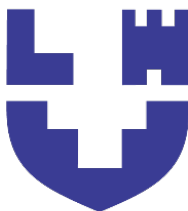


**Міністерство освіти і науки України**  
**Луцький національний технічний університет**



**АРХІТЕКТУРНІ КОНСТРУКЦІЇ**

**Конспект лекцій**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування»  
галузі знань 19 Архітектура та будівництво  
спеціальності 191 Архітектура та містобудування

Луцьк 2024

УДК 721(07)  
А87

Голова навчально-методичної ради факультету архітектури, будівництва та дизайну ЛНТУ \_\_\_\_\_ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ

Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н. ПОЛЩУК

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету архітектури, будівництва та дизайну ЛНТУ,  
протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ, протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Завідувач кафедри архітектури та дизайну \_\_\_\_\_ О. ПАСІЧНИК  
Укладач: \_\_\_\_\_ М. НІНІЧУК, к.т.н., доцент кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ Боярчук Б.А., к.т.н., доцент кафедри Архітектури та дизайну ЛНТУ

Відповідальна за випуск: \_\_\_\_\_ О. ПАСІЧНИК, кандидат архітектури, доцент, завідувач кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ

**А87 Архітектурні конструкції** [Текст] : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 191 Архітектура та містобудування / уклад. М.В. Нінічук – Луцьк : Луцький НТУ, 2024. – 86 с..

Методичне видання складене відповідно до робочої програми дисципліни «Архітектурні конструкції» . У конспекті лекцій викладено основні архітектурні конструкції, висвітлено питання призначення, проектування, конструктивного рішення будинків і споруд і їхніх частин, застосовуваних матеріалів, технологій зведення з урахуванням фізико-технічних факторів.

© Нінічук М.В., 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ.....	5
Витоки розвитку архітектурних конструкцій.....	5
Історія створення середовища проживання.....	6
Основні завдання архітектора при створенні просторового середовища.....	9
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНО- КОНСТРУКТИВНОГО ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД СТАРОВИНИ.....	12
Будівельні конструкції споруд первіснообщинного і рабовласницького ладу.....	12
Будівельні прийоми і конструкції архітектури Стародавнього Єгипту.....	14
Будівельні прийоми і конструкції в архітектурі Древньої Греції та Стародавнього Риму.....	18
Будівельні прийоми і конструкції архітектури країн середньовічної Європи.....	22
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	28
Основні несучі конструкції будівель.....	28
Будівельні прийоми конструювання в архітектурі.....	30
Вимоги до будівель.....	32
Навантаження і впливи на будівлю.....	33
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ПРОЄКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	35
Основні підходи до проектування підземної частини будівель і споруд.....	35
Основи і фундаменти.....	36
Стрічкові та стовпчасті фундаменти.....	37
Пальові фундаменти.....	39
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	43
Цокольна частина будівлі і стіни підвалу.....	43
Несучі стіни підземної частини будівель.....	45

Елементи підземної частини будівель – прямки, пандуси....	46
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6. ЗОВНІШНІ І ВНУТРІШНІ ВЕРТИКАЛЬНІ НЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>48</b>
Принципи проектування несучого каркасу будинків і його елементів.....	48
Конструктивні системи будівель та їх класифікація.....	49
Стіни й перегородки в просторовій системі будівель і споруд.....	53
Вимоги до стін та оздоблення.....	55
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 7. КАРКАСНІ СИСТЕМИ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>57</b>
Конструктивні рішення в багатоповерховому каркасному будівництві.....	57
Збірний залізобетонний уніфікований каркас.....	58
Монолітний залізобетонний каркас.....	60
Металеві каркаси.....	62
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 8. ГОРИЗОНТАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>65</b>
Класифікація перекриттів, покриттів по їх формі.....	65
Дахи і покрівлі будівель і споруд, їх елементи.....	68
Сходові клітки. Пандуси, ліфти, ескалатори.....	75
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>79</b>

## ВСТУП

Приступаючи до вивчення дисципліни, майбутні фахівці повинні мати на увазі, що їхні творчі задуми можуть реалізуватися тільки в матеріальній формі

– у виробках і конструкціях, виконаних з конкретних матеріалів. Від того, в якому матеріалі виконаний будинок – у дереві чи камені, металі чи залізобетоні в моноліті – залежить і архітектурний вигляд, і конструктивне рішення, і вартість, умови та терміни експлуатації цього будинку.

Студенту-фахівцю важливо засвоїти методологію підходу до застосування досягнень науково-технічного прогресу, виявити взаємозв'язок між прийнятими конструкціями і взаємодіями на будинки (силового і несилового характеру), умовами експлуатації будинків і їхніх елементів і вимог при збереженні переважаючої ролі функціонально-художнього початку.

Архітектура будинків і споруд покликана задовольняти різноманітні сторони життєдіяльності людини. Відповідаючи певним матеріальним і духовним запитам, будинки і споруди повинні разом з тим відповідати світогляду суспільства.

Значні за своїм архітектурно-художнім образом будинки й споруди, особливо їхні комплекси організують міські простори, стаючи архітектурною динамікою. Їм належить важлива містобудівна роль і в районах житлової забудови, і в нових чи реконструйованих міських центрах.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

### ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ

#### **Витоки розвитку архітектурних конструкцій.**

Професія будівельника - одна з найдавніших. Поява архітектурних конструкцій пов'язана з початком розумної діяльності людини. Протягом тисячоліть майстри - будівельники створювали нові і удосконалювали старі конструктивні рішення. Аналізуючи історичний досвід розвитку, можна переконатися, що будинки стають менш масивними, менш матеріаломісткими.

Історія архітектурних конструкцій — це не просто хронологія зміни будівельних матеріалів, це історія боротьби людини з гравітацією та прагнення впорядкувати навколишній хаос. Перш ніж з'явилися складні інженерні системи, людство пройшло довгий шлях усвідомлення того, що простір можна не лише знаходити, а й створювати.

Від привласнення до створення На ранніх етапах розвитку (палеоліт) людина не будувала, а «привласнювала» природні укриття: печери, гроти, густі крони дерев. Це був період пасивної архітектури. Спонукальним фактором до появи перших рукотворних конструкцій стала кліматична необхідність та міграція. Вийшовши з печер на відкриті рівнини, людина зіткнулася з проблемою відсутності природного захисту від негоди та хижаків. Це змусило її імітувати природу: переплетення гілок (прообраз каркаса), використання шкур (огороджуючі конструкції) та нагромадження каміння (масивна кладка).

Неолітична революція як каталізатор Переломним моментом став перехід до осілого способу життя — «неолітична революція». Потреба у стаціонарному житлі породила першу конструктивну логіку: чіткий поділ на несучі (стіни, стовпи) та несучі (дах, перекриття) елементи. Однак, парадоксально, але саме сакральна, а не житлова архітектура стала рушієм ускладнення конструкцій. Прагнення увічнити пам'ять про предків або створити житло для богів вимагало використання довговічних матеріалів — каменю, який значно важчий і складніший в обробці, ніж дерево чи глина.

Саме в мегалітичних спорудах (менгіри, дольмени, кромлехи) ми бачимо зародження першої і найважливішої архітектурної схеми — стійково-балочної системи. Елементарний «трилітон» (два камені вертикально, один горизонтально) став інженерним проривом. Він продемонстрував розуміння роботи матеріалу.

Таким чином, витоки архітектурних конструкцій лежать у площині перетину трьох векторів:

- Функціонального (захист тіла);
- Сакрального (захист духу/пам'яті);
- Тектонічного (інтуїтивного розуміння фізики матеріалів).

Подальший розвиток архітектури став пошуком способів перекрити якомога більший простір при мінімальних витратах матеріалу. Як наслідок цього, у будівництві затвердився принцип диференціювання несучих та огорожуючих функцій конструкцій. Несучі конструкції створюють, як би просторовий скелет будівлі, а огорожувальні конструкції, у вигляді тонкої перешкоди, відокремлюють внутрішній простір від зовнішнього. Впровадження в будівництво нових прогресивних конструкцій, вміле застосування традиційних і сучасних конструктивних рішень, заснованих на знанні законів архітектури, допомагає виконувати важливі завдання, які стоять перед архітекторами - будівельниками.

Взаємозв'язок конструкції і архітектурно-художнього образу - найважливіша проблема розвитку архітектури. Пропорційний, об'ємно - просторовий і пластичний вираз конструктивної форми становить головну особливість архітектурної композиції. Конструкції та будівельні прийоми таять у собі необмежені архітектурні, художні й естетичні можливості. Тому досвід історії архітектури допомагає архітекторові теоретично осмислити проблему, а також вирішити різноманітні практичні завдання взаємозв'язку конструкції і художньої форми

### **Історія створення середовища проживання.**

Якщо в попередньому розділі ми розглядали як людина навчилася будувати (еволюцію конструкцій), то в цьому розділі ми зосередимося на питанні що і для чого вона будувала, формуючи своє середовище проживання. Архітектура — це не сума окремих

будівель, а штучно створена екосистема, яка відділяє нас від дикої природи і водночас організовує соціальне життя.

Історія створення середовища проживання — це шлях від інстинктивного захисту до свідомого проєктування простору. Цей процес можна умовно поділити на кілька ключових етапів, кожен з яких ускладнював завдання архітектора.

### 1. Етап адаптації: Вернакулярна архітектура

На ранніх етапах розвитку людства середовище проживання формувалося методом спроб і помилок, під жорстким диктатом клімату та географії. Це ера так званої вернакулярної (народної) архітектури — будівництва без архітекторів.

Середовище було тотожним поняттю «виживання». У спекотних регіонах житло формувалося як масивні глинобитні капсули для збереження прохолоди, у вологих тропіках — як підняті на палі легкі каркасні хижі для вентиляції, а в холодних широтах — як заглиблені землянки або іглу для термоізоляції. На цьому етапі архітектурне середовище було максимально контекстуальним: будівля не протиставлялася ландшафту, а була його продовженням. Матеріал брали «під ногами», а форма диктувалася функцією захисту. Тут ще не було поняття естетики у сучасному розумінні, була лише доцільність.

### 2. Етап структуризації: Поява поселення

З переходом до осілого способу життя (неолітична революція) відбулася фундаментальна зміна: людина почала проєктувати не лише об'єкт (дім), а й простір між об'єктами. Так народилося поселення.

З'явилася необхідність у зонуванні. Хаотичне нагромадження жител змінилося впорядкованою структурою. Виникли перші прототипи вулиць, площ та громадських просторів. Середовище проживання розділилося на дві сфери:

- Приватну (житло окремої сім'ї);

- Громадську (місця зборів, ритуалів, торгівлі).

Це стало народженням містобудування. Стіни будинків перестали бути лише огорожуючою конструкцією однієї споруди — вони почали формувати "стіни" вулиці. Архітектура почала

виконувати соціальну функцію: розмір та розташування будинку вказували на статус власника.

### 3. Етап урбанізації: Місто як механізм

В епоху перших цивілізацій (Месопотамія, Єгипет, Античність) середовище проживання набуло масштабу міста-держави. Архітектура стала інструментом влади та ідеології.

Середовище ускладнилося інженерно. Римська імперія продемонструвала, що комфортне проживання неможливе без інфраструктури: акведуків, каналізації (Слоаса Махіма), брукованих доріг. Будівля перестала бути автономною одиницею, вона стала частиною інженерної мережі. З'явилося поняття регулярного планування. Гіпподамова сітка (прямокутна розбивка вулиць) стала універсальним інструментом створення нових міст. Архітектор (який тоді був і інженером, і будівельником) почав мислити масштабами кварталів. Середовище стало регламентованим: виникли перші будівельні норми, що регулювали висотність та відступи між будинками (інсоляцію та пожежну безпеку).

### 4. Етап ущільнення та трансформації: Від Середньовіччя до Ренесансу

Середньовічне місто, обмежене оборонними мурами, змусило архітектуру рости вгору. Дефіцит землі сформував середовище максимальної щільності, де кожен квадратний метр мав функціональне навантаження. Це навчило архітекторів працювати зі складними багатофункціональними просторами (житло над майстернею, лавка у віконному отворі).

Ренесанс приніс у середовище проживання нову категорію — антропоцентризм та перспективу. Місто почали сприймати як витвір мистецтва. Площі та вулиці проєктувалися так, щоб створювати візуальні ефекти, вражати глядача. Середовище стало театральним, а фасад будівлі перетворився на "обличчя", яке комунікує з перехожим.

### 5. Етап індустріалізації та модернізму

Промислова революція ХІХ століття кардинально змінила середовище проживання. Урбанізація досягла вибухових темпів. Виникли нові типи будівель, яких не існувало раніше: вокзали, фабрики, універмаги, прибуткові будинки.

ХХ століття принесло ідею «машини для житла». Модерністи (Ле Корбюзьє, Гропіус) запропонували повний розрив з традицією. Середовище намагалися зробити гігієнічним, стандартизованим та ефективним. Житлові масиви проєктувалися з вільним плануванням, великою кількістю світла та зелені, але часто втрачали людський масштаб та затишок традиційної вулиці. Архітектура стала масовою. Замість унікальних рішень прийшла типізація. Це дозволило вирішити житлову кризу, але породило проблему одноманітності та знеособлення середовища.

Підсумовуючи, важливо зрозуміти, що проєктуючи окрему споруду, архітектор завжди втручається у вже існуючу складну тканину середовища. Будівля повинна не лише задовольняти функціональні потреби замовника (про що ми поговоримо в наступних лекціях), але й гармонійно вписуватися в історичний, кліматичний та соціальний контекст, який формувався тисячоліттями

### **Основні завдання архітектора при створенні просторового середовища.**

Архітектор не просто малює фасади чи розраховує площі. Архітектор — це організатор простору, який створює матеріальну оболонку для життєвих процесів. При проєктуванні будь-якої будівлі — від індивідуального котеджу до хмарочоса — перед фахівцем стоїть комплекс взаємопов'язаних завдань, які можна згрупувати у п'ять ключових блоків.

#### **1. Функціонально-планувальне завдання**

Це фундамент проєктування. Будівля повинна бути передусім зручною. Архітектор виступає в ролі сценариста, який програмує, як людина буде рухатися, працювати чи відпочивати в цьому просторі.

- Зонування: Чіткий розподіл простору на функціональні зони (шумні/тихі, брудні/чисті, приватні/публічні).
- Ергономіка: Відповідність розмірів приміщень, меблів та обладнання антропометричним даним людини. Простір має бути співмасштабним людині.
- Комунікація: Створення логічних та коротких шляхів пересування (графік руху людських потоків). В ідеальному проєкті людина інтуїтивно розуміє, куди їй йти, без вказівників.

## 2. Конструктивно-технічне завдання

Архітектурна ідея нічого не варта, якщо вона не може бути реалізована фізично. Це завдання вимагає від архітектора інженерного мислення.

- Вибір конструктивної системи: Визначення того, що буде "скелетом" будівлі (стійково-балочна система, каркас, склепіння тощо) залежно від потрібних прольотів та навантажень.
- Тектоніка: Художнє осмислення роботи конструкції. Архітектор не ховає роботу матеріалу, а робить її виразною (наприклад, показує ритм колон або масивність стіни).
- Фізика середовища: Забезпечення мікроклімату. Будівля — це "фільтр", який має захищати від холоду, перегріву, шуму та вологи. Сюди входить інсоляція (розрахунок сонячного світла), аерація та теплотехніка.

## 3. Художньо-естетичне завдання

Архітектура — це мистецтво. Будівля впливає на емоційний стан людини та формує вигляд міста.

- Композиція: Пошук гармонійного співвідношення об'ємів, мас та простору. Використання ритму, симетрії/асиметрії, контрасту та нюансу.
- Пропорціонування: Використання систем пропорцій (наприклад, Золотий перетин або Модулар Ле Корбюзьє) для досягнення візуальної гармонії.

- Колористика та фактура: Робота зі світлом, тінню, кольором матеріалів для створення певного настрою та характеру будівлі.

#### 4. Економічне завдання

Архітектор завжди працює в умовах обмежених ресурсів. Професіоналізм полягає не в тому, щоб зробити дорого, а в тому, щоб отримати максимальний ефект за оптимальний бюджет.

- Раціональність: Мінімізація "мертвих зон" (площ, які не використовуються, наприклад, надто довгих коридорів).
- Енергоефективність: Проектування будівель, які дешеві не лише в будівництві, а й в експлуатації (витрачають мало енергії на опалення/кондиціонування).

#### 5. Соціально-містобудівне завдання

Будівля не існує у вакуумі. Архітектор несе відповідальність перед суспільством за те, як новий об'єкт вплине на існуюче середовище.

- Вписання в контекст: Врахування рельєфу, історичної забудови, висотності сусідніх будівель.
- Екологічність: Мінімізація шкоди природі, збереження ландшафту.
- Розуміння та підсилення унікальної атмосфери конкретної локації.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ**

1. Як «неолітична революція» та перехід до осілого способу життя вплинули на появу архітектури?
2. Що таке «вернакулярна архітектура» і які фактори були визначальними при формуванні житла на ранніх етапах розвитку людства?
3. Як змінилося поняття «середовище проживання» з появою перших міст-держав та Римської імперії?
4. Які ключові зміни у підходах до проектування житла відбулися в епоху модернізму (XX ст.)?

5. Чому при проектуванні окремої будівлі архітектор зобов'язаний враховувати соціально-містобудівний контекст та економічні фактори?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

### ОСНОВИ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОГО ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД СТАРОВИНИ.

#### Будівельні конструкції споруд первіснообщинного і рабовласницького ладу.

Становлення архітектури - чудового вміння керувати простором і матеріалом збігаються з переходом людини до осілого життя близько 10 тисяч років тому. Споруди виконувалися, в основному, з природних матеріалів: каменю, глини, піску, дерева. Призначення цих споруд було пов'язано, головним чином, з релігійними обрядами і пам'ятними подіями (рис. 2.1.).

Менгір - вертикально поставлені камені, як ритуальні пам'ятники. Вони часом досягали до 20 м висоти і до 300 т ваги.

Дольмени - ритуальні споруди з декількох каменів. Вони служили як похоронні камери і одночасно надгробні пам'ятники.

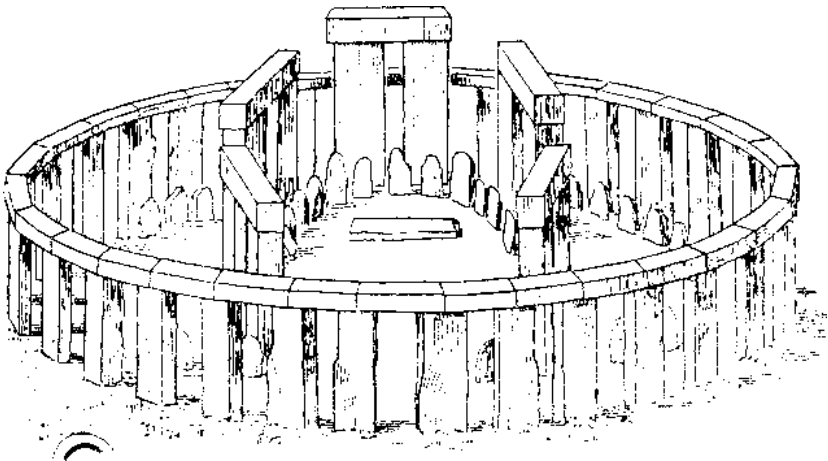
Кромлех - ритуальне споруда, представлена вертикально поставленими каміннями, перекритими горизонтальними плитами.



