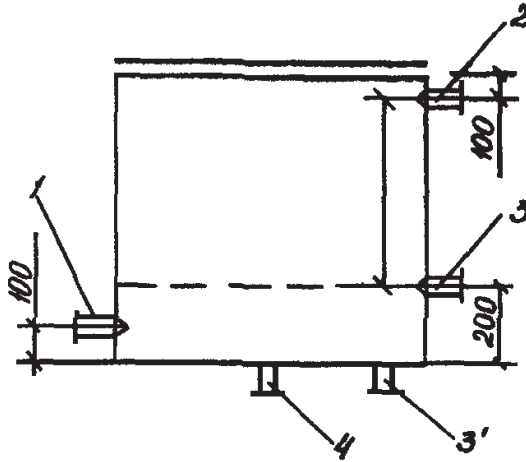


Рисунок 6.13 – Відкритий розширювальний бак з патрубками для приєднання труб: 1 – розширювальний; 2 – переливний; 3 – контрольний (3’ – реле рівня); 4 – циркуляційний

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. 6.14) встановлюють в найвищій точці системи опалення, зазвичай на горіщі або в сходовій клітині. Розширювальний бак покривають тепловою ізоляцією, а при розміщенні на горіщі, 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 подавальної магістралі, а циркуляційну – до найближчого стояка або до зворотної магістралі (рис. 6.14, 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. 6.14, б).

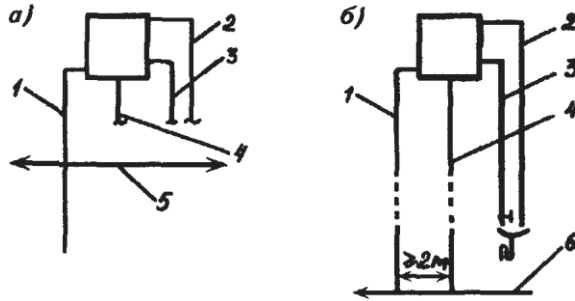


Рис. 6.14 – Схеми приєднання відкритого розширювального бака до трубопроводів системи водяного опалення: з природною циркуляцією води (а); зі штучною циркуляцією води (б); 1 – розширювальна труба; 2 – труба переливання; 3 – контрольна труба; 4 – циркуляційна труба; 5 – подавальна магістраль; 6 – зворотна магістраль системи опалення

#### 6.4. 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 огорожень приміщення в часі, в плані і за висотою 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 унеможливує опіків і пригорання пилу.

В період роботи системи опалення в приміщенні виникає теплообмін між опалювальними приладами, внутрішніми і зовнішніми огороженнями, 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 випар вологи) 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 тепловою інерційністю – 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 відхилитися від заданої (на 1...2°C) 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 сублимації органічного пилу на нагрітій поверхні, виділенням шкідливих речовин, що супроводжується, зокрема окисли вуглецю.

Розкладання пилу починається при температурі 65...70°C і інтенсивно протікає на поверхні, що має температуру більше 80°C.

При використанні пари як теплоносія температура поверхні більшості опалювальних приладів і труб постійна і близька або вище 100°C, тобто перевищує гігієнічну межу. При опаленні гарячою водою середня температура нагрітих поверхонь, як правило, нижче, ніж при застосуванні пари. Окрім того, температуру води в системі опалення знижують для зниження теплопередачі приладів при зменшенні тепловтрат приміщень. Тому при використанні в якості теплоносія 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. В залежності від типу теплоносія розраховують співвідношення площі поперечного перерізу теплопроводів, при передачі в приміщення однакової кількості теплоти. Для цього приймають: вода, температура якої знижується з 150 до 70°C; пара з надлишковим тиском 0,17 МПа (температура 130°C); повітря, що охолоджується з 60°C до температури приміщення (15°C). Результати розрахунків, а також характерні параметри теплоносіїв (густина, теплоємність, питома теплота конденсації пари) представлено в табл. 6.10.