а)



б)



в)

Рис. 2.1. Мегалітичні споруди епохи первіснообщинного ладу: а - дольмен біля Майкопу (Україна); б - дольмен в Солберн (Англія), в - Стоунхендж (Англія)

Особливої уваги заслуговують зрубові споруди, зокрема, кургани спорудження меморіального характеру. При зведенні кургану спочатку в ямі споруджувався потужний зруб з дерев'яною підлогою, всередині якого влаштовувалася друга камера для поховання. Перекривалися камери накатом колод з покриттям їх берестом. Засипання землею утворило курганий пагорб, часто значної висоти. У первісному суспільстві слід зазначити також появу кам'яних і дерев'яних фортець.

## Будівельні прийоми і конструкції архітектури Стародавнього Єгипту.

Центром древнього містобудування були Месопотамія, Єгипет і Греція. Єгипет тих часів являв собою деспотичну організовану державу. Води Ніла, що протікає з півдня на північ країни, було потрібно регулювати в період розливів, а воєнізований рабовласницький лад давав можливість залучати до іригаційного будівництва великі маси рабів.

Фараони очолювали будівництво каналів і зрошувальних систем, а пізніше – усипальниць (пірамід).

Архітектура Єгипту має тривалу й багату історію. Пам'ятники архітектури цієї держави можна підрозділити на три групи: храми, надгробні спорудження (гробниці) й житла.

Гробниці. Кам'яні піраміди, колосальні по розмірах, були побудовані в основному напочатку 3 тис. до н. е. Примушуючи сотні тисяч рабів будувати десятиліттями грандіозні усипальниці, єгипетські фараони призначали їх для поховання своїх останків.

Вічна схоронність мумії як би символізувала вічність життя й похованого.

Самим великим поховальним спорудженням Древнього Єгипту є піраміда Хеопса (Хуфу) в Гізі (Рис.2.2), побудована близько в 3000 рр. до н.е. Висота її досягає 147 м, довжина сторін квадрату – 230 м. Величезні розміри піраміди повинні були свідчити про неземне, божественне походження фараона, велетенської потуги його влади, а стійка форма піраміди – про непорушність, вічність панування владики.

Храми. У середині 2 тис. до н.е. (у період Середнього царства) у зв'язку з ослабленням влади фараонів і посиленням ролі жрецтва зведення пірамід було припинено – замість них споруджувалися храми, присвячені не фараонам, а богам. Храм розглядалося як житло Бога. До складу приміщень храму звичайно входили: святилище – сама недоступна частина, що служила умовно місцем перебування божества, головний зал храму, відкритий лише присвяченим, та великий двір, оточений портиками, місце де моляться всі смертні.

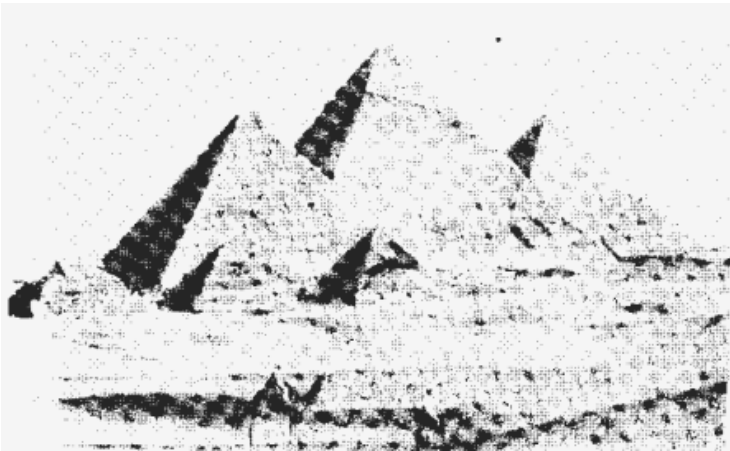


Рис. 2.2 - Піраміди в Гізі.

Прикладом грандіозних храмів Єгипту служить храмовий комплекс у Карнаке, будівля якого тривала кілька сторіч.

Єгипетські храмові комплекси звичайно не представляють єдиного цілого, тому що

звичайно кожний новий фараон прагнув оновити комплекс шляхом до будівництва старих храмів, постановки нових пілонів і т. п.

Храм у Карнаке протягом декількох століть піддавався складним перебудовам. Кожна частина храму має ім'я засновника. У єгипетських храмах широко застосовувалися архітрави із плит (рис. 3, 4). Своїми велетенськими розмірами колони в Карнаке (діаметром більше 3,4 і висотою до 20 м), сильно затіснявали зали, позбавлені освітлення, що породжували марновірство й страх. Крім круглих опор конічної форми були поширені багатогранні опори, що представляють собою своєрідну зв'язку стебел (рис. 2, б, в).

Особливо були поширені капітелі у формі квітки лотоса, що не розпустилася, а також із прикрасою з листя пальми (Рис. 2, 5).

Житлові будинки. За планом і пристроєм житлові будинки в Древньому Єгипті були подібні з азіатськими житлами: стіни великої товщини викладалися із цегли-сирцю, вікна були звернені у двір, покриття мали вигляд терас. Народні житла, що склалися звичайно із двох кімнат, були вкрай тісними й одночасно служили

для зберігання продуктів харчування.

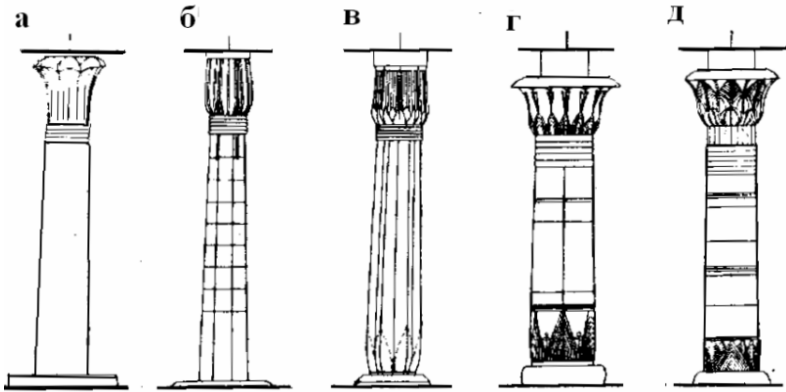


Рис. 2.3 - Типи єгипетських колон: а – з гладким стволом та пальмовидною капітеллю; б – лотосовидна; в – папірусоподібна ; г - д – композитні колони

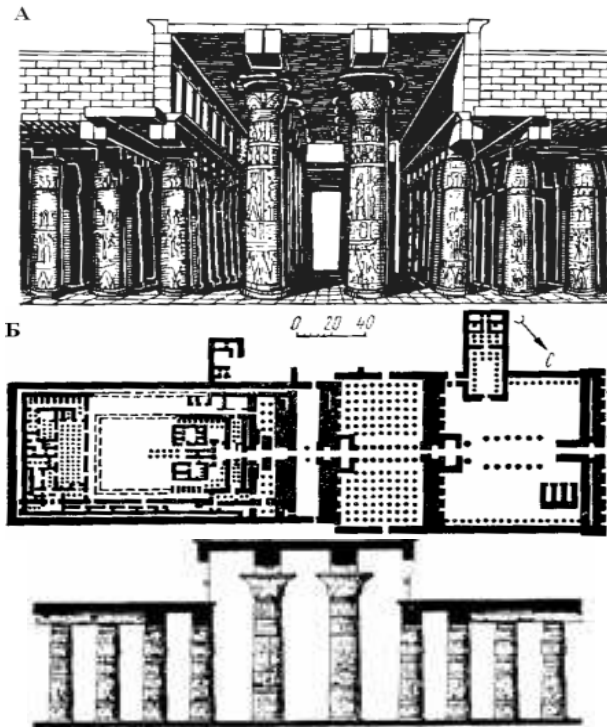


Рис. 2.4 - Храм Аммона в Карнаке:

А – вид гипостильного залу; Б – план; розріз

Заміські палаци єгипетської знаті склалися з окремих павільйонів, розташованих серед садів, оточених високими огорожами. Розраховували їх у відмінності від довговічних релігійних і меморіальних споруд на відносно невеликий строк. Колони в палацах застосовувалися більше тонкіші, чим у храмах з однаковими капітелями.

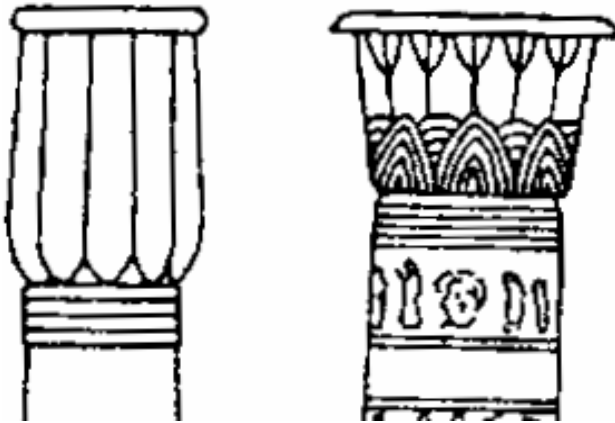


Рис. 2.5 - Капітелі древньоєгипетських колон

Кріпосні стіни в Древньому Єгипті, як і в Ассирії й Вавилоні, зводилися із глини. У товщі стін містилися дерев'яні бруси, що захищали конструкції від руйнування при ударах облогових машин.

Через відсутність будівельного лісу в Древньому Єгипті зложилися прийоми зведення помилкових зводів без опалубки.

У тектонічній структурі будинків Древнього Єгипту із середини XI тисячоліття до н.е. почалося застосування стічно – балкових систем, що включали колони з архітравами, які називають протодоричними.

Більшим внеском у будівельне мистецтво древніх єгиптян варто вважати початок розробки прийомів регулярної забудови міст і створення ними в плані тривалого часу художньо-узгоджених архітектурних ансамблів.

Меморіальна, палацова й храмова архітектура Древнього

Єгипту вплинула на розвиток зодчества Греції й Рима.

## Будівельні прийоми і конструкції в архітектурі Древньої Греції та Стародавнього Риму

Греками було покладено початок в багатьох галузях науки, вони заклали основи геометрії, механіки і статички, що стало базою для розвитку інженерних наук.

При зведенні будівель і споруд застосовувалася, в основном стійково-балкова система. Найбільш масовим будівельним матеріалом була цегла-сирець і дерево. Кладка стін велася в основному насухо.

У давньогрецькому ордері відбилася залежність характеру пластики і пропорцій системи від двох нерозривних сторін його тектонічного ладу

-художньої і конструктивної. Два основних класичних ордера - доричний і іонічний.

Застосування ордерів дозволило створити ряд відомих пам'яток (ансамбль Афіського Акрополя, святилище Зевса в Олімпії, святилище Аполлона в Дельфах та ін.). Вперше з'явилася література про архітектуру (Ісидор "Наука про будівлі") (рис.2.6. - рис. 2.9

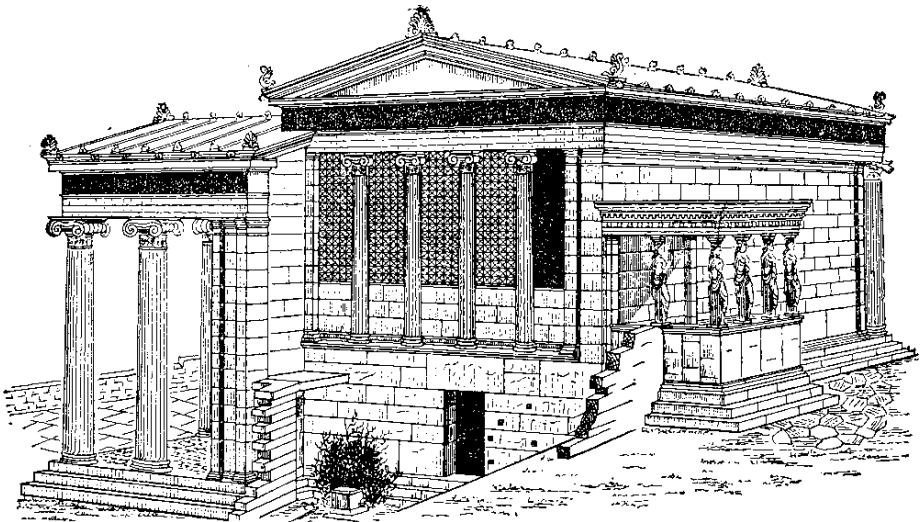


Рис.2.6. Афіни. Ерехтейон 421-406 рр. до н.е.

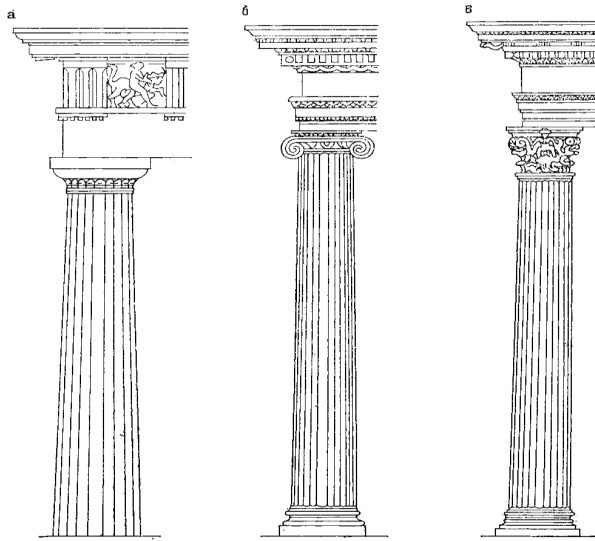


Рис. 2.7 Ордера в Древній Греції: а - доричний; б - іонічний; в - коринфський

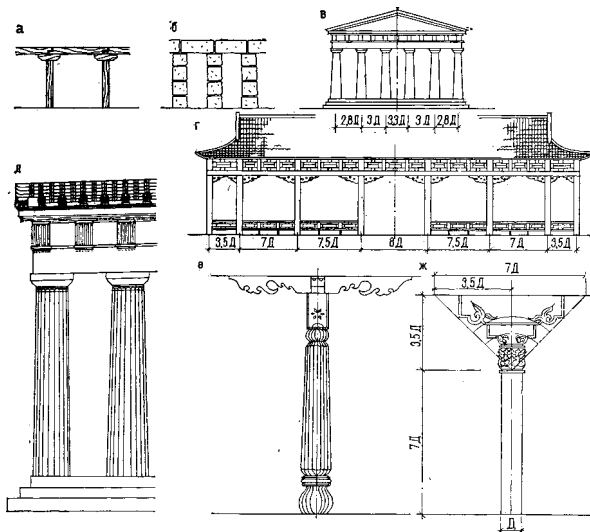


Рис.2.8. Конструкції тектонічне рішення стійко-балкових систем: а дерев'яна конструкція; б - кам'яна конструкція; в - античний кам'яний портик; г - середньовічний дерев'яний портик; д - дерев'яний

ордер Середньої Азії; ж - дерев'яний ордер в архітектурі Монголії та Китаю

Римська епоха висунула перед будівельниками безліч практичних задач, вирішення яких вимагало узагальнення досвіду. Зберігся перший трактат з архітектури: "Десять книг про архітектуру" Вітрувія - енциклопедія знань з архітектури та інженерної справи.

У Стародавньому Римі продовжували розвиватися стінові та стійково-балкові конструкції, а також знайшли широке застосування арки і склепіння, які стали надавати вирішальний вплив на архітектуру. Крім цегли-сирцю в практиці будівництва знайшла широке застосування обпалена цегла. Також з'явився новий матеріал, штучний моноліт, отриманий змішанням розчину з ванна і піску з кам'яним щебенем (римський бетон). Гідравлічні добавки у вигляді вулканічного піску - пуцолан зробили бетон водонепроникним і дуже міцним.

Бетонні склепіння додатково армувалися цегляними арками.

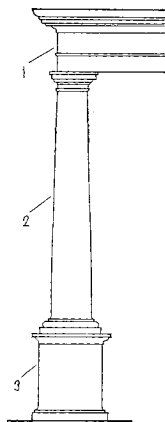


Рис.2.9 Тосканський римський ордер (за Палладіо): 1 - антаблемент; 2 - колона; 3 - п'єдестал.

В римській архітектурі знайшли застосування ордери, що розвиваються на основі грецьких зразків: тосканський, музей доричний, музей іонічний, коринфський і композитний (складний). З'явилося безліч архітектурних будівель і

ансамблів (форум імператора Траяна, арка Тита, арка Костянтина, Колізей, акведук Марція та ін.). Римська епоха висунула новий Тосканський ордер (рис. 2.9.).

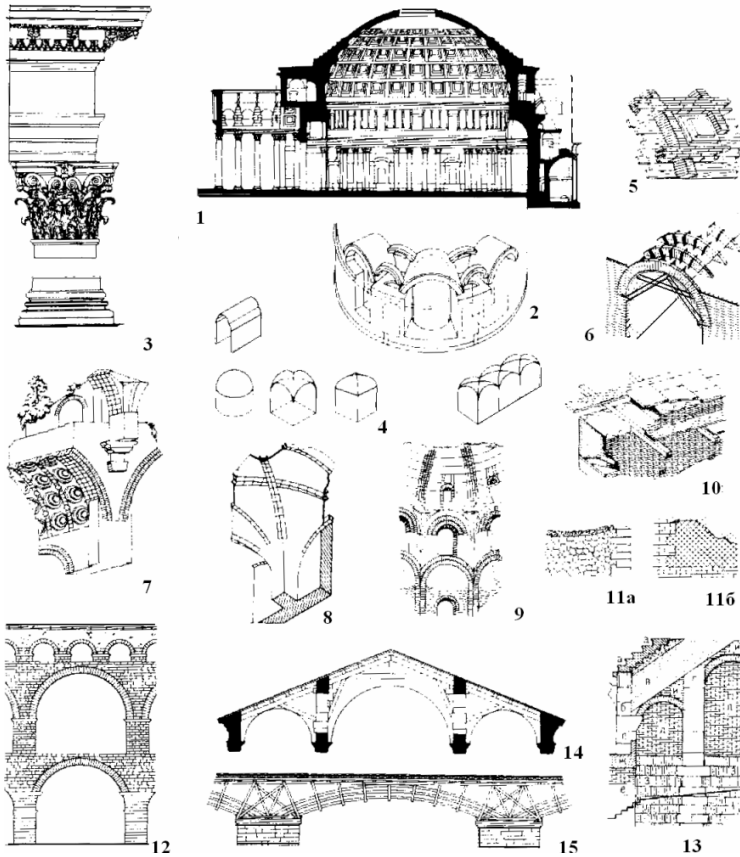


Рис. 2.10. - Конструкції в архітектурі Стародавнього Риму

1 – 3 розріз, конструктивна схема ротонди та ордер портика Пантеона в Римі (125 р.); 4 – основні види склепінь; 5, 6 – техніка зведення цегельно-бетонних зводів; 7 – циліндричне склепіння базилики Константина (312 р.); 8 – хрестове склепіння (терми Діоклетіана, поч. IV ст.); 9 – купольне склепіння (Мінерва Медіка, III ст.); 10 – бетонна стіна з цегельним облицюванням; 11 – засоби облицювання стін: а – інцерт; б – ретікулат; 12 – арочна конструкція з кам'яних квадратів: «насухо» (акведук в Німе, поч II ст.); 13 – змішана бетонно-кам'яна конструкція амфітеатра (Колізей, I ст.); 14 – конструкція стропил (крокв) портика

Пантеона, 125 р. (по Шуазі); 15 – дерев'яна конструкція моста Траяна (по Шуазі)

## **Будівельні прийоми і конструкції архітектури країн середньовічної Європи**

Існування в середньовічному суспільстві подвійної влади – великих феодалів і церкви – було причиною появи двох архітектурних доміант у населених пунктах: спочатку над містом домінував замок, а потім палац і єпископський палац. У XIV-XVI ст. міською доміантою стає кафедральний собор, будований на кошти усього населення міста, а в XVII ст. – будинок ратуші.