Таблиця 6.10 – Порівняння основних теплоносіїв для опалення

Параметри	Теплоносії		
	вода	пара	повітря
Температура, різниця температури, °С	150 – 70 = 80	130	60 – 15 = 45
Густина, кг/м <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> 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 теплоакмуляційною 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. Окрім того, при великій довжині металевих повітроводів малотепломісткий теплоносій (повітря) сильно охолоджується по шляху руху. Цим пояснюється, що при далекому теплопостачанні як теплоносій 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°C при температурі води, що входить в прилад, 150°C і що виходить з приладу 70°C). 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°C (табл. 6.4) площа парових приладів приблизно (вважаючи коефіцієнти теплопередачі приладів рівними і приймаючи температуру приміщення – 20°C) складе  $(110 - 20)/(130 - 20) = 0,82$  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 (клацання, 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 поводження. Його використання в системі опалення може привести до деяких негативних наслідків (прискорення корозійних процесів, зниження теплообміну, зміна гідравлічних характеристик, заповітрення 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 та 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 простоті 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 запитання***

1. Назвіть параметри мікроклімату, які рекомендується підтримувати у приміщеннях функціонального призначення, що відповідають комфортним умовам перебування в них людей?
2. Дайте характеристику основних конструктивних елементів, які складають комплекс приладів в системі опалення?
3. Які переваги і недоліки мають системи опалення, в залежності від виду використаного теплоносія?
4. Приведіть класифікацію системи опалення за способом переміщення теплоносія.
5. Назвіть основне устаткування систем водяного опалення?
6. Приведіть вимоги, які пред'являються до систем опалення?

## **Лекція 7. Екологічні аспекти функціонування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів**

1. *Вплив діяльності підприємств крафтових виробництв харчових продуктів на навколишнє середовище.*
2. *Шляхи утилізації твердих відходів.*
3. *Системи очищення стічних вод підприємств крафтових виробництв харчових продуктів.*

### **1. Вплив діяльності підприємств крафтових виробництв харчових продуктів на навколишнє середовище**

Діяльність підприємств крафтових виробництв харчових продуктів впливає на довкілля шляхом утворення харчових відходів, що призводять до викидів парникових газів та забруднення звалищ, а також через споживання енергії, води та виробництво пакувальних матеріалів. Неefективне управління відходами та ресурсами може спричинити забруднення ґрунту й води, а також збільшити вуглецевий слід.

#### Основні види впливу:

##### Утворення відходів:

Харчові відходи, що потрапляють на звалища, розкладаються з утворенням метану – потужного парникового газу, який сприяє зміні клімату.

##### Забруднення води та ґрунтів:

Неправильне поводження з відходами та використанням хімічних речовин може призвести до забруднення поверхневих та ґрунтових вод, а також ґрунтів, що впливає на водні екосистеми.

##### Енерго- та водоспоживання:

Харчове виробництво потребує значних обсягів енергії та води, використання яких пов'язане з екологічними наслідками.

*Використання упаковки:*

Виробництво та утилізація пакувальних матеріалів також створюють екологічне навантаження.

*Що може зробити крафтове підприємство:*

*Зменшення харчових відходів:*

Впровадження контролю виробничих операцій, навчання персоналу та оптимізація виробничих процесів можуть допомогти мінімізувати харчові відходи.

*Ефективне управління ресурсами:*

Впровадження енергоефективних технологій та раціональне використання води може зменшити екологічний слід.

*Переробка та утилізація відходів:*

Сортування та переробка відходів, а також використання біорозкладних пакувальних матеріалів можуть зменшити негативний вплив.

*Сталі практики:*

Розробка та впровадження сталих практик виробництва харчових продуктів допоможе підприємству зберегти ресурси, покращити репутацію та зменшити витрати.

## **2. Шляхи утилізації твердих відходів**

Із зростом попиту на продукти крафтових виробництв для фахівців виникає ряд нових проблем з, якими вони зштовхуються щодня та вирішення, яких має буде ефективним та економічно вигідним. Першочерговою проблемою залишається переробка твердих відходів. Відходи спричиняють дискомфорт для виробників крафтових продуктів в площині отримання дозвільної документації для повноцінного функціонування підприємства та шляхів їх утилізації. Поводження з харчовими відходами бентежить фахівців через збільшення об'ємів викидів кожного року, тому ця проблема на теперішній час прийнято вважати – глобальною. Приблизно 1,3 млрд т харчових продуктів перетворюються у відходи кожного року, що підтверджують статистичні дані: 20 % – молочні продукти та м'ясо, 30 % – зернові; 35 % – рибні продукти, 40...50 % – фрукти та овочі.

На основі цих даних можна зробити висновок, що рівень культури виробництва харчових продуктів і їх споживання перебуває на низькому рівні, що може в майбутньому спричинити велику кількість проблем, таких як: накопичення великих об'ємів харчових відходів, негативний вплив на навколишнє природне середовище та тваринний світ, погіршення економічних або фінансових показників. В Україні не вирішена проблема переробки та утилізації харчових відходів, через відсутність ефективних та доцільних методів походження з харчовими відходами.

На сьогоднішній день розроблено достатню кількість методів для утилізації харчових відходів виробництва, але більшість з них є економічно

недоцільними, тому удосконалення вже існуючих технологій має перспективу та є актуальним на даний момент.

Основними методами є компостування для отримання добрив, створення біогазу для енергії, використання як корму для тварин або рукоділля. У промислових масштабах також застосовують спалювання, хоча в Україні більш поширені компостування та біогазові установки.

Способи утилізації твердих харчових відходів:

*Компостування* – процес переробки органічних відходів за допомогою бактерій та мікроорганізмів у цінне добриво (біогумус), яке збагачує ґрунт.

*Виробництво біогазу* – біогазові установки перетворюють органічну масу на біогаз, який може використовуватися як альтернативне джерело енергії, зменшуючи залежність від викопного палива.

*Корм для тварин* – харчові відходи (після відповідної обробки) можуть слугувати кормом для сільськогосподарських тварин.

*Рукоділля та творчі проекти* – залишки їжі, особливо рослинного походження, можуть бути використані для рукоділля, мистецтва та інших творчих проєктів.

*Заморожування та кулінарне використання* – простіші способи, як-от заморожування для подальшого використання або приготування кулінарних рецептів із залишків, також зменшують кількість відходів.

Одним із видів переробки та утилізації відходів харчової промисловості, такої як крафтове виробництво є вермикомпостування. Технологія базується на переробці органічних відходів шляхом використання дощових черв'яків та ґрунтових мікроорганізмів. Вермикопости дозрівають швидше, ніж компости, отримані традиційним способом. Вермикомпостування ґрунтується на здатності черв'яків проковтувати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишкову порожнину й виділяти у вигляді копролітів. Біотехнологія вермикомпостування вирішує три види завдань: отримання біогумусу, отримання маси хробака та утилізацію органічних відходів. Тобто переробляючи органічні відходи крафтових виробництв можна вирішити декілька проблем одразу.

Утилізація відходів виробництва поряд з комплексним використанням сировини є найважливішими напрямками зниження матеріалоемності. Основна маса відходів та побічних продуктів харчової промисловості, а це близько 70 %, йде на виготовлення тваринницьких 12 кормів, близько 20 % спрямовуються на виробництво продуктів харчування та технічної продукції, решта використовується як добриво та паливо.

Перед утилізацією харчові відходи часто сортують, відокремлюючи органічні відходи від неорганічних, а також класифікуючи їх за типом (м'ясо-молочні, жири тощо) для ефективнішої переробки.

Переваги утилізації:

- *екологічна вигода* — зменшує обсяг сміття на звалищах і знижує викиди парникових газів;

- *економічна вигода* — перетворення відходів на добрива та біогаз створює цінні ресурси, зменшуючи потребу в хімічних добривах та традиційному паливі.

Системний підхід до законодавчої складової з урахуванням всіх етапів утворення продуктів харчування від поля до споживача, впровадження ресурсоощадних технологій у процесах виробництва дозволить Україні досягнути високого рівня продовольчої безпеки та зменшити негативний вплив на довкілля, зокрема викиди парникових газів. Сфера виробництва і продажу продуктів харчування, підприємства крафтового виробництва незмінно пов'язані з накопиченням харчових відходів, неліквідних продуктів і продуктів з вичерпаним терміном реалізації. Такі відходи заборонено викидати на смітник, вони підлягають утилізації спеціалізованими компаніями.