Центром раннього феодального міста була торгова площа, що з'явилася приблизно в XV в. На місці скромних будівель на площах поступово з'являлися великі будинки з вежами. На окраїнах міст виникали лікарні і монастирі.

У ряді міст будувались великі житлові будинки. Так, у Німеччині маються приклади зведення 5-6 поверхових дерев'яних житлових будинків із двосхилими дуже високими черепичними дахами. Центральна площа міста займала в середньому 1-2 га, вулиці були дуже вузькими – ширина їх не перевищувала 5-7 м.

Примітивні водопроводи і каналізація з'явилися в містах у XVI в. Місто оточувався фортечними стінами з розташуванням у них веж і воріт. Площі розміщали звичайно в найбільш високих місцях. Рельєф у середньовікових містах ніколи не вирівнювали.

Спочатку населені пункти міського типу займали площу в 5-10 га. У містах, що виникли при злитті декількох населених пунктів, проживало не більш 10 тис. жителів; площа селищ досягала 50 га. Міста, що розвивалися на місці античних міст, мали більш сприятливі умови для економічного росту. Прикладом може служити середньовічний Париж, де в XIV ст. нараховувалося до 100 тис. жителів, у той час як у Лондоні – 35 тис., а в Римі тільки 30 тис. У Венеції в період її вищого розквіту в XV ст. проживало більш 200 тис. жителів, причому значну частину населення складали торговці і ремісники. Цим і порозумівається розвиток будівництва й архітектури у Венеції в зазначений період.

Замки, культові будинки і фортечні спорудження в Європі в період раннього середньовіччя зводилися з каменю частковим використанням цегли; бетон не застосовувався – про способи його одержання будівельники епохи середньовіччя не знали. У початковий період існування феодальних держав – у IV-IX ст. будувалися в основному замки і церкви; останні розміщалися за межами фортечних стін замків і монастирів. В архітектурі цих будинків в Італії і на півдні Франції частково використовувалися прийоми візантійського будівництва і розвивалися типи римських базилік.

У середньовічній архітектурі Європи розрізняють два стилі: романський (VII-XII ст.) і готичний (кінець XII-XIV ст.). Ці стилі розвивалися приблизно в однакових суспільних умовах і тому мають відому спільність будівельних прийомів. Крім будівельних конструкцій і матеріалів загальними є типи будинків. Так, романські і готичні церкви мали в плані форму латинського хреста і внутрішні простори, розділені кам'яними стовпами на три – п'ять нефів (залів), з яких центральний неф був вище і ширше бічних. Біля вівтаря головний зал перетинається поперечним залом – трансептом. Східна частина храму, де розташований вівтар, має в плані одну, три і рідше п'ять півкіл – апсид.

Матеріалом для будівництва церков служив камінь місцевих порід у виді блоків, зв'язаних між собою вапняним розчином. Цими конструктивними прийомами і закінчується спільність стилів, у всім іншому вони різко розрізняються між собою

Романській архітектурі притаманна недосконала моделювання важких кам'яних елементів будинків. У соборах, конструкції і форми яких, родинні формам фортечних споруджень, а усередині могутніми стовпами, що несуть зводи. Невеликі, рідко розставлені вікна завершувалися напівциркульними арками.

У X-XII ст. у Європі було споруджено багато замків феодалів. Основою замка був так називаний донжон – велика квадратна чи кругла вежа в 2-3 поверхи, що була укріпленим житлом феодала. До складу замка входили житлові кімнати, параднийицарський зал, господарські приміщення, кладові з запасами продовольства, пекарня. Частина замків у Франції й особливо в Німеччині збереглася дотепер.

Прикладом романських споруджень може служити замок з подвійним поясом зміцнень у місті Каркассон на півдні Франції (рис. 3). В Італії в ту ж пору поруч з церквами будувалися дзвіниці у виді високих веж, квадратних у плані. Такі вежі називають кампанілами.

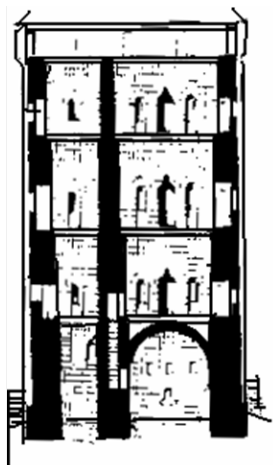


Рис. 2.11 - Середньовічні замки:

А – загальний вигляд замка Гізор (Франція), XI ст.; Б – донжон в Лоше, розріз, (IX ст.)

Готична архітектура складалася в період розвитку міських ремесел і торгівлі наприкінці XII-XIII ст. У результаті припливу в міста ремісників, що бігли від гніта феодалів, збільшувалася чисельність населення, міста економічно зміцнюлися. Крім житла у містах зводилися великі собори (висотою іноді більш 100 м) і церкви, а також оборонні зміцнення. У сільській місцевості як і раніше будувалися замки феодалів і лицарів.

Перехід від романського стилю до готичного був поступовим: початі раніше романські собори нерідко добудовувалися в дусі готики. Та сама ціль – покрити стрільчастим зводом латинську базилику – зважувалися по-різному: більш легкі й економічні конструкції. Форму стрільчастого зводу готичні зодчі запозичали зі східної (ісламської) архітектури.

Для збільшення висоти соборів несучі конструкції їх поступово удосконалилися із застосуванням міцних каменів для

колон і зводів. Вимозі висотності відповідала розроблена зодчими готики каркасна об'легчена конструктивна система будинків з їх тонкими опорами і нервюрами стрільчатих зводів. Специфічними елементами готичних конструкцій є аркбутани і контрфорси (рис. 5), віконні простінки малого перетину, пучковидні стовпи-колони, що утворюють у сполученні зроблену для того часу каркасну конструкцію будинку.

Замість масивних стін, характерних для романської архітектури, у готичних соборах стіни утворені порівняно невеликими по перетині простінками, між якими розміщалися величезні вікна. До стін примикають контрфорси, що сприймають розпір зводів собору, що увінчуюється невеликими башточками (пінаклями) з гострими завершеннями (фіалами)

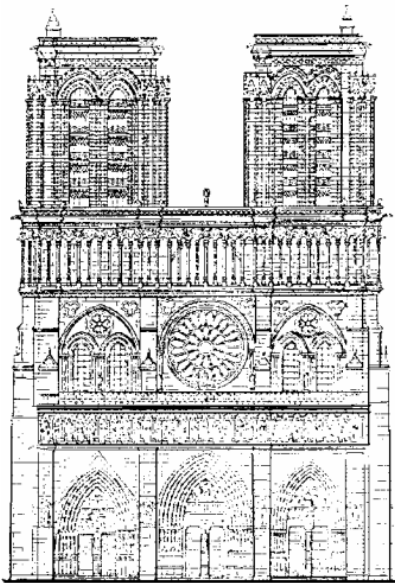


Рис. 2.12 - Собор Нотр-Дам в Парижі. Головний фасад (західний)

Зводи у всіх готичних спорудженнях мають стрільчасту форму (рис. 2.13). Підвищений профіль стрільчастих арок сприяв зменшенню розпору зводів. Гурти чи нервюри зводів являють собою взаємно перехресні криволінійні тяги-ребра, що починаються безпосередньо від капітелей опорних колон (рис. 6). Гостра арка, що спирається тільки з двох сторін на пучки стовпів,

була б, на відміну від напівкруглої, хитливої. Було потрібно зміцнити її, зрівноваживши силу розпору і силу ваги. Цю головну роботу і виконують винесені назвні могутні контрфорси за допомогою аркбутанів – перекидних арок, перекинутих на контрфорси від п'яти зводу. Аркбутани створюють середній, діагональний тиск .

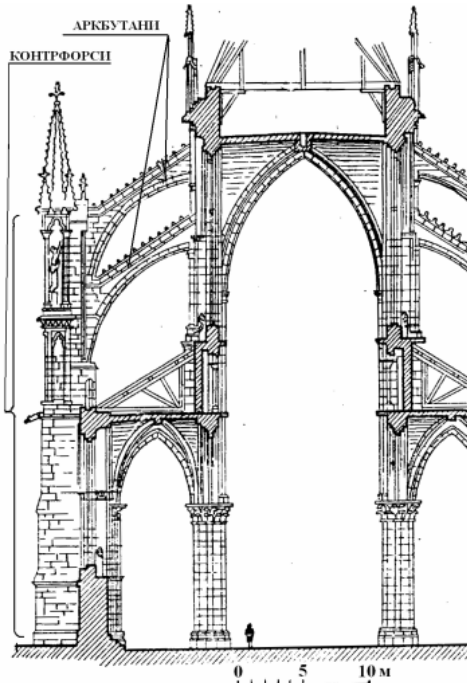


Рис. 22 - Готична конструктивна система (контрфорси та аркбутани)

Головним досягненням готичного будівництва є розробка полегшеної каркасної системи, просторих і високих склепінних залів, дивна зухвалість інженерної думки при зведенні ажурних наметів величезної для того рівня техніки висоти (у Кельнському соборі – більш 150 м). Будівельники Франції і Німеччини досягли дуже великої художньої виразності як у силуетах соборів, так і в їхній молельних залах, освітлюваних через кольорові скла – вітражі.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ

1. Назвіть три основні типи мегалітичних споруд та поясніть конструктивну різницю між ними.

2. Яка конструктивна система була домінуючою у монументальному зодчестві Стародавнього Єгипту?

3. У чому полягає сутність архітектурного ордера як конструктивної системи?

4. Який новий будівельний матеріал та яка конструктивна форма дозволили римлянам, на відміну від греків, перекривати величезні прольоти без проміжних опор?

5. Яким чином вирішувалася проблема розпору склепінь у романській архітектурі?

6. Опишіть роботу готичного каркасу: яку функцію виконували нервюри (ребра склепіння) та аркбутани (зовнішні напів-арки)?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

# ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

### Основні несучі конструкції будівель.

Будівля - надземне спорудження, що має внутрішній простір, призначене для задоволення тих чи інших потреб людського суспільства (житлові будинки, школи, театри та ін.)

Інженерні споруди - споруди, які не мають внутрішнього простору, підземні і підводні споруди (мости, радіощогли, греблі, набережні, станції метро та ін.).

За своїм призначенням будівлі діляться на цивільні (житлові будинки, готелі, гуртожитки), громадські (театри, магазини тощо.), промислові будинки і комплекси (будівлі, в яких виконуються виробничі або технологічні процеси), сільськогосподарські, призначені для обслуговування різних галузей сільського господарства.

Внутрішній простір будівель складається з окремих приміщень.

Приміщення - це огорожений з усіх боків єдиний простір всередині будівлі.

Приміщення, підлоги яких знаходяться на одному рівні, утворюють поверх. За кількістю поверхів будинки підрозділяються на одноповерхові, малоповерхові (1-3 поверхи), багатоповерхові (4-9 поверхів), підвищеної поверховості (10-20 поверхів) і висотні (понад 20 поверхів).

Будівля поділяється на наземну і підземну частину.

Підвал - один або більше поверхів підземної частини будівлі, приміщення, повністю заглиблене під землею.

Напівпідвальний (цокольний поверх) - архітектурна нижня частина будівлі, кілька потовщена, виступаюче підніжжя будівлі, по висоті приблизно відповідне рівню підлоги в нижньому основному поверсі.

Цоколь - приміщення, наполовину заглиблене під землею.

Надземна частина будівлі (поверх) - приміщення, підлоги яких перебувають на одному рівні.

Висота поверху - відстань від рівня підлоги нижчерозміщеного до позначки підлоги вищерозміщеного поверху.

Горище - простір між дахом і покриттям.

Мансарда - горищне приміщення під двосхилим, з переломом, дахом, що використовується як житлове або господарське приміщення.

Мезонін - надбудова над середньою частиною невеликого житлового будинку, верхній поверх мезоніна часто має балкон або терасу над головним портиком.

Несучий кістяк будівлі – це комбінація елементів конструкцій, що забезпечує його геометричну незмінність, експлуатаційну міцність та стійкість.

У несучому кістяку будівлі виділяють такі конструктивні елементи:

- вертикальні – колони, стійки, стовпи, стіни, фундаменти;
- горизонтальні – покриття, перекриття;
- зв'язкові – діафрагми жорсткості

3. Класифікація несучих кістяків будівель Види вертикальних опор:

- стрижневі (стовпи, стійки, колони),
- площинні (стіни)

Типи несучих кістяків:

У безкаркасному, або стіновому, несучому кістяку вертикальними опорами є стіни.

- будинки з великих панелей;
- будинки з об'ємно-просторових блоків;
- будинки з монолітного залізобетону;
- будинки з цегляної кладки.

План будівлі з безкаркасним несучим кістяком:

- 1– несучі стіни (основна навантаження від перекриття, даху та ін.);
- 2– внутрішня поперечна стінка – діафрагма жорсткості; (верхня та нижня стіна – у продовжньому напрямку, вісь 2, ліва та права стіна – у поперечному)
- 3– плити перекриття;
- 4– самонесуча стіна

У каркасному несучому кістяку балки спирають на колони, у тому числі розташовані біля зовнішніх стін будівлі.

Зовнішні стіни - навісні або самонесучі. Самонесучі стіни спираються на власний фундамент.

У каркасному несучому кістяку балки спирають на колони, у тому числі розташовані біля зовнішніх стін будівлі.

Зовнішні стіни - навісні або самонесучі. Самонесучі стіни спираються на власний фундамент.

План будівлі з каркасним несучим остовом:

1 – колони;

2 – ригелі;

3 – діафрагма жорсткості; 4 – плити перекриття;

5 – навісні стіни

При змішаному несучому кістяку балки спираються на колони каркаса і несучі стіни.

Такі будинки ще називають будинки з неповним каркасом.

### **Будівельні прийоми конструювання в архітектурі.**

В основі всіх будівельних прийомів лежить одне фундаментальне завдання: передача навантажень (власної ваги будівлі, ваги людей, снігу, вітру) на ґрунт основи. Залежно від того, як саме вирішується це завдання, виділяють три базові конструктивні системи.

1. Стінова (масивна) система

Це найдавніший та інтуїтивно зрозумілий прийом конструювання. Його логіка базується на тому, що огорожуючі елементи (стіни) є одночасно і несучими.

Принцип роботи: Навантаження від перекриттів та даху розподіляється рівномірно по всьому периметру стін. Матеріал стіни працює переважно на стиск.

Матеріали: Камінь, цегла, керамічні блоки, дерево (зруб), монолітний бетон.

Архітектурні наслідки: Масивна система диктує свої правила планування. Оскільки стіни несуть вагу, їх не можна довільно прибирати чи пересувати. Віконні та дверні отвори послаблюють конструкцію, тому в традиційній стіновій архітектурі вони мають

обмежені розміри (згадайте романські храми з товстими стінами та вузькими вікнами).

Сучасне застосування: Широко використовується в житловому будівництві (котеджі, багатоквартирні будинки середньої поверховості) завдяки хорошій звуко- та теплоізоляції масивних стін.

## 2. Каркасна система

Революційний перехід до каркаса відбувся, коли будівельники навчилися розділяти функції "нести" і "захистити".

Принцип роботи: Несучу функцію виконує "скелет" (каркас), що складається з вертикальних стійок (колон) та горизонтальних ригелів (балок). Стіни перетворюються на легкі мембрани або заповнення, які лише захищають від холоду та шуму, але нічого не тримають.

Матеріали: Дерево (фахверк), сталь, залізобетон.

Архітектурні наслідки: Каркас подарував архітекторам "вільне планування" (один з 5 принципів Ле Корбюзьє). Оскільки стіни не несуть навантаження, внутрішні перегородки можна ставити як завгодно. Фасад може бути повністю скляним (стрічкове скління), оскільки він більше не тримає дах. Це система для хмарочосів, офісних центрів та павільйонів.

## 3. Просторові (оболонкові) системи

Якщо стінова та каркасна системи працюють за лінійною логікою (балка лежить на стійці), то просторові системи працюють усією своєю поверхнею. Форма тут стає конструкцією.

Принцип роботи: Навантаження розподіляється не по лініях, а розтікається по криволінійній поверхні. Це дозволяє перекривати величезні прольоти без внутрішніх опор, використовуючи мінімум матеріалу (ефект ячної шкаралупи).

Види: Склепіння, куполи, арки, вантові (висячі) покриття, тентові мембрани.

Архітектурні наслідки: Цей прийом використовується для створення унікальних, знакових споруд — стадіонів, аеропортів, виставкових залів, соборів. Архітектор тут працює зі складною геометрією, де зміна кривизни поверхні змінює її несучу здатність.

Змішані та комбіновані системи

У реальному проектуванні "чисті" системи зустрічаються рідше, ніж комбіновані. Найпоширенішою сьогодні є каркасно-монолітна схема з діафрагмами жорсткості. У ній основне навантаження несуть колони, але ліфтові шахти та сходові клітки виконуються у вигляді потужних бетонних "ядер", які забезпечують стійкість будівлі проти вітру та сейсмічних коливань.

Також варто згадати об'ємно-блокове конструювання (модульне будівництво), де конструктивним елементом є не окрема цеглина чи колона, а ціла готова кімната (блок), виготовлена на заводі. Це вершина індустріалізації будівництва.

Висновки для студента Вибір прийому конструювання — це стратегічне рішення архітектора.

Хочете відчуття захищеності, монументальності та ізольованості кімнат? Обирайте стінову систему.

Потрібен простір, світло, гнучкість планування та висотність? Ваш вибір — каркас

Необхідно перекрити ринок чи стадіон і вразити формою? Використовуйте просторові оболонки.

Розуміння того, як працює обрана вами система, дозволяє уникнути "архітектурної брехні" — коли декорації приховують реальну структуру будівлі, замість того щоб естетично її підкреслювати.