### **3. Системи очищення стічних вод підприємств крафтових виробництв харчових продуктів**

Технологія обробки стічних вод повинна забезпечити заданий ступінь очистки при мінімальних затратах. У залежності від необхідного ступеня очистки стічних вод і подальшого використання очищених вод можуть бути розглянуті різноманітні технологічні схеми. Традиційною для очистки побутових стічних вод є двохступінчата схема, що включає в себе механічну й біологічну очистку. Підвищенні вимоги до охорони оточуючого середовища і створення умов для використання очищених стічних вод в промисловості, крафтових виробництвах та сільському господарстві обумовили необхідність розробки технологічних схем з глибокою очисткою біологічно очищених стічних вод.

Очищують побутові стічні води механічним та біохімічним способами, бактерії знищують знезаражуванням (дезінфекцією).

*Механічні методи* очистки дозволяють осаджувати не більше 60 % завислих речовин. Підвищення ефективності осадження досягається застосуванням різних способів інтенсифікації: преаерації, біокоагуляції, освітлення в завислому шарі або тонкошарове відстоювання.

Механічне очищення полягає у видаленні завислих і частково колоїдних часток. З цією метою використовують такі споруди:

- *решітки* — для видалення крупних часток (ганчірки, мочала, папір тощо);

- *пісковловлювачі*—для затримання крупних мінеральних домішок (пісок, шлак тощо);

- *відстійники* — для видалення завислих речовин, мулу.

Споруди, на яких здійснюють механічну очистку, розташовують в технологічній послідовності, що забезпечує видалення спочатку найбільш великих часток забруднень (решітки, сита), після чого речовини мінерального походження, головним чином піску (пісковловлювачі різних типів, гідроциклони) і, нарешті, основної маси більш дрібних завислих речовин (відстійники різних типів).

Плаваючі речовини (жири, масла, нафтопродукти, смоли та ін.) також видаляють у відстійниках. Для очистки стічних вод з великим вмістом цих речовин передбачаються окремі споруди жиро- і маслоуловлювачі, нафтовловлювачі.

*Біохімічні методи* очистки засновані на використанні особливостей життєдіяльності мікроорганізмів, які окислюють органічні речовини, що знаходяться у стічних водах у вигляді тонких суспензій, колоїдів або в розчині.

Біохімічним методом вдається майже повністю звільнитися від органічних забруднень, що залишилися в стічних водах після механічної очистки, а також значно знизити вміст хвороботворних мікроорганізмів.

Біохімічне очищення полягає в тому, що речовини, що ще залишились у воді після механічного очищення за допомогою мікроорганізмів перетворюються на мінералізовані домішки. Для цього використовують природні споруди (поля зрошення, фільтрації, біологічні ставки) та штучні (біофільтри, аеротенки). Для невеликої продуктивності (крафтових виробників харчової продукції) придатна схема, в якій механічне очищення забезпечується решітками, пісковловлювачами, двоярусними відстійниками, а біологічне відбувається на полях зрошення, фільтрації, у біологічних ставках.

Пісок, який видаляють пісковловлювачами, направляють для підсушування на піскові майданчики. Мул, що осідає у двоярусних відстійниках, зброджується в їхній нижній частині і періодично надходить на мулові майданчики.

Осад, який осів в відстійниках, має неприємний запах, небезпечний у санітарному відношенні, погано сохне. Тому його зброджують у двоярусних відстійниках, метантенках та інших спорудах. Зброджений осад стає однорідної структури, при підсушуванні на мулових майданчиках віддає вологу, містить азот, фосфор, калій і може бути використаний в певних умовах у якості добрива.

Споруди, в яких проходить біохімічна очистка, можуть бути поділені на дві основні групи:

- до першої групи відносяться споруди, що працюють у природних або близьких до них умовах: поля зрошення, поля фільтрації і біологічні ставки. В цих спорудах стічні води очищаються доволі повільно за рахунок запасу кисню в ґрунті й у воді біологічних ставків, а також завдяки

життєдіяльності мікроорганізмів–мінералізаторів, що окислюють органічні забруднення;

- до другої групи відносяться споруди, в яких очистка стічних вод відбувається в штучно створених умовах: біологічні фільтри й аеротенки. В цих спорудах очистка проходить інтенсивніше, ніж у природних умовах, завдяки підтриманню штучним шляхом життєдіяльності необхідних мікроорганізмів.

На спорудах механічного очищення ефект зниження завислих речовин становить 40...60 %, величина БПК знижується на 20...40 %.

Споруди біологічного очищення забезпечують зниження показників забруднень (після аеротенків або біофільтрів і вторинних відстійників) за речовинами і за БПК<sub>5</sub> до 15...20 мг/л.

У технологічних схемах біологічного очищення застосовують біофільтри при витратах стічних вод 10...20 тис. м<sup>3</sup>/добу, аеротенки – при витратах від 20 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Перед випуском у водойму очищені стічні води піддають *зnezараженню*.

Вибір реагенту й метода зnezараження проводять у залежності від характеристики водойми-приймача стічних вод і способу подальшого використання очищених стічних вод.

Очисні споруди розраховують за рухом стічної води: приймальна камера, ґрати, пісковловлювачі, водовимірювальні пристрої первинні відстійники, аеротенки, вторинні відстійники, змішувач, хлораторна, контактні резервуари. При розрахунку ґрат і пісковловлювачів спочатку виконують гідравлічний розрахунок підвідних каналів і лотків, тому що рівень води в лотках входить до розрахунків живого перерізу потоку в ґратах і пісковловлювачах.

Потім розраховують споруди з обробки осаду: мулоуцілювачі, метантенки, цех механічного збезводнення, мулові майданчики.

В останній час поряд з розвитком традиційних біологічних методів велику увагу приділяють фізико-хімічним способам глибокої очистки стічних вод, що дозволяють знизити до необхідного рівня вміст органічних забруднень, завислих речовин, біогенних з'єднань, нафтопродуктів, барвників, поверхнево-активних речовин, солей важких металів і т.д. До таких способів відносяться коагуляція, сорбція, окислення, іонний обмін і деякі інші.

При очистці чи доочистці стічних вод будь-яким з розглянутих методів утворюються осади, в яких сконцентрована основна маса домішок і забруднень, вилучених зі стічних вод. Так, у процесі очистки стічних вод утворюється значна кількість осаду в результаті випадання нерозчинних речовин у первинних відстійниках, біоплівки або надлишкового мулу – у вторинних.

Значна кількість осадів утворюється при фізико-хімічній очистці стічних вод. Крім забруднень, що вилучаються зі стічних вод, такі осади містять також ще гідроксиди алюмінію чи заліза, інші сполуки, що утворюються в процесі реагентної обробки.

Осад, що виділяється у відстійниках, має високу вологість, неприємний запах і є небезпечним у санітарному відношенні через вміст великої кількості бактерій та яєць гельмінтів. Осад оброблюють з метою зменшення кількості вмісту в ньому органічних речовин і покращенню санітарно-гігієнічних показників. Для цього осад піддають дії анаеробних мікроорганізмів (зброджуванню) або аеробній стабілізації мулу чи суміші мулу з сирим осадом у відповідних спорудах. До анаеробних споруд відносяться метантенки, септики, двох'ярусні відстійники, освітлювачі-перегнивачі. Для анаеробної стабілізації осадів використовують споруди типу аеротенків – аеробні стабілізатори.

Для зневоднення застосовують різні механічні засоби, а також методи термічної сушки й спалювання. Заброджений і зневоднений осад використовують для потреб сільського господарства в якості добрив. Мається досвід використання таких осадів після термічної обробки в якості білково-вітамінних добавок до раціону живлення сільськогосподарських тварин, а також у якості присадочних добавок до будівельних матеріалів.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Крафтові харчові технології: розроблення, дослідження, інжиніринг: навчальний посібник / І.М. Дударев, О.В. Кузьмін, І.В. Тараймович та ін.; Луцький національний технічний університет. – Одеса: Олді+, 2024 – 322 с.
2. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
3. ДБН В.2.2-25:2009. Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 : Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30.12.2009 Р. № 703. Київ : Мінрегіонбуд України [Чинний від 01.09.2010] .
4. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення : Наказ від 30.12.2010 № 570. Київ : Мінрегіонбуд України [Чинний від 01.10.2011].
5. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 01.04.2019]. Зміна № 1 від 16 травня 2022 року. Київ : Мінрегіон України.
6. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 01.01.2014]. Київ : Мінрегіон України. 141 с.
7. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Чинний від 01.12.1999] : Постанова № 42. МОЗ України.
8. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV 231 Розділ 4. Інклюзивний інжиніринг крафтових виробництв і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT) [Чинний від 01.07.2013]. Київ : Мінрегіон України.
9. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) [Чинний від 01.07.2013]. Київ : Мінрегіон України.
10. Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова. – Київ: Видавництво «Сталь», 2023. – 634 с.
10. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Наставови щодо розроблення та поставлення на виробництво нехарчової продукції: ДСТУ 8634-2016: Київ, 2016. – 38 с.
12. Інжиніринг у ресторанному бізнесі: навч. посіб. / О.В. Кузьмін, Л.М. Акімова, А.М. Куц, І.Л. Корецька. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 488 с.