### **Вимоги до будівель.**

До будівель незалежно від їхнього функціонального призначення пред'являються загальні вимоги:

- технічні - забезпечення захисту приміщень від впливу довкілля, достатні міцність, стійкість, довговічність;

- протипожежні - забезпечення можливості конструктивних елементів будівель зберігати при пожежі несучі та огорожувальні здібності;

- естетичні — формування зовнішнього вигляду будівлі та навколишнього простору за рахунок певного вибору будівельних матеріалів, конструктивної форми, колірної гами;

- економічні - забезпечення мінімальних наведених витрат (зменшення витрат праці, матеріалів, термінів будівництва та експлуатаційних витрат).

Ці вимоги для кожного виду будівель та його приміщень встановлюються державними будівельними нормами (ДБН) – основним державним документом, що регламентує проектування та будівництво будівель та споруд в Україні.

### **Навантаження і впливи на будівлю.**

Технічні вимоги до будівель визначаються забезпеченням захисту приміщень від впливу зовнішнього середовища, достатньої міцності, стійкості, довговічності та вогнестійкості несучих конструкцій і всієї будівлі

Ці дії на будівлю поділяють на силові і несилові (вплив середовища) Вплив:

- Силовий
- Несиловий

Силові ми вивчаємо на констр, сопроматі, теор мехі, а несилові на буд фізиці

Силові навантаження:

- Постійні (навантаження від власної маси елементів будівлі)
- Тимчасові (маси устаткування, людей, снігу, навантаження від дії вітру)
- Особливі (сейсмічні навантаження, впливи в результаті аварії устаткування і т. п.))

До несилових відносять температурні впливи (викликають зміна лінійних розмірів конструкцій), впливу атмосферної і ґрунтової вологи (викликають зміна властивостей матеріалів конструкцій), рух повітря (зміна мікроклімату в приміщенні), вплив променистої енергії сонця (викликають зміна фізико-технічних властивостей матеріалів конструкцій), вплив агресивних хімічних домішок, що містяться в повітрі (можуть привести до руйнування конструкцій), біологічні впливи (викликані мікроорганізмами або комахами, прртводящіє до руйнування конструкцій), вплив шуму від джерел усередині чи поза будинком, що порушують нормальний акустичний режим приміщення.

Слід пам'ятати, що вплив на конструкції всіх навантажень

починається з моменту їх виготовлення, триває при транспортуванні, в процесі зведення будинку і його експлуатації.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ**

1. Класифікуйте основні конструктивні елементи будівлі на вертикальні та горизонтальні несучі конструкції.
2. Порівняйте стінову та каркасну конструктивні системи. У якому випадку огорожуюча конструкція (стіна) є несучою, а в якому — лише самонесучою або навісною?
3. Що таке просторова (оболонкова) конструктивна система і в чому полягає її головна відмінність від площинних систем (стійково-балочних) з точки зору розподілу навантажень?
4. Перелічіть основні групи вимог до будівель (функціональні, технічні, економічні, естетичні)?
5. Як поділяються навантаження на будівлю за тривалістю дії?
6. У чому різниця між силовими (механічними) та несиловими (фізико-хімічними) впливами зовнішнього середовища на будівлю?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4

### ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.

#### **Основні підходи до проектування підземної частини будівель і споруд.**

Основи будівель - шар ґрунту, що безпосередньо сприймає навантаження від фундаментів будівлі і що перерозподіляє їх в своїй товщі.

Основа – масив ґрунту під фундаментом, що сприймає вагу від споруди та всі навантаження. Основа може бути природною (звичайний ґрунт, що використовується без попередньої підготовки) і штучним (виконується заміною ґрунту або зміною його властивостей).

Фундамент – заглиблена в ґрунт конструкція, призначена для сприйняття навантажень від надземної частини будівлі та споруди та передачі їх на основу.

Глибина залягання фундаментів залежить від несучої здатності основи, від кліматичного району будівництва (глибини промерзання), рівня ґрунтових вод, структури ґрунту, наявності підвалів тощо.

Ґрунт - будь-яка гірська порода або ґрунт, представляючий собою багатоконпонентну систему, що змінюється в часі і використовується як основа, середа або матеріал для зведення будівель або споруд.

Ґрунт, здатний у своєму природному стані витримати навантаження від будівлі, називається природною основою.

Якщо ґрунт не сприймає навантаження від будівлі, зазнає великих деформації, його зміцнюють, тоді він називається штучною основою.

За своїм мінералогічним і хімічним складом, структурою та характером нашарування ґрунти бувають: скельні, крупнообломочні, піщані і глинисті.

Перед початком будівництва на будівельному майданчику проводяться геологічні вишукування. На ділянці, призначеному для будівництва, бурять свердловини глибиною від 6 до 15 м і відбирають зразки ґрунту (моноліти).

Основні фізичні та механічні характеристики ґрунтів визначають в лабораторіях.

Штучні основи влаштовуються з допомогою наступних методів:

- механічне поверхнєве або глибинне ущільнення,
- силікатизації ґрунтів основи, засноване на застосуванні силікатних розчинів та їх похідних, які при з'єднанні з коагулянтном утворюють гель кремнієвої кислоти, цементуючий частки ґрунту. Закріплений ґрунт має міцність на стиск 2-5 МПа.

Силікатизація була передбачена у всій товщі просадочних ґрунтів до покрівлі щільних непросадних червоно-бурих глин під всіма фундаментами несучих стін будівлі.

### **Основи і фундаменти.**

Фундаменти сприймають усі навантаження, що виникають у надземних частинах, і передають тиск від цих навантажень на підставу.

Робота фундаментів протікає в умовах, що постійно змінюються і під впливом великих навантажень, тому до їхньої якості пред'являють підвищені вимоги. Матеріали, з яких роблять фундаменти, повинні мати високу морозостійкість, механічною міцністю, довговічністю і не руйнуватися під агресивним впливом ґрунтових вод. Таким якостям відповідають такі матеріали, як бутобетон, бетон, залізобетон

По характеру конструктивного рішення й особливостям виконання розлічають наступні типи фундаментів:

а) стрічкові, що складаються з безперервної в плані стінової опори під усією

довжиною навантаженої стіни будинку (рис. 1);

б) стовпчасті або окремостоячі, що являють собою ряд (рис. 2);

в) пальові, що влаштовуються з паль, що опускаються в ґрунт (рис. 4); г) суцільні або плитні, що складаються з загальної фундаментної плити, приймаючій ваги всього будинку або спорудження в цілому (рис. 3).

За технологією зведення фундаменти розділяються на монолітні і збірні; по величині заглиблення – на фундаменти дрібного закладення (менш 2 м) і глибокого (більш 3 м).

Глибина закладення фундаментів призначається в залежності від об'ємно-планувального і конструктивного рішення будинку, величини і характеру навантажень, геологічних характеристик ґрунту, гідрогеологічних і кліматичних умов.

Глибина закладання фундаменту повинна відповідати глибині залягання того шару ґрунту, якість якого можна прийняти за природну підставу для даного будинку.

### Стрічкові та стовпчасті фундаменти.

При будівництві цивільних будинків застосовують фундаменти стрічкові (суцільні і переривчасті) (рис. 4.1.), стовпчасті (під окремі стовпи і колони) (рис. 4.2.), і плитові масивні у вигляді суцільних або ребристих плит.

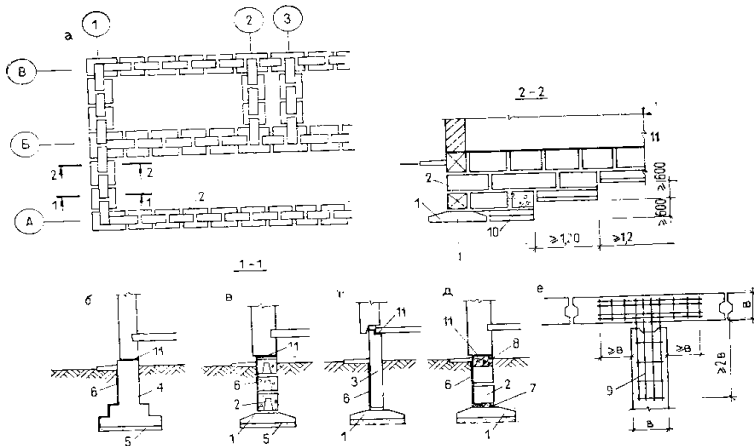


Рис.4.1. Стрічкові фундаменти: а - фрагмент плану збірних фундаментів з бетонних блоків, січення фундаментів: б - з монолітного бетону; в - з пустотілих бетонних блоків; г - панельні; д - збірно-монолітні; е - армування горизонтальних швів у місцях пересікання збірних стінових фундаментних блоків: 1 - залізобетонна збірна фундаментна плита (подушка); 2 - бетонний блок; 3 - цокольна панель; 4 - монолітний бетон (бутобетон); 5 - піщана подушка; 6 - обмазочна гідроізоляція; 7 - армований шов; 8 - залізобетонний монолітний пояс; 9 -

арматурна сітка; 10 - бетонна монолітна ділянка; 11 -  
горизонтальна гідроізоляція

Стрічкові фундаменти бувають збірними і монолітними. Збірні стрічкові фундаменти виконують із залізобетонних плит-подошшок і бетонних стінових блоків. На міцних сухих ґрунтах влаштовують переривчасті стрічкові фундаменти, в яких плити-подошки укладають з розривами.

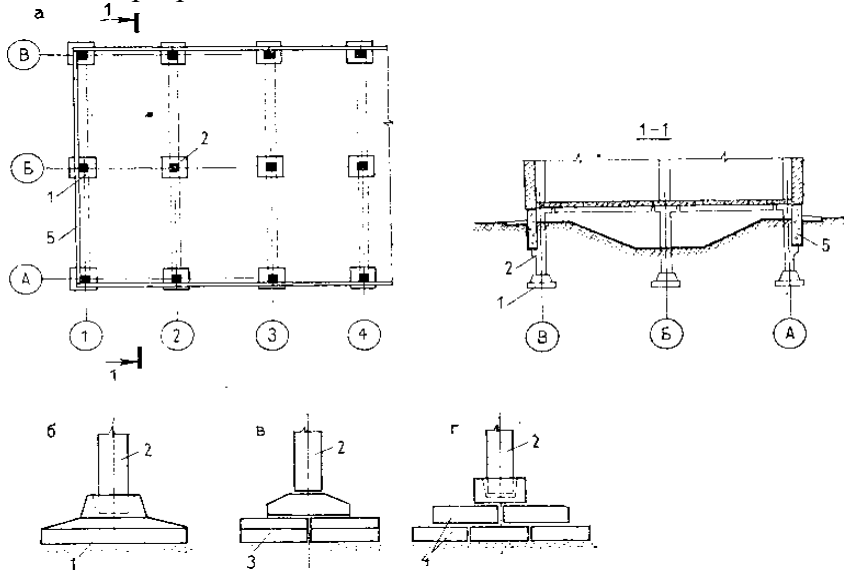


Рис.4.2. Стовпчасті фундаменти: а - фрагмент плану стовпчастих фундаментів; б - фундаментний блок стаканного типу; в - залізобетонні блоки стрічкових фундаментів; г- блок-стакан та залізобетонні плити: 1 - блок-стакан; 2 - колона; 3 - залізобетонна фундаментна подушка; 4 - залізобетонна плита; 5 - цокольна панель

Монолітні фундаменти виконують з каменю, бута, бетону, бутобетону.

Стовпчасті фундаменти застосовують в каркасних будинках різної поверховості або у малоповерхових будинках (каркасних або безкаркасних).

Вони можуть бути у вигляді монолітних і збірних конструкцій. Монолітний стовпчастий фундамент являє собою

східчасту конструкцію з підколони́ком і стаканом для встановлення колон. Стовпчасті фундаменти збірного типу складаються з залізобетонної фундаментної подушки, підколони́ка і стакану для встановлення колон.

Суцільні плитні фундаменти складаються з загальної фундаментної плити, сприймаючої вагу всієї будівлі в цілому. Різновидом суцільних фундаментів є круглі, кільцеві, ребристі і коробчаті конструкції (рис. 4.3).

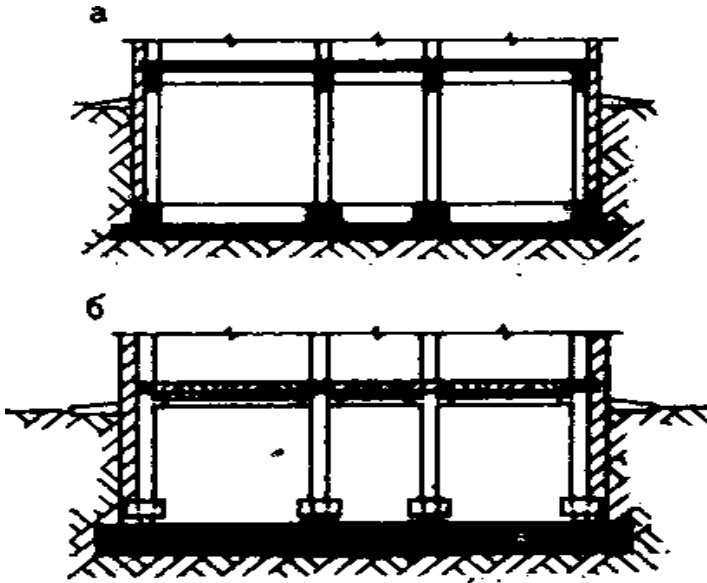


Рис. 4.3. Суцільні плитні фундаменти: а - у виді ребристої залізобетонної плити; б - у виді суцільної залізобетонної плити

### Пальові фундаменти.

Паля - конструктивний елемент, передає навантаження від ростверку на нижні ґрунти основи.

Палі класифікуються по ряду ознак:

- по технології виготовлення (забивні, збірні забивні, буронабивні, буроопускні та задавлювані),

- по геометричним характеристикам: палі з постійним поперечним перерізом (призматичні, плоскі, круглі, порожнисті, таврового перетину), палі з мінливим поперечним перерізом (конусні, пірамідальні, козлові) (рис.4.5)

Пальові фундаменти влаштовують при будівництві на слабких сильностискаючих водонасичених ґрунтах, а також при передачі на основи великих навантажень від колон і стін багатопверхових будинків(рис.4.4) . В залежності від величини навантажень, що передаються на ґрунт основи і механічних властивостей ґрунтів, палі під стіни розміщують в один, два ряди або в шаховому порядку. Під колони влаштовують кущі паль. Відстань між суміжними палями призначають не менше трьох товщин паль. Палі розміщують обов'язково під всіма кутами будівлі і в точках перетину осей стін. Для забезпечення рівномірної передачі навантажень від стін на палі на верхні кінці останніх укладають монолітні або збірні залізобетонні ростверки. При наявності підвалу або технічного підпілля під всім будинком позначки підлоги підвалу поєднують з верхом ростверку під зовнішні й внутрішні стіни.

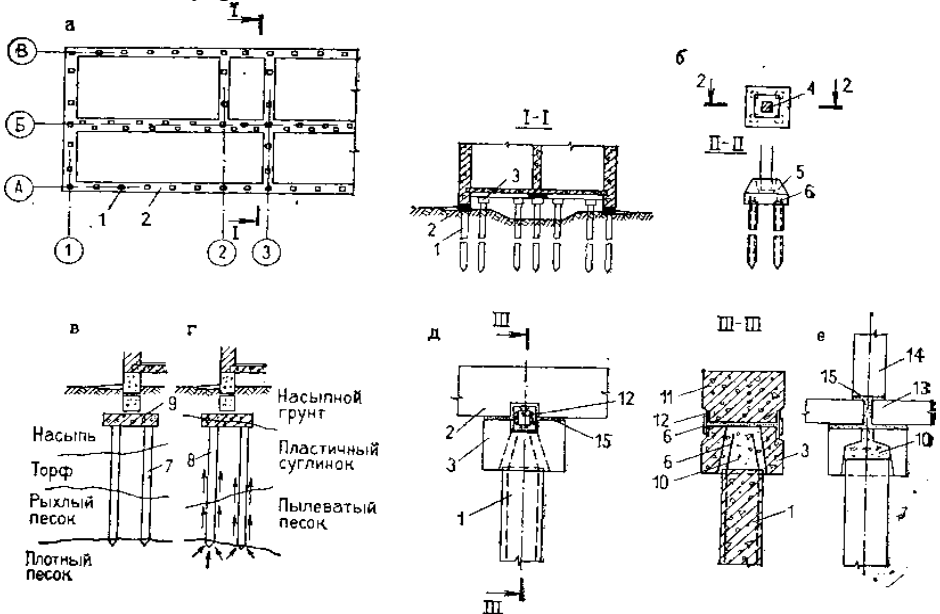


Рис. 4.4 Пальві фундаменти: а - фрагмент плану пальвих фундаментів; б - фундамент під колону; в - фундамент на палях-стійках; г - фундамент наисячих палях; е - деталь пальового фундаменту без ростверку: 1 - паля; 2 - ростверк; 3 - оголовок палі; 4 - колона; 5 - монолітний росверк стаканного типу під колону; 6 - армування палі; 7 - паля-стійка; 8 -исяча

паля; 9 - монолітний ростверк; 10 - монолітна ділянка; 11 - закладна деталь; 12 - стальна накладка; 13 - панель перекриття; 14 - панель стіни; 15 - цементний ростверк

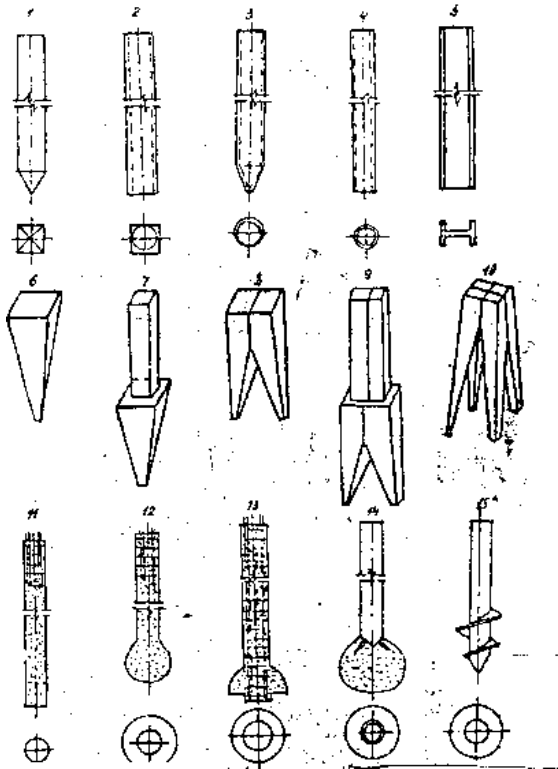


Рис. 4.5 Види паль: 1-5- забивні з постійним поперечним перерізом; 6-7- пірамідальні; 8-10-козлові; 11-13- набивні; 14 - кумфлетні; 15 – гвинтові.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ

1. Які три ключові фактори визначають глибину закладання фундаменту? Поясніть, як на це рішення впливають глибина промерзання ґрунту, рівень ґрунтових вод та конструктивні особливості будівлі (наприклад, наявність підвалу).

2. У чому полягає принципова різниця між поняттями «фундамент» та «основа»? Опишіть відмінність між природною та штучною основою.

3. Для якої конструктивної системи будівлі (стінової чи каркасної) найбільш доцільно використовувати стрічкові фундаменти? Назвіть переваги та недоліки збірних стрічкових фундаментів порівняно з монолітними.

4. У яких випадках проектуються стовпчасті фундаменти?

5. Як класифікуються палі за характером передачі навантаження на ґрунт? Поясніть різницю в роботі паль-стійок та висячих паль (паль тертя).

6. Що таке ростверк, яку функцію він виконує у складі пальового фундаменту та які існують види ростверків за типом матеріалу і висотою розташування?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5

### ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.

#### Цокольна частина будівлі і стіни підвалу.

Цокольна частина будівлі – частина стіни від фундаментів до позначки перекриття над підвалом або до рівня чистої підлоги першого поверху.

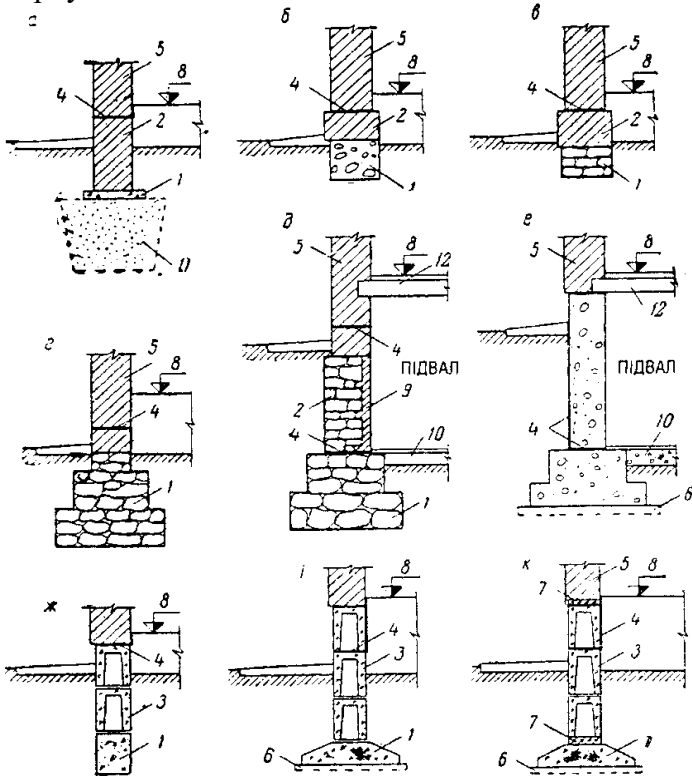


Рис. 5.1 Стрічкові фундаменти: а - піщана подушка; б - бутобетонний; в - бутовий; г - бутовий з уступами; д - бутовий у будинку з підвалом; е - бутобетонний з підвалом; ж, і, к - збірні: 1 - монолітний або збірний фундамент; 2 - фундаментна стіна; 3 - фундаментний стіновий блок; 4 - гідроізоляція; 5 - стіна підземної частини будинку; 6 - шар піску або щебеню товщиною 50-100 мм; 7 - арматурний пояс; 8 - рівень підлоги першого поверху; 9 - цегляне облицювання; 10 - підлога підвалу; 11 - піщана подушка; 12 - надпідвальне перекриття.

Цокольна частина будівлі захищає підвал, створюючи в ньому позитивні температури, забезпечуючи провітрювання підвального підпільного приміщення. Висоту цоколя приймають не менш 1,90 м для будівель з технічним підпіллям і не менш 2,00 м для підвалів, при цьому верхня позначка стіни підвалу повинна бути не менше ніж на 0,20 м вище позначки рівня землі.

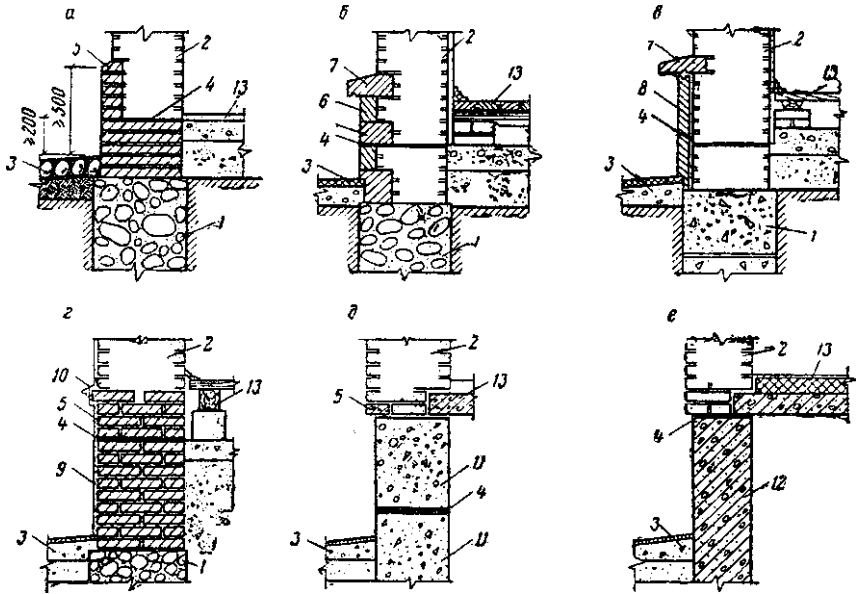


Рис. 5.2. Тип конструкцій цоколя: а - обкладений цеглою; б - обкладений камінними блоками; в - обкладений плитами; г - оштукатурений; д - з бетонних блоків; е - з залізобетонних панелей; 1 - фундамент; 2 - стіна; 3 - відмощення; 4 - гідроізоляція; 5 - цегла; 6 - цокольні кам'яні блоки; 7 - бортові цокольні камені; 8 - облицювальні плити; 9 - штукатурка; 10 - покрівельна сталь; 11 - бетонний блок; 12 - панель фундаментної стіни; 13 - конструкція підлоги першого поверху

Відстань від верхньої позначки стіни підвалу до рівня землі становить розмір цокольної частині будівлі. Якщо цокольну частину будівлі виконують з бетонних блоків, то їх встановлюють на розчині по змонтованим подушкам фундаментів і вони працюють на стиск, а також піддаються бічному тиску ґрунтів. Форма блоків прямокутна з елементами вертикальних пазів для

з'єднання їх на розчині. Клас бетону для блоків стін підвалу повинен бути не менше С8/10(рис. 5.1 і рис. 5.2).

### **Несучі стіни підземної частини будівель.**

Підвали у малоповерхових будинках, як правило, мають невелику глибину, тому стінами підвалів служать звичайні стрічкові фундаменти, заглиблені на необхідну глибину.

Гідроізоляція стін і підлоги підвалу (рис.5.2).

При гідроізоляції підвалу застосовують три типи гідроізоляції: обмазувальну, обклеювальну і облицювальну.

Обмазувальну гідроізоляцію застосовують в сухих і маловологих ґрунтах.

Вертикальні зовнішні поверхні стін обмазують бітумною мастикою за два рази. Підготовку під підлогу підвалу виконують з важкого бетону. Підлогу роблять із вологостійких матеріалів (цементного розчину складом 1:2, асфальту). При рівні підземних вод вище підлоги підвалу створюється гідростатичний тиск (напір води), величина якого залежить від різниці між рівнем підлоги підвалу і підземних вод.

При невеликому тиску (0.1- 0.2 м) вертикальна гідроізоляція виконується у вигляді обмазки. По бетонній підготовці підлоги влаштовують гідроізоляційний шар у вигляді обмазки бітумною мастикою за два рази або настиляють шар асфальту. По гідроізоляції роблять захисну цементну стяжку і укладають конструкцію чистої підлоги.

При великому тиску (0.2-0.8 м) з'являється небезпека спливання підлоги підвалу В цьому випадку конструкцію підлоги збільшують двома шарами бетонної підготовки товщиною 100-150 мм. Між ними влаштовують обклеювальну гідроізоляцію з 2-3 шарів обклеювального матеріалу (руберойду, гідроізолу та ін.) із захисною стяжкою. Не перериваючись, гідроізоляція проходить через стіни підвалу і піднімається вертикально по зовнішніх поверхнях стін до висоти, що перевищує на 0,5 м рівень підземних вод. Для захисту рулонного килима від механічних ушкоджень при засипанні котловану передбачають захисну стінку з глиняної цегли товщиною 120 мм. При більшому натиску води (перевищує 0,8 м) застосовується залізобетонне днище підвалу або облицювальна

гідроізоляція - металевий кесон (ящик), виконаний по всьому внутрішньому контуру підвалу.

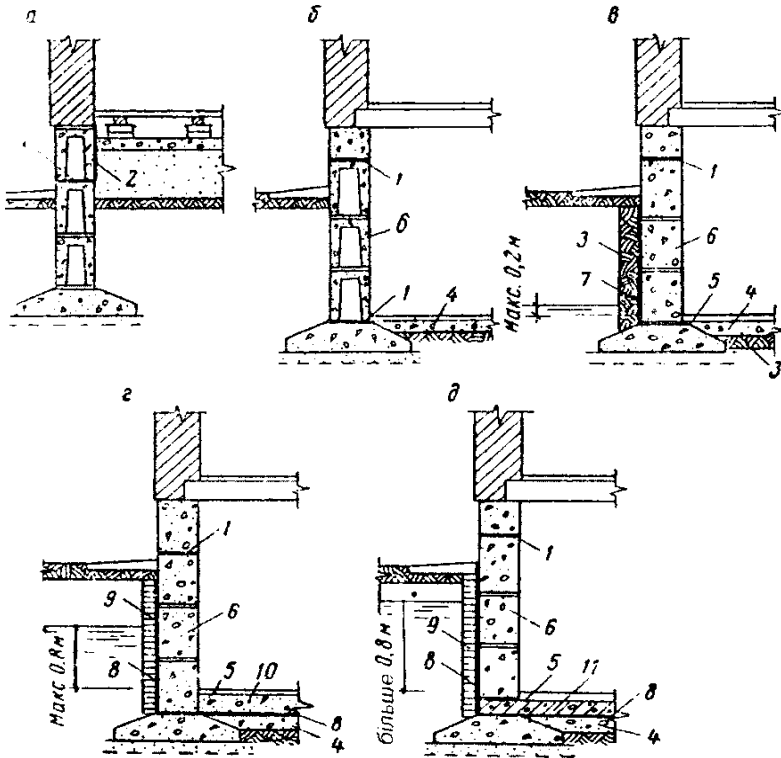


Рис. 5.3. Ізоляція будинку від ґрунтової вологи: а,б - гідроізоляція за відсутності напору підґрунтових вод; в,г,д - те ж, при напорі підґрунтових вод; 1 - горизонтальна гідроізоляція; 2 - вертикальна гідроізоляція; 3 - м'ята масна глина; 4 - бетонний підмуровок; 5 - чиста підлога; 6 - стіна підвалу; 7 - обмазка гарячим бітумом; 8 - гідроізоляційний килим; 9 - захистна стінка; 10 - бетон; 11 - залізобетонна плита

### Елементи підземної частини будівель – прямки, пандуси

Прямки влаштовуються із зовнішньої сторони стіни, що забезпечують додатковий простір перед світловими або завантажувальними прорізами у підземній частині стіни (рис. 5.4).

Пандус - похилий придворовий або міжповерховий зв'язок з гладкою поверхнею. Ухил пандуса порівняно невеликий (до 10 %).

Пандуси можуть бути одно-, двомаршові, прямо- і криволінійні в плані. Конструкції пандусів складаються з косоурів, по яким укладаються збірні залізобетонні плити. Чиста підлога пандуса повинна бути неслизькою (релин, асфальт, мастичні підлоги).

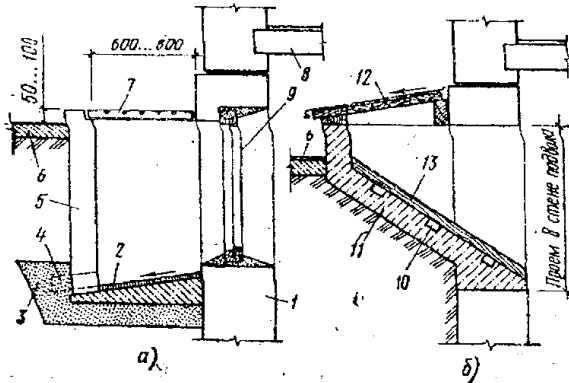


Рис. 5.4. Прямок біля стін підвалу: а - світловий; б - завантажувальний; 1 - стіна підвалу; 2 - вологостійка підлога з ухилом; 3 - щербінь; 4 - труба для випуску води; 5 - стіна прямоку; 6 - вимощення; 7 - сталева захистна решітка; 8 - плита перекриття; 9 - віконний блок; 10 - антисептовані лігари; 11 - бетон; 12 - водонепроникна кришка прямоку з ухилом; 13 - дощатий настил.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ

1. Які існують три основні типи вирішення цоколя по відношенню до площини зовнішньої стіни ?

2. Яке специфічне навантаження (крім вертикального від ваги будинку) сприймають стіни підвалу? Як це впливає на вимоги до матеріалу стін ?

3. Поясніть різницю між функціями горизонтальної та вертикальної гідроізоляції?

4. Для чого проектуються світлові прямоку?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6

### ЗОВНІШНІ І ВНУТРІШНІ ВЕРТИКАЛЬНІ НЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ.

#### Принципи проєктування несучого каркасу будинків і його елементів.

Проектування несучого каркасу — це, по суті, створення маршрутної карти для сил природи. Гравітація тягне будівлю вниз, вітер штовхає її в бік, сейсмічна активність намагається розхитати основу. Головне завдання архітектора та конструктора — створити таку просторову систему, яка організовано збере всі ці навантаження і безпечно передасть їх на ґрунт основи.

1. Принцип геометричної незмінюваності та просторової жорсткості Несучий каркас не може бути набором розрізнених елементів. Це єдина просторова система. Головним принципом її проєктування є забезпечення геометричної незмінюваності. Уявіть собі звичайну табуретку. Якщо ніжки погано закріплені, вона хитається. У будівництві це неприпустимо. Каркас повинен бути жорстким. Ця жорсткість досягається двома шляхами:

-Рамна схема: Жорсткі вузли з'єднання колон і балок (ніби зварені в єдине ціле), які самі опираються вигину.

-Зв'язкова схема: Використання діафрагм жорсткості (вертикальних стін) або ядер жорсткості (ліфтових шахт), до яких "прив'язуються" гнучкі елементи каркасу.

Саме вертикальні несучі елементи, які ми будемо вивчати далі, є тими "атлантами", що забезпечують цю стабільність.

2. Ієрархія передачі навантажень Принцип конструювання будь-якого каркасу базується на чіткій ієрархії. Навантаження завжди рухається шляхом найменшого опору зверху вниз:

-Плита перекриття (горизонтальний диск) сприймає корисне навантаження (меблі, люди) і власну вагу.

-Плита передає навантаження на горизонтальні лінійні елементи (ригелі, балки) або безпосередньо на вертикальні опори (безригельний каркас).

-Вертикальні несучі елементи (колони, стіни) акумулюють всю вагу поверхів над ними.

-Фундамент приймає цю колосальну вагу і розподіляє її по ґрунту.

3. Принцип уніфікації та модульної координації Сучасне проектування каркасу неможливе без прив'язки до модульних розбивочних осей. Каркас — це ритм. Ми не розставляємо колони хаотично. Ми створюємо сітку осей (наприклад, 6x6 м, 7.2x7.2 м). Це дозволяє використовувати типізовані індустріальні елементи, спрощує монтаж і робить структуру будівлі зрозумілою. Крок вертикальних опор (відстань між ними) є критичним параметром. Він визначає "свободу" архітектора: чим більший крок, тим просторішим є інтер'єр, але тим потужнішими стають перекриття та самі опори.

4. Типологія вертикальних елементів каркасу Залежно від того, як ми вирішуємо підтримувати перекриття, каркас набуває різної форми, яку ми детально розберемо в цій лекції:

-Стійкова система (Колони): Це точкові опори. Вони дають максимальну свободу планування ,дозволяють робити скляні фасади і відкриті простори.

-Стінова система (Несучі стіни/Пілони): Це площинні опори. Вони одночасно ділять простір на кімнати і несуть навантаження. Це класичне рішення для житла, де потрібна звукоізоляція між квартирами.

-Змішана система: Комбінація колон (для відкритих зон) і стін (для жорсткості).

### **Конструктивні системи будівель та їх класифікація.**

Конструктивна система будівлі - сукупність взаємопов'язаних конструктивних елементів будівлі, що забезпечують його міцність, стійкість, рівень експлуатаційних якостей (рис. 6.1).

Безкаркасна конструктивна система при стіновому несучому остові:

- система з поздовжнім розташуванням несучих стін (розташовані уздовж довгої фасадної сторони будівлі, паралельно їй),

- система з поперечно розташованими несучими стінами (з широким кроком, більш 4.8 м, і з вузьким кроком, 4.2-4.8 м) (рис. 3.1.1 в-е),

- система з перехресним розташуванням несучих стін (перехресно-стінова система) (рис. 6.1 а).

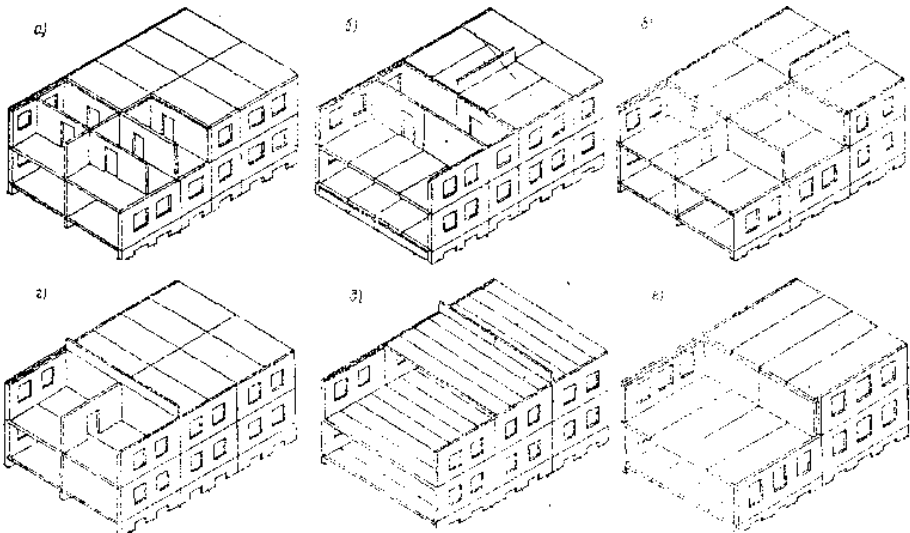


Рис. 6.1. Варіанти безкаркасної конструктивної системи: а - перехресно-стіновий з малим кроком; б - поперечно-стіновий зі змішаним кроком; в - поперечно-стіновий з великим кроком; г - поздовжньо-стіновий (трьохстінка); д - поздовжньо-стіновий (двустінка); е - поперечно-стіновий з збільшеним кроком

Скелетна система складається з окремих вертикальних і горизонтальних несучих елементів, що утворюють несучий каркас будівлі. Визначальною ознакою є розташування ригелів каркасу. Ригель - горизонтальний стрижневий елемент несучого каркасу (балка, прогін, ферма), передає навантаження від перекриття безпосередньо на стійки каркаса.