13. Технологічне проектування підприємств ресторанного господарства [Текст]: навч. посіб. / П. П. Павленкова, Л. М. Тележенко, І. Р. Біленька, Н. А. Дзюба; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Херсон : Олді-Плюс, 2016. - 312 с.

14. Дуб В.В., Терешкін О.Г., Горелков Д.В. Інжиніринг у ресторанному господарстві: навчальний посібник. Харків: ХДУХТ, 2017. 176 с.

15. Піддубний В.А., Кравченко М.Ф., Чагайда А.О., Красножан С.В. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. К.: Кондор-Видавництво, 2017. – 374 с.

16. Верхівкер Я. Г. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі [Текст] : навч. посіб. / Я. Г. Верхівкер, О. С. Бессараб, Т. І. Нікітчина ; за ред. Я. Г. Верхівкера ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. - Одеса: Освіта України, 2017. - 144 с.

18. Павленко П.П. Технологічне проектування підприємств ресторанного господарства: навч. посібник. [для вищ. навч. закл.] / П.П. Павленкова, Л.М. Тележенко, І.Р. Біленька, Н.А. Дзюба. – Херсон: Олді-плюс, 2016. 312 с.

19. І.М. Дударев, В.А. Сай SWOT-аналіз інфраструктури закладу ресторанного господарства на прикладі їдальні університету. / Товарознавчий вісник: збірник наукових праць. – Випуск 16 / Редкол.: ред. Пахолок О.В., відп.секретар Передрій О.І. Луцьк, 2023. С.47-62.

20. Guidelines for drinking-water quality: Geneva: World Health Organization; 2017. [https://reliefweb.int/report/world/guidelines-drinking-water-quality-fourth-edition?gclid=Cj0KCQjwhfipBhCqARIsAH9msbnvIeF2DP9DdSViFSoyrMZctiyPAnWcbe5kGyZi8vcqIiUMftFRakaAmL5EALw\\_wcB](https://reliefweb.int/report/world/guidelines-drinking-water-quality-fourth-edition?gclid=Cj0KCQjwhfipBhCqARIsAH9msbnvIeF2DP9DdSViFSoyrMZctiyPAnWcbe5kGyZi8vcqIiUMftFRakaAmL5EALw_wcB)

## Зміст

### Передмова

1. Лекція 1. Створення об'єктів інфраструктури у крафтових виробництвах харчових продуктів.....	4
2. Лекція 2. Організаційні принципи проектування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів.....	20
3. Лекція 3. Проектування виробничих цехів підприємств крафтових виробництв харчових продуктів.....	41
4. Лекція 4. Інжиніринг систем вентиляції та кондиціонування.....	50
5. Лекція 5. Інжиніринг систем водопостачання та каналізації.....	87
6. Лекція 6. Інжиніринг систем опалення.....	110
7. Лекція 7. Екологічні аспекти функціонування підприємств крафтових виробництв харчових продуктів.....	137
Рекомендована література.....	144

Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв  
[Текст]: Опорний конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Крафтові харчові технології» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. В. Сай. Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 146 с.

Методичне видання складено відповідно до робочої програми курсу «Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв», може використовуватися здобувачами вищої освіти при вивченні лекційного курсу з дисципліни «Інжиніринг інфраструктури крафтових харчових виробництв», а також під час самостійної роботи.

Комп'ютерний набір та верстка: В. Сай

Підп. до друку 2026 р.  
Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид. арк. \_\_\_\_  
Тираж . Зам. №

Інформаційно-видавничий відділ  
Луцького національного технічного університету  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – ІВВ ЛНТУ