Каркасна схема з поперечним розташуванням ригелів (рис. 6.2). Каркасна схема з поздовжнім розташуванням ригелів (рис. 6.2). Каркасна схема з перехресним розташуванням ригелів (рис. 6.2). Каркасна схема з безригельним каркасом (рис.6.2).

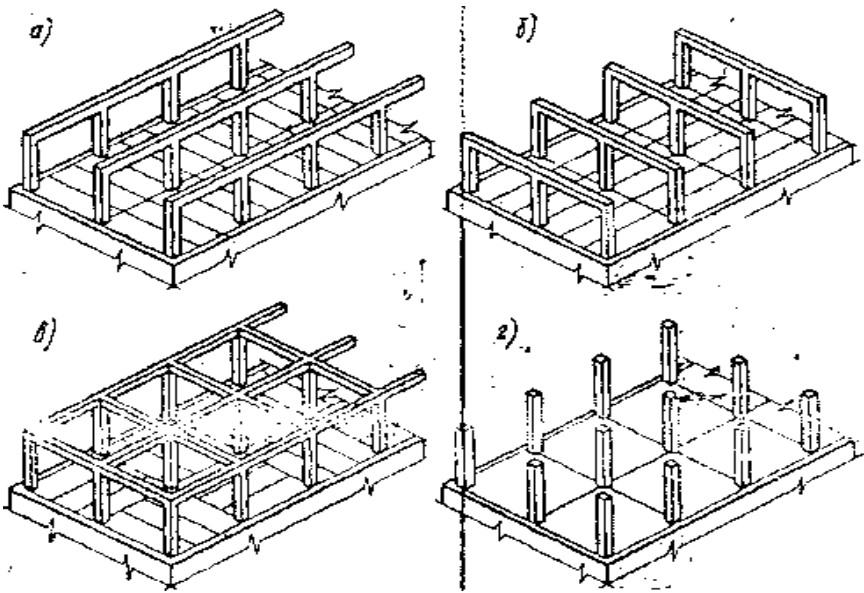


Рис. 6.2. Конструктивні системи каркасних будівель: а - з поздовжнім розташування ригелів; б - з поперечним розташування ригелів; в - з перехресним розташування ригелів; г - безригельна

Конструктивні схеми каркасів:

- рамна (вузли шарнірного з'єднання стрижнів замінені на жорсткі),

- зв'язкова (для перетворення чотирикутника у геометрично незмінну систему вводиться один діагональний стрижень, названий зв'язком). Крім окремих зв'язків застосовують також діафрагми жорсткості, ядра жорсткості і т.п.,

- рамно-зв'язкова схема вирішується у вигляді системи плоских рам, шарнірно сполучених в іншому напрямку елементами міжповерхових перекриттів. Для забезпечення жорсткості влаштовуються ґратчасті зв'язки або стінки (діафрагми жорсткості). Плоскі рами зручніше ставити поперек будівлі.

Об'ємно-блочна система. У ній передбачається суцільна розстановка об'ємних елементів, кожен з яких сприймає вагу вищерозміщених блоків і передає її разом з вищележачими блоками на нищележачий блок. Об'ємні блоки бувають блок-

кімнати, блоки на всю ширину будинку і блок-квартири.

Панельно-блокові схеми - полегшений варіант блокової схеми за рахунок виключення внутрішніх спарених стін.

Каркасно-блочна схема. У ній здійснений принцип диференціації несучих та огорожуючих конструкцій (будівлі з підвісними поверхами). Несучу функцію виконує або несучий каркас, або ядро жорсткості у вигляді сердечника баштових будівель. Каркасно-блокові будинки надають повну свободу при плануванні поверхів і вирішенні фасадів, забезпечують можливість створення поверхів-teras, виразну пластику будівлі, а також заміну окремих блоків на нові, більш досконалі, в процесі експлуатації будівель. Просторові діафрагми жорсткості наведені на рис.6.3

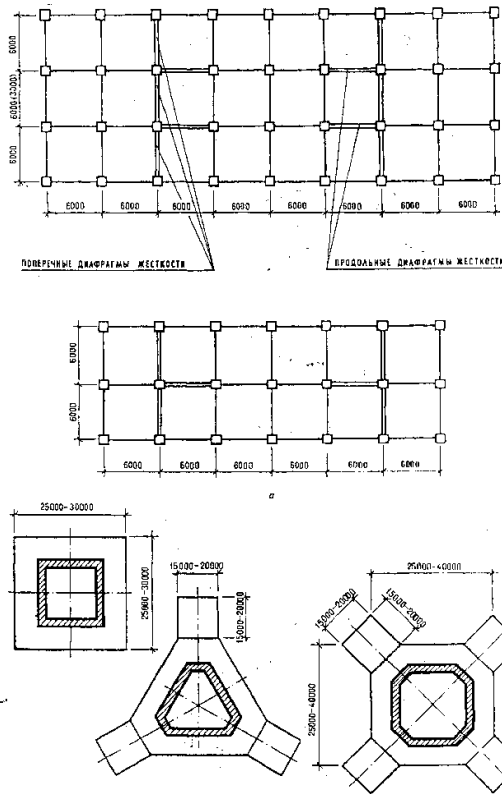


Рис. 6.3. Просторові діафрагми жорсткості: а - варіант просторової зв'язової системи, б - будівля із просторовим ядром

жорсткості.

### **Стіни й перегородки в просторовій системі будівель і споруд.**

Стіни будинків виконують несучі функції і, функції, що обгороджують. Вартість зовнішніх і внутрішніх стін цивільного будинку досягає 25-30 % від загальної його вартості.

Стіни будівель повинні бути міцними, стійкими, мати достатні теплозахисні та

звукоізоляційні властивості, бути довговічними і безпечними в пожежному відношенні. Довговічність стін залежить від їхньої морозо-, волого-, і біостійкості. Для зниження вартості стіни варто споруджувати з місцевих матеріалів; їх доцільно зводити з укрупнених збірних елементів.

По роду матеріалів стіни можуть бути кам'яними, бетонними і дерев'яними

Стіни є одним з важливих композиційних засобів, що додають будівлі специфічний вигляд.

Зовнішні стіни, а разом з ними й інші конструкції будинку при необхідності і у залежності від природно-кліматичних умов будівництва, а також з урахуванням особливостей об'ємно-планувальних рішень розсікаються вертикальними деформаційними швами різних типів: температурно-усадовочними, осадовими, антисейсмічними й ін.

Конструкції зовнішніх стін класифікують по ознаках:

а) статичної функції стіни, обумовленою її роллю в конструктивній системі будинку;

б) матеріалу і технології зведення, обумовлених будівельною системою будинку;

в) конструктивного рішення – у виді одношарової або шаруватої конструкції, що обгороджує

По статичній функції розрізняють несучі, що самонісучі або ненісучі конструкції стін.

Для безкаркасної системи використовують цеглу, блоки та залізобетонні несучі

панелі, а також дерев'яні бруски та колоди (у будівництві котеджів).

Стінова конструкція із цегли або блоків – це кам'яна кладка, у котрій камені укладені в належному порядку на будівельному розчині. Матеріалом для кам'яних стін служать цегла або камені правильної форми, виконані з природних або штучних матеріалів (обпалена глина, бетони), і розчин (вапняний, вапняно-цементний або цементний), по якому камені укладають горизонтальними рядами з взаємною перев'язкою швів. Цегла (глиняна і силікатна, повнотіла і пустотіла) має масу до 4 – 4,3 кг, камені (керамічні пустотілі щільністю до 1400 кг/м<sup>3</sup>, легко-бетонні пустотілі щільністю до 1200 кг/м<sup>3</sup>, з автоклавного і неавтоклавного ячеїстого бетону щільністю до 800 кг/м<sup>3</sup>, із природних легких кам'яних матеріалів щільністю до 1800 кг/м<sup>3</sup> мають висоту до 20 см і масу до 30 кг. Стандартні розміри глиняної цегли: 250 x 120 x 65 мм.

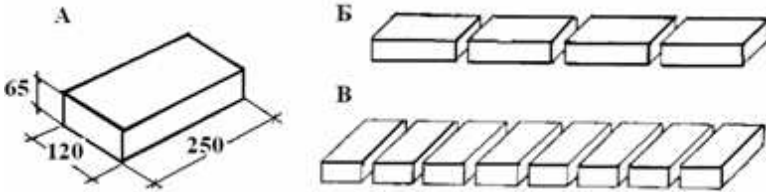


Рис.6.4 - Розташування цегли в стіні:

А – стандартна цегла; Б – ложковий ряд; В – тичковий ряд

Цегельні стіни можуть мати товщину в 1; 1,5; 2; 2,5 і 3 цегли. При товщині шва 10 мм товщина стін складає відповідно 250, 380, 510, 640 і 770 мм. Товщину горизонтальних швів приймають рівної 12 мм (у цьому випадку висота 13 рядів кладки складає 1 м).

Недоліком звичайної цегли (глиняної і силікатної) є її велика об'ємна маса, і отже, висока теплопровідність.

Унаслідок цього доводиться зводити зовнішні стіни товщиною 2,5 цегли в II кліматичному районі, тоді як виходячи з розумів міцності для будинків до п'яти поверхів товщини досить у 1,5 цегли. Застосування дірчастої цегли, що володіє меншою теплопровідністю, дозволяє зменшити товщину стіни на 0,5 цегли.

Стіни із важких бетонних блоків мають високу несучою здібність. Та при цьому – низьку тепло- та звукоізоляцію.

Блоки із ніздрюватих бетонів (піно- і газобетону) відрізняються малою вагою та гарними ізолюючими

властивостями. Їх використовують як огорожуючі конструкції в каркасних будівлях як термовкладиші огорожуючих конструкцій багатопверхових житлових будинків та в малоповерховому будівництві.

Стіни великопанельних будинків вважаються найбільш легкими. За конструктивним особливостям панелі діляться на одношарові і шаруваті (оздоблювальні шари не враховуються). Для одношарових стінових панелей застосовують легкі матеріали (легкі і ніздрюваті бетони, керамічні камені). В шаруватих панелях несучі шари виконують із важкого або легкого бетону, керамічних каменів, а утеплювач - з легких теплоізоляційних матеріалів (ніздрюватих бетонів, мінерального або скловолокна, різних пористих плит).

Панелі внутрішніх стін застосовують з конструктивних матеріалів (армований важкий бетон).

Тришарові залізобетонні панелі призначені для зовнішніх стін будівель з вологістю повітря не більше 75%. Для зовнішнього і внутрішнього шару застосовують важкий і легкий армований бетон. Бетонні шари пов'язують між собою зв'язками різних видів. Утеплювачами служать жорсткі і напівжорсткі теплоізоляційні вироби - плити, блоки або суцільний шар (полістирольний пінопласт, мінералізовані фібролітові плити).

### **Вимоги до стін та оздоблення**

Стіни повинні відповідати висунутим до них вимогам по капітальності (довговічності і вогнестійкості), міцності і стійкості, умовам експлуатації будівель, а також архітектурним вимогам.

Довговічність стін забезпечується використанням стінових матеріалів, що володіють необхідною морозостійкістю, теплопровідністю, звукоізоляцією.

Оздоблення стін як необхідний процес визначається архітектурними вимогами до будівлі і технологією виготовлення стін.

Застосовують різноманітні оздоблювальні матеріали і способи обробки:

- облицювання керамічними, бетонними, скляними та іншими плитками,

- оздоблення декоративними бетонами та розчинами,
- втоплювання декоративного щебеню або крихти зі штучних або природних матеріалів,
- фарбування довговічними фарбами.

Більш довговічною та простою обробкою фасадів можна вважати кладку з використанням лицевих каменів. З цією метою використовують лицеву цеглу і лицеві керамічні камені аналогічних розмірів з каменями основної кладки, лицева цегла відрізняється однотонністю і чистотою кольору, чіткістю граней та більшою морозостійкістю за рахунок використання високоякісних добре обпалених глин.

Листовим матеріалом облицовують стіни з зовнішнім улаштуванням шара утеплювача або кладку із каменів малої щільності. Для цього використовують листи асбофанери, гофрованого металу, різних атмосферостійких пластиків. Кріплять листовий матеріал до поверхні стін за допомогою сталевих кляммерів, що пристрілюють дюбелями, накладкою рейок або по дерев'яним рейках. Можливий варіант приклеювання листових матеріалів до поверхні стін різними мастиками або розчинами. Такими засобами до поверхні стін прикріплюють і керамічні плитки.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ**

1. Як забезпечується просторова жорсткість та геометрична незмінюваність у каркасній системі? Яку роль у цій схемі відіграють діафрагми жорсткості (або ядра жорсткості) і чому каркас не може складатися лише з шарнірно закріплених колон та балок?

2. Назвіть основні типи безкаркасних (стінових) конструктивних систем залежно від розташування несучих стін.

3. Класифікуйте стіни за характером статичної роботи (сприйняттям навантажень). У чому полягає принципова різниця між самонесучою стіною та ненесучою (навісною) стіною, і на що спирається кожна з них?

4. У чому полягає конструктивна та функціональна відмінність між внутрішньою несучою стіною та перегородкою?

5. Окрім механічної міцності та стійкості, до зовнішніх стін висувається ряд фізико-технічних вимог, яких?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 7

### КАРКАСНІ СИСТЕМИ БУДІВЕЛЬ.

#### **Конструктивні рішення в багатоповерховому каркасному будівництві.**

Зведення будинків каркасної конструкції почалося в кінці XIX століття і досить швидко поширилося по країнах Америки і Європи. Першою будівлею каркасної конструкції в США слід вважати побудовану архітектором Дженнеєм в 1883 році 10-поверхову будівлю з чавунними внутрішніми і зовнішніми колонами, що підтримують перекриття. У цьому будинку зовнішня стіна самонесуча - несе тільки власну вагу і не підтримує перекриття. У зв'язку з такою, новою тоді, зміною функції стін виникла необхідність в конструкціях, які повинні були забезпечувати просторову твердість і стійкість багатоповерхових будівель. Ними стали жорсткі вертикальні площини каркасу, призначені створити спільне з горизонтальними жорсткими площинами- перекриттями необхідну просторову твердість і стійкість будівель. Стіни стали застосовувати навісними. В роки, що передують другій світовій війні, ведеться інтенсивне будівництво хмарочосів із застосуванням сталевих каркасів.

На початку XX століття, після наукового обґрунтування методів розрахунку залізобетонних конструкцій, залізобетон знайшов застосування і для каркасів багатоповерхових будівель. При проектуванні залізобетонних каркасів схеми сталевих каркасів були повторені без істотних змін. Однак, залізобетонні каркаси отримали в американській практиці каркасного будівництва значно менше поширення, ніж сталеві.

Для європейської практики багатоповерхового будівництва характерне використання монолітних залізобетонних каркасів. В останні роки в будівництві багатоповерхових будинків у країнах Європи почали застосовувати збірні залізобетонні конструкції. Найбільш характерні особливості - використання конструктивних схем зв'язкової системи з виконанням діафрагм жорсткості у вигляді монолітних стінок, прагнення збільшення розмірів модульних елементів каркасу з метою отримання широкої свободи

у виборі планувальних рішень, навіть на шкоду витрати матеріалу - бетону і сталі.

Раціональніші для більшості об'ємно-планувальних рішень каркаси зв'язкової схеми, застосування якої забезпечує необхідну жорсткість каркаса при одночасному зниженні витрат сталі. Якісно новою конструктивною формою каркаса зв'язкової схеми став каркас з просторовою системою зв'язків.

Раціональність застосування таких систем зростає із збільшенням поверховості будинків.

Другою за ступенем важливості проблемою по вишукуванню раціонального рішення каркасу є вибір матеріалу. Зіставлення залізобетонних і сталевих каркасів показує, що перевагою з точки зору економії сталі і твердості мають залізобетонні

### **Збірний залізобетонний уніфікований каркас.**

Головною особливістю багатоповерхового будівництва стало широке використання збірного залізобетону, вперше застосовуваного для такого роду споруджень. Застосування збірного залізобетону вимагало, насамперед, уніфікації основних параметрів будівлі, з тим щоб отримати найменшу номенклатуру виробів.

Визначилися наступні принципи уніфікації:

по висоті поверхів:

- для житлових каркасно-панельних будинків - 3 м,
  - для будівель адміністративного призначення, лікувальних установ, будівель торговельного призначення, навчальних закладів - 3,3 і 3,6 м з додатковою висотою для перших поверхів - 4,2 м,
  - для будівель спеціального призначення - 3,6, 4,2, 4,8, 6,0 м;
- за розмірами комірки в плані: в будівлях з висотою 3 м, 3,6 м.
- 6х6 м з збільшеним кроком 9 м.

Оптимальним рішенням при проектуванні каркасів зв'язкової системи є просторове компоновання зв'язків у вигляді зв'язкового ядра жорсткості. Якщо з архітектурно-планувальних міркувань така компоновка зв'язків неможлива, єднальні діафрагми можуть бути виконані плоскими, за обов'язкової умови проектування їх наскрізними на всю ширину будинку завдяки високій жорсткості

таких систем. Відстань між зв'язевими стінками може бути збільшена до 48 м, що забезпечує необхідну гнучкість планування.

Створення набору виробів для влаштування лоджії, еркерів, ризалітів, пілястрів і т.п. дозволить створити виразні пластичні архітектурні рішення.

Колони каркасу прийняті перетином 400х400 мм, заввишки на два-три поверхи. Такі колони по своїй несучій здатності при звичайному армуванні можуть застосовуватися в будинках висотою не більше 16 поверхів. Серйозне інженерне завдання представляє виконання колон для нижніх поверхів, навантаження на які досягають 15000-20000 кН. Для збільшення несучої здатності колон під великі навантаження є кілька шляхів: розвиток перетину колон до розмірів 600х600 мм, 800х800 мм, підвищення марки бетону, застосування жорсткої несучої арматури.

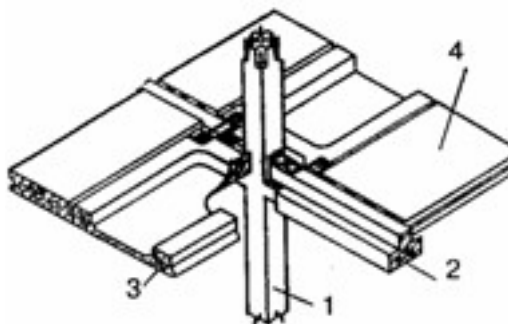


Рис.7.1 - Каркасно-панельна система

1 – колона; 2 – ригель; 3 – зв'язева санітарно-технічна панель; 4 – плита перекриття.

При великих навантаженнях доцільний перетин колон зі сталевим сердечником.

Традиційне впирання ригеля на виступаючу консоль колони. Така конструкція вузла рідко застосовується в громадських спорудах, так як значно погіршує інтер'єри приміщень. В уніфікованому каркасі сполучення ригеля з колоною вирішено з "прихованою консолю".

Ригелі каркаса - попередньо напружені, висотою 45 см, таврового перетину, що визначається прагненням здійснити надійне обпирання плит перекриття і одночасно забезпечити

найменшу висоту виступаючої частини ригеля. Ширина ригеля внизу прийнята за архітектурним міркувань рівною ширині колони (в інтер'єрі ригель і колона сприймається як єдина рама).

### **Монолітний залізобетонний каркас.**

Необхідність зводити цивільні будинки різноманітними в плані поряд з тенденцією до збільшення їхньої поверховості обумовили застосування в будівельній практиці монолітних і збірно-монолітних залізобетонних конструкцій. Вони дають можливість збагатити містобудівну палітру висотними будинками особливо в районах, де здійснюється будівництво будинків тільки малої й середньої поверховості й де відсутня індустріальна база. Сучасне встаткування для зведення будинків з монолітного залізобетону відкриває простір для плідного пошуку нових архітектурно-планувальних якостей житлових будинків і квартир при нормованою жилою й корисної площі. І дозволяє здійснювати будівництво досить швидкими темпами, домагаючись прийнятних техніко-економічних показників за рахунок економічних матеріалів і ефективного використання несучої здатності конструкцій у різних умовах.

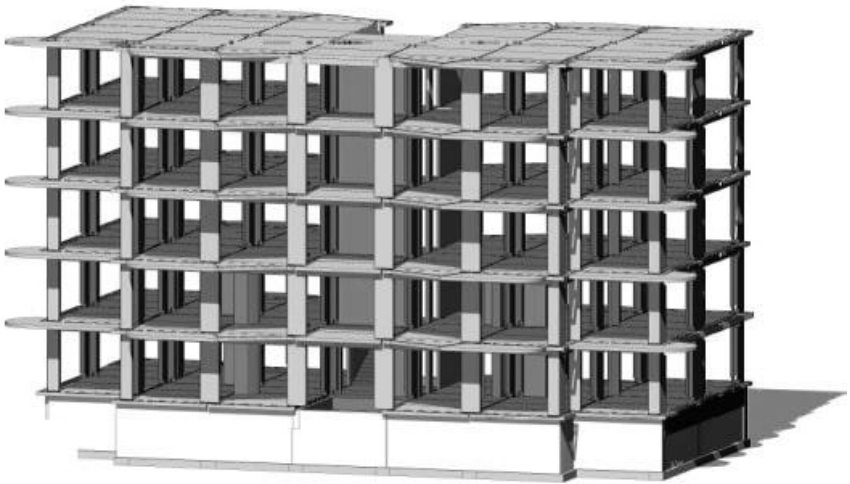


Рис. 7.2. Монолітний залізобетонний каркас багатоповерхового житлового будинку.

Монолітні конструкції несучого кістяка будинків являють собою нерозрізні елементи зовнішніх і внутрішніх несучих стін, колон, ригелів і перекриттів, жорстко зв'язаних між собою в просторову систему, що працює під навантаженням як єдине ціле.

Внутрішні несучі стіни, виконані з монолітного бетону, армують плоскими вертикальними каркасами із прокладкою горизонтальних стрижнів. Прорізи утворюються за допомогою установки в опалубку дверних коробок. Зовнішні несучі стіни армують аналогічно внутрішнім стінам і звичайно зводять багатопаровими. У місцях перетинання несучих стін установлюють додаткові арматури, що зв'язує їх воедино. Переkritтя влаштовують одно-часно зі зведенням несучих стін будинку або з відставанням на 1÷2 поверхи. Для створення по всьому контурі обпирання твердого з'єднання перекриттів з несучими стінами вертикальні арматури стін відгинається в рівнях міжповерхових перекриттів і заводиться в них.

Збірно-монолітні конструкції одержали більш широке поширення в практиці. Такі конструкції дозволяють зводити будинки різноманітні в плані за рахунок пристрою монолітних вставок у місцях сполучень основних ділянок, для монтажу яких використовують збірні типові конструкції й деталі. Монолітні вставки виконують функції ядра жорсткості, забезпечуючи стійкість усього будинку. У збірних будинках підвищеної поверховості, навіть при простому прямокутному або квадратному плані, буває економічно доцільно виконати ядро жорсткості в монолітних конструкціях, розмістивши в ньому вертикальні транспортні й інженерні комунікації – ліфти, сходи, смітєпроводи й ін.

Розрізняють кілька принципових варіантів технологічних схем зведення таки х будівель:

- 1) монолітне ядро жорсткості зводиться відразу на всю висоту будівлі, а потім оббудовується збірними конструкціями;
- 2) монолітне ядро зводиться поетапно до певної висоти (звичайно на 6 поверхів), потім бетонування припиняється на період оббудовування збірними конструкціями;
- 3) монолітне ядро зводиться після монтажу збірних конструкцій. При монтажі збірних частин будинку в цьому

випадку необхідно влаштовувати діафрагми із твердих арматур, здатної сприйняти монтажні навантаження від всіх поверхів;

4) монолітне ядро зводиться паралельно з монтажем збірних конструкцій, випереджаючи оббудовування на кілька поверхів;

Серед всіх видів робіт, виконуваних при зведенні будівель з монолітного залізобетону, опалубні найбільш трудомісткі й найменш механізовані.

Опалубка для зведення стін буває трьох типів: щитова, ковзна й підйомно-переставна мілкощитова.

Армування монолітних залізобетонних конструкцій здійснюється звареними просторовими каркасами з окремих стрижнів і сіток.

### **Металеві каркаси.**

Останнім часом проводяться великі дослідження в області зниження маси будинків і скорочення витрат праці на їхнє зведення. Для цього використовують такі ефективні матеріали і конструкції, як пластмаси, різні види скла, клеєну деревину, надувні оболонки, тенти, легкі об'ємні блоки й ін.

Одним з ефективних шляхів рішення проблеми є застосування легких металевих конструкцій. Легкі металеві (сталеві) конструкції в закордонній практиці будівництва особливо широко застосовуються в великопрольотних спорудженнях – виставкових павільйонах, видовищних та спортивних будинках, торгових залах – у виді різних структурних і вантових покриттів, металевих куполів, просторових мембран і інших систем.

Сталевий універсальний каркас розроблен для різного типу культурних, торгово-побутових, складських та інших повнозбірних одноповерхових будівель серійного заводського виготовлення. Колони із гнутих профілей розташовують із шагом 3 м. На них встановлюють гори-зонтальні несучі елементи-ферми із гнутих профілей замкнутого перетину прольотом 9,0, 12,0, 15,0, 18,0м та більше. Каркас може прийматися для приміщень вишиною 3,2; 4,2; 4,8; 7,2м.

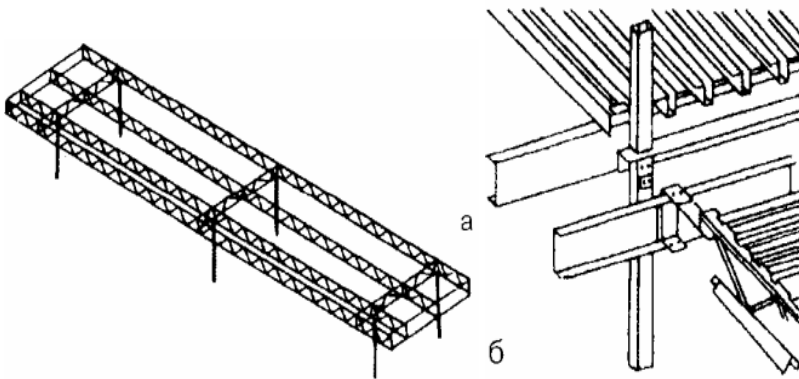


Рис. 7.3 - Легкі металеві конструкції для будівель вишиною до трьох поверхів: а – універсальний каркас (Угорщина); б – універсальна система «Баумс»

Аналіз розвитку будівництва з використанням сталевих каркасів свідчує, що із широке застосування обумовлено такими позитивними факторами:

- зниження ваги несучих конструкцій будівлі з аналогічними залізобетонними в 8-12 разів;
- простота та технологічність заводського виготовлення;
- можливість монтажу крупними блоками розміром в декілька поверхів при використанні кранів меншої вантажопід'ємності;
- можливість використання системи каркасів без внутрішніх колон, що дозволяє перекривати великі прольоти за рахунок використання поперечних ферм-ригелей висотою в один поверх, котрі розташовуються в перегородках – це дає можливість здійснити гнучку планіровку приміщень та організувати зальні простори великої площі;
- скорочення термінів та вартості будівництва при зменшенні енерговитрат;
- зменшення в декілька разів загальної маси наземної частини будівлі порівняно з будівлями із залізобетонних конструкцій, що спрощує та здешевшує фундаменти (ці обставини

особливо важливі при наявності слабких або просадних ґрунтів України).

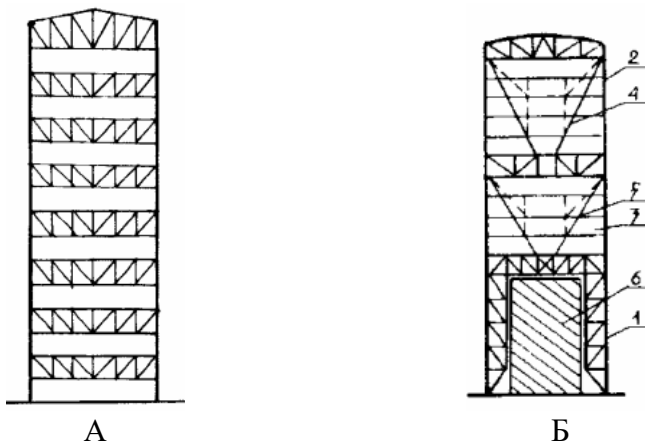


Рис. 7.4 – А – сталевий каркас багатоповерхової будівлі без внутрішніх колон; Б – поперечні сталеві рами будівлі, в яких здійснюється реконструкція з надбудовою поверхів (до 15 поверхів); 1 – нижня секція рами; 2 - верхня секція; 3 – середня секція; 4 – елементи жорсткості; 5 – підвіски; 6 – існуюча будівля, яку надбудовують.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ

1. У чому полягає принципова різниця між рамною, в'язевою та рамно-в'язевою конструктивними схемами каркаса?

2. Опишіть конструктивне вирішення вузла опирання ригеля на колону в уніфікованому збірному каркасі.

3. Які архітектурно-планувальні переваги надає безригельний (безбалковий) монолітний каркас порівняно з ригельним?

4. Який головний недолік металевих каркасів вимагає обов'язкових додаткових заходів при проектуванні громадських будівель?

5. У чому різниця між шарнірним та жорстким вузлом і як вибір типу з'єднання впливає на переріз самої балки?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 8

### ГОРИЗОНТАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ БУДІВЕЛЬ

#### Класифікація перекриттів, покриттів по їх формі.

Перекриття в будівлях поєднують два види функцій: несучу і захисну. Огороджувальна функція перекриття полягає в ізоляції приміщень, розташованих один над іншим, від різного роду зовнішніх впливів (рис. 3.4.1).

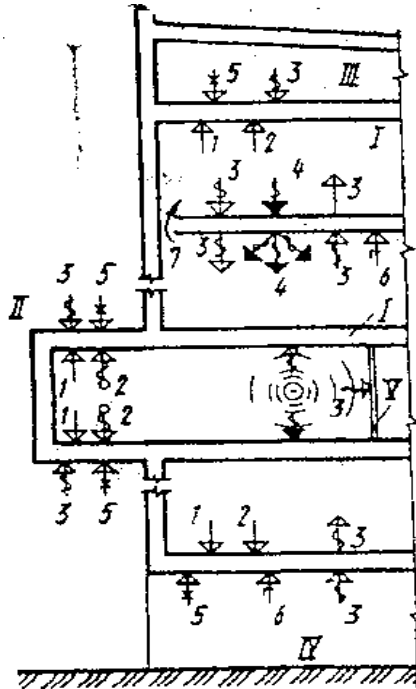


Рис. 8.1. Схема розподілу впливу середовища на перекриття  
I – Перекриття, II – еркер, III- неопалюване горище, IV- проїзд над будівлею, V – перегородки.

1 – рух теплового потоку, 2- дифузія водяної пари, 3- повітряний шум, 4 – ударний шум, 5 – повітронепроникність, 6 - можливе газопроникнення, 7- вентиляція перекриттів.

Основна функція - необхідність сприймати всі постійні і тимчасові силові навантаження і несилові впливи.

### Вимоги до перекриттів.

- несуча здатність (сприйняття несучих елементів - балок, плит, панелей всіх видів навантажень без руйнування),
- жорсткість перекриття - здатність перекриття чинити опір деформації вигину зі своєї площини, характеризується величиною прогину. Граничної величиною прогину вважається 0,005 - 0,0025 частки прольоту в залежності від матеріалу конструкції, класу будівлі, вимоги до обробки стель та ін.,
- звукоізоляція перекриття,
- вогнестійкість.

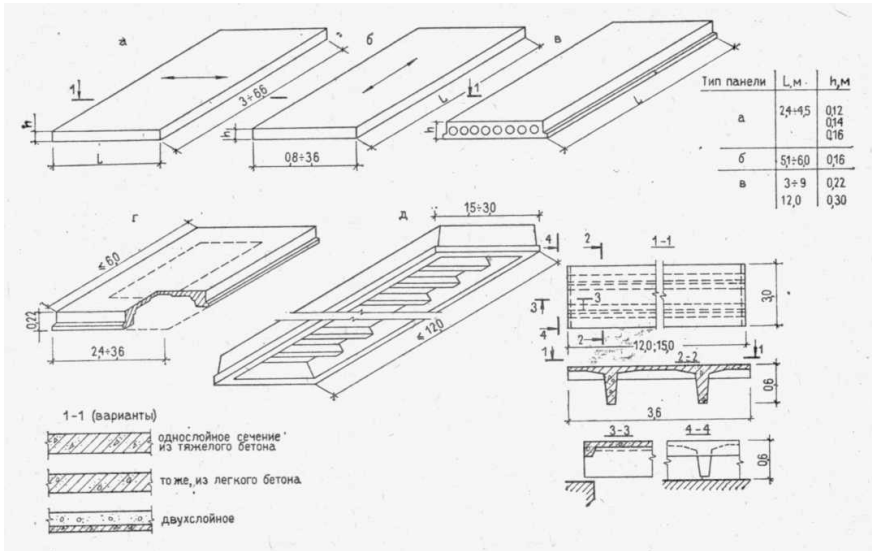


Рис. 8.2. Збірні залізобетонні елементи перекриття: а - суцільна гладка плита; б - багатопустотні панелі; г - шатрові плити; д - ребристі плити та настил 2Т.

### Типи міжповерхових перекриттів.

- суцільна гладка плита, застосовується в перекриттях великопанельних будинків (рис. 8.2),
- залізобетонні багатопустотні панелі (багатоповерхові житлові будинки) (рис. 8.2),
- залізобетонні ребристі плити (промислові будівлі, громадські споруди каркасного типу) (рис. 8.2),
- перекриття з окремих дерев'яних (рис. 8.3), залізобетонних (рис. 8.4) і металевих елементів,

- коробчаті перекриття (громадські та виробничі будівлі та споруди)

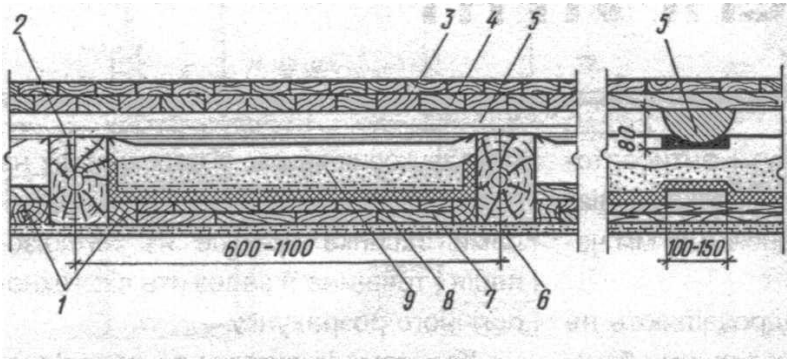


Рис. 8.3. Міжповерхове перекриття по дерев'яних балках: 1 - черепні бруски; 2 - толь або картон; 3 - паркет; 4 - чорна підлога; 5 - лага 140/2; 6 - штукатурка; 7 - накат; 8 - шар глини; 9 - засипка.

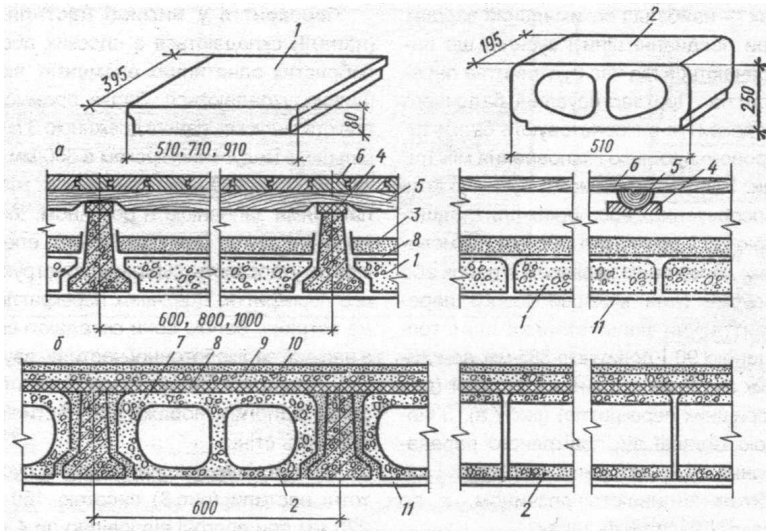


Рис. 8.4. Міжповерхові перекриття по збірних залізобетонних балках: а - з накатом із плит; б - з заповнення вкладишами; 1 - гіпсобетонні плити; 2 - ленкобетонні вкладиші; 3 - шлак; 4 - звукоізоляційна прокладка; 5 - лага; 6 - дерев'яна підлога; 7 - оргаліт; 8 - толь; 9 - легкий бетон; 10 - чиста підлога; 11- затирка

Перекриття в будівлях з уніфікованим каркасом виконуються з багатопустотних настилів. Висота настилу - 22 см, порожнечі - діаметром 16 см. Перекриття повинні забезпечити жорсткість і незмінність будівлі в горизонтальній площині і здійснювати передачу зусиль від вітрових навантажень на стінки жорсткості. Для перетворення збірного перекриття в жорсткий горизонтальний диск, закладні деталі зварюються, шви заливаються бетоном. Замонолічені розчином шпонки сприймають дотичні зусилля, що виникають між настилами при роботі жорсткого диска перекриття. При такому замоноличуванні перекриття, його міцність і жорсткість достатня для передачі горизонтальних навантажень на єднальні діафрагми, при відстані між ними в межах до 30-36 м. Важливою складовою частиною перекриття служать плити, розташовані по осях колон в перпендикулярному напрямку ригелів, і є розпірками між колонами. Розпірки виконуються у вигляді ребристого коритоподібного елемента, який своїми ребрами спирається на полиці ригеля та кріпиться до нього за допомогою електрозварювання закладних деталей.

У важкому каркасі перекриття виконуються з ребристих настилів прольотом 6 і 9 м. Таке рішення обумовлене підвищеними корисними навантаженнями на перекриття (до 20 кН/м<sup>2</sup>), що зумовлює розвивати висоту ребер перекриття до 400 мм. Застосування ребристих настилів спрощує розміщення вертикальних і горизонтальних санітарно- і електротехнічних комунікацій, що дуже важливо у виробничих будівлях з складним технологічним обладнанням.

### **Дахи і покрівлі будівель і споруд, їх елементи.**

Скатний дах - покриття будівлі, захищає його зверху від різних атмосферних впливів. Геометрично дахи виконуються у вигляді однієї або кілька похилих площин - скатів, що сприяють швидкому стіканню дощових і талих вод (рис. 8.5.).

Горище - приміщення, утворене скатним дахом. Всі дахи поділяються на два типи: горищні скатні дахи і комбіновані покриття, коли перекриття верхнього поверху поєднується з покриттям будівлі (горище відсутнє).

Горищні дахи бувають похилі і висячі.

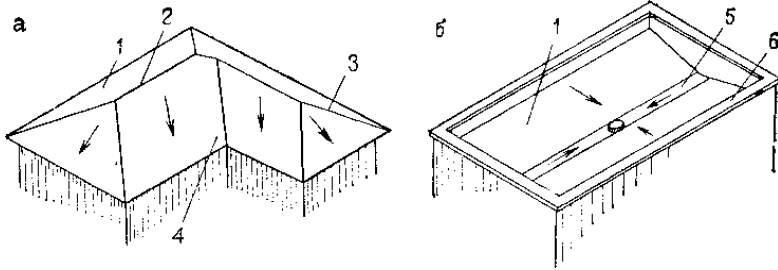


Рис.8.5. Скатний дах : а - дах із зовнішнім водовідведенням; б - дах із внутрішнім водовідведенням

Похила кроквяна система. Основні елементи її - кроквяні ноги, працюють як похило розташовані балки, довжиною не більше 6,5 м. Крокви - основна несуча конструкція даху, що, спираючись на стіни або на окремі опори будівлі визначає кількість скатів і кут їх нахилу. Крокви виконують з дерева, у вигляді колод, бруса або дощок.

Кроквяні ноги спираються на бруси - мауерлати, укладені по верхньому обрізу стін (рис. 8.6.). Мауерлати служать для рівномірного розподілу навантаження від кроквяних ніг на стіну. Їх ізолюють від кам'яної стіни шаром руберойду.

По внутрішніх опорах укладають лежні. По яким через 3-4 м встановлюють стійки як опори для верхнього конькового прогону (рис. 8.7.). Для додання жорсткості в поздовжньому напрямку від стійок до крокв підводять підкоси. Вузли сполучення з'єднують за допомогою болтів, скоб, цвяхів, нагелів і скруток.

Висяча кроквяна система - найпростіший вид кроквяної ферми, де похилі кроквяні ноги (верхній пояс ферми) передають розпір на нижній пояс ферми - затягування.

Висоту горища рекомендується робити з врахуванням зручного використання його для господарських потреб. У зовнішніх стін висота горища повинна бути не менш 0,4 м для можливого огляду стану конструкцій.

В межах горища часто передбачаються житлові приміщення - мансарди. У цьому випадку форма даху може мати додаткові ребра, паралельні коньки, а скати - різний ухил.



Найпростішим перекриттям великих приміщень служать балки і ферми. В балці, встановленій на дві опори і працюючій на вигин, верхній пояс має максимальні стискаючі напруги, а нижній - максимальні навантаження напруги. В середині перетину ці напруги зменшуються і іноді доходять до нуля, тому балки роблять двотаврового перерізу з концентрацією матеріалу у верхній і нижній зонах. Часто сполучну стінку між поясами роблять не суцільною, а з отворами.

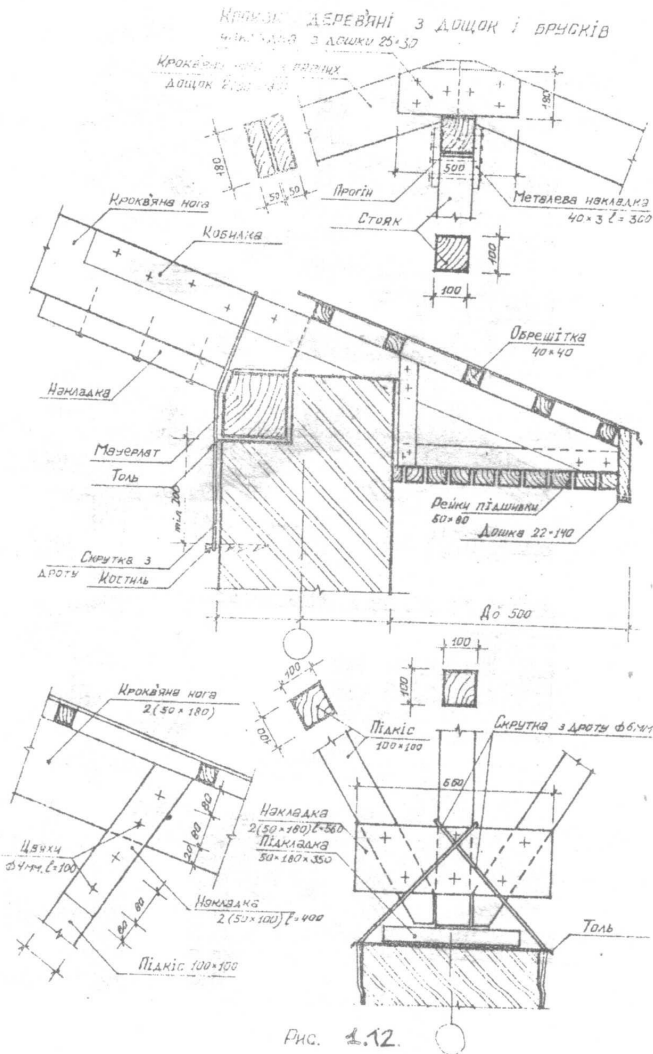


Рис. 1.12.

Рис. 8.7. Вузли опирання крокв.

Балки бувають двоскатні, односкілі і горизонтальні. Висота балки залежить від прольоту, міцності матеріалу, навантажень і від допустимих прогинів.

Дерев'яні балки бувають цвяхові і клеєні. Цвяхові балки мають зшити на цвяхах стінку з двох шарів дощок. Верхній і нижній пояси балок утворюються брусами, нашитими з обох сторін вертикальної стінки і скріплених додатково вертикальними накладками.

Клеєні балки виготовляють із дощок, покладених пліском на клеї. До повного затвердіння клею їх тримають затиснутими струбцинами. Вони можуть мати прямокутний або двотавровий розтин.

Залізобетонні балки бувають таврового (прольотом 6, 9, 12 м) і двотаврового перерізу (прольотом 12, 18, 24 м). Балки прольотом 18 і 24 м можуть виконуватися з полегшеними стінками за рахунок отворів і з попередньо напруженою арматурою нижнього пояса. Попередня напруга здійснюється за рахунок подовження арматури (електропідігрівом або механічним шляхом) і утримуючи її в натягнутому стані при бетонуванні до твердіння бетону. Прагнучи прийти у свій первісний стан і до своєї первісної довжини, арматура стискає твердіючий бетон і це допомагає йому працювати при розтяжних зусиллях, що виникають у нижньому поясі балки.

Металеві (сталеві) балки мають двотавровий перетин прокатного профілю або складеного, виконаного зварюванням. В балках, довжиною більше 6 м влаштовують ребра жорсткості з кроком, рівним 1,5 висоти балки. Крім сталі для виробництва балок використовують алюмінієві сплави. Їх переваги: менша вага, велика корозійностійкість і надійна робота при низьких температурах. Їх недоліки: менша міцність і жорсткість і велика вартість.

Ферми мають найнапруженіші елементи - це верхній і нижній пояси, які з'єднуються вертикально або похило окремими елементами – решітками ферми. Вертикальні елементи решітки - стійки, похилі - розкоси. Ферму називають розкісною, якщо розкоси на одній половині ферми направлені в один бік; трикутною, якщо розкоси мають змінний напрямок і безрозкісною

(при відсутності розкосів). Навантаження на ферму передаються тільки в місцях вузлів. Ферми бувають односкілі, двоскілі, з горизонтальним верхнім поясом і сегментного обрису (рис. 8.8.).

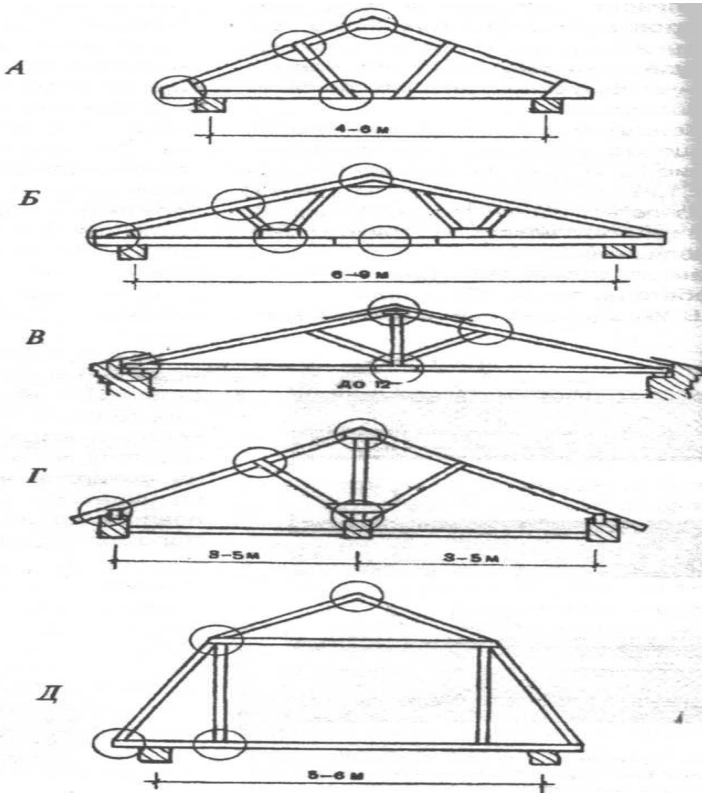


Рис. 8.8. Кроквяні ферми: А - висяча ферма однопрогінного будинку; Б - ферма з підкосами; В - ферма для однопрогінного будинку більше 8 м; Г - похила кроквяна ферма; Д - ферма для мансардного даху.

Дерев'яні ферми застосовуються рідко. Стислі елементи ферм виконують із брусів прямокутного перетину, розтягнуті - з парних дощок (або зі сталевих прутів в дерево - металеві ферми).

Залізобетонні ферми виготовляють прольотом 18 і 24 м. В громадських будівлях більш поширені ферми з паралельними поясами і безрозкісні ферми.

По верхньому поясу укладаються плити покриття, а по нижньому поясу -панелі перекриття. Таким чином, міжфермовий простір можна використовувати під технічний поверх.

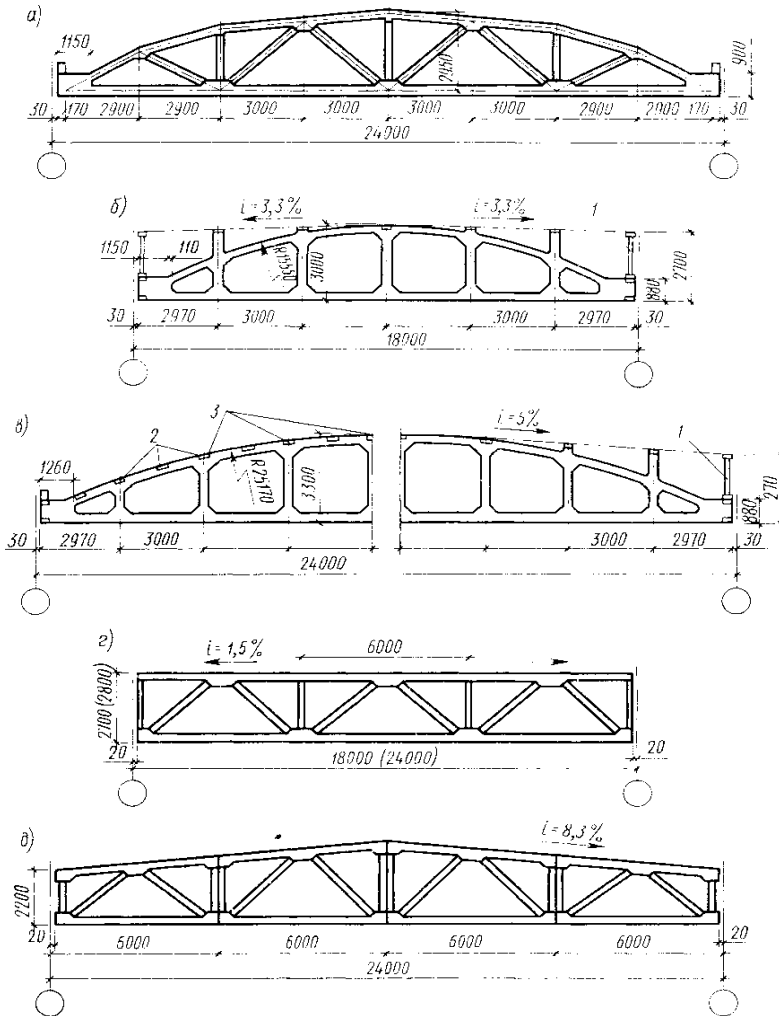


Рис. 8.9. Залізобетонні кроквяні ферми: а - сегментна ферма розкосів; б, в - арокні ферми різних прольотів; г - ферма з паралельними поясами; д - кроквяна ферма з двохилим верхнім поясом; 1 - сталевий стійка; 2 - закладна деталь для плит шириною 1,5 м; 3 - закладна деталь для плит шириною 3 м

Сталеві ферми і ферми з алюмінієвих сплавів застосовують при прольотах 30 м і більше. Всі елементи ферм роблять з прокатних профілів, сполучених на зварюванні металевими листами (косинками). По фермах вигідно укласти легке покриття (наприклад, сталевий штампований настил) з ефективним утеплювачем (пінопласт і ін.). Для забезпечення достатньої стабільності і жорсткості несучого каркасу в цілому, покриття роблять у вигляді жорсткого горизонтального диска. Верхні пояса ферм з'єднують між собою розпирками і діагональними розтяжками. В площині нижнього поясу крайні (торцеві) і середні (центральної) пари ферм з'єднують вертикальними і горизонтальними зв'язками жорсткості, створюючи просторові ядра жорсткості. Нижні пояси всіх ферм з'єднують розпирками. Всі елементи жорсткості кріплять до вузлів ферм.

Покрівля - верхній гідроізоляційний шар даху, який підтримується несучими кроквяними конструкціями й рештуванням. Для скатних дахів застосовують різні покрівельні матеріали, кожен з яких вимагає певних кутів ската. Обрешітка є безпосередньою основою для покрівлі, і влаштовується по кроквяним нігам у вигляді настилу з дощок або брусків. Характер настилу - суцільний або розряджений - залежить від застосовуваного покрівельного матеріалу

### **Сходові клітки. Пандуси, ліфти, ескалатори**

Сходи призначені для забезпечення вертикального зв'язку приміщень, що знаходяться на різних рівнях і для використання в якості аварійних шляхів евакуації. За призначенням розрізняють: основні сходи або головні - загального користування; допоміжні (горищні, підвальні, запасні, службові, пожежні, аварійні); вхідні. По розташуванню в будівлях сходи розрізняють: внутрішні закриті - в сходових клітках, внутрішні відкриті - в парадних, вестибюлях, холах, а також деякі види допоміжних, внутрішньоквартирні, службові, для зв'язку житлових приміщень у межах однієї квартири при розташуванні їх у двох-трьох рівнях, зовнішні.

Основні вимоги до сходів: міцність, зручність, безпека пересування по ним, приємний естетичний вигляд.

Міцність сходів забезпечується конструктивним рішенням з кріпленням їх до несучого кістяка, сходи є ядром жорсткості будівлі.

Зручність і безпека пересування забезпечується рядом правил:

- ухил основних сходів 1:2 - 1:1.75, для допоміжних - до 1:1.25, для внутрішньоквартирних допускається 1:1. Зручність користування сходами

буде забезпечено, якщо подвоєна висота підступенка і ширина проступі будуть рівні середньому кроку людини (від 570 мм до 640 мм),

- всі ступені в сходах повинні бути однакових розмірів,

- число ступенів у марші повинно бути не менше трьох і не більше 18,

- марші повинні мати огороження висотою 0.9 м,

- висота проходу під маршами і майданчиками повинна бути не менше 2 м,

- простір сходиноквої клітки повинен висвітлюватися природним світлом,

- ширина сходового майданчика повинна бути не менше ширини маршу

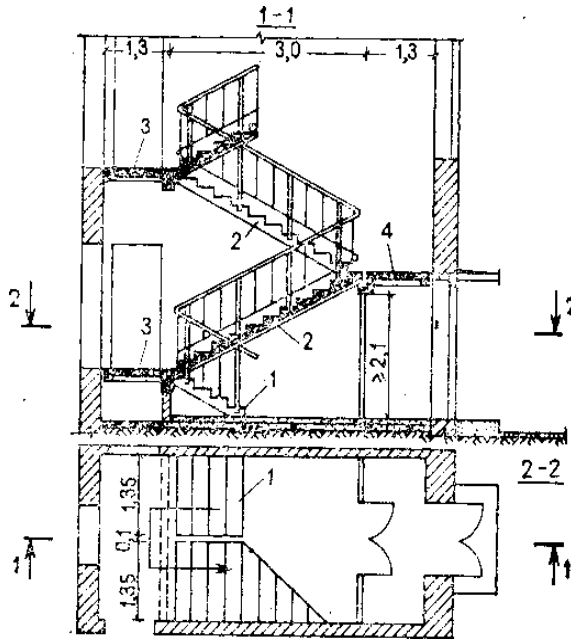


Рис. 8.10. Розріз та план сходової клітки: 1 - цокольний марш; 2 - рядові сходові залізобетонні марші; 3 - збірна залізобетонна сходовіа площадка; 4 - проміжна сходовіа площадка

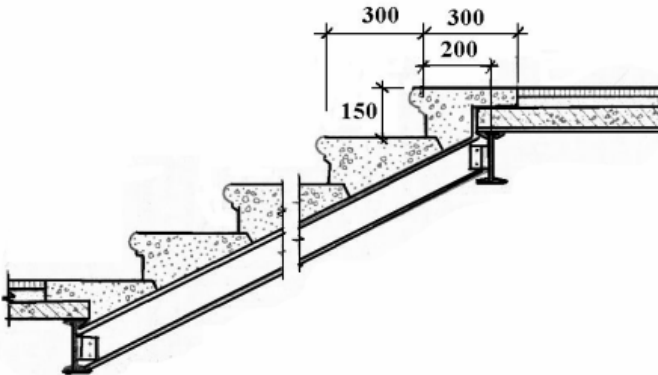


Рис. 8.11 - Конструктивне рішення дрібноелементних сходові (набірні залізобетонні щаблі укладені по сталевому косоуру, що спирається на двотаврову балку)

Естетичний вигляд сходові досягається шляхом гармонійного впровадження її у внутрішній простір будинку, квартири.

Пандус - похилий міжповерховий зв'язок з гладкою поверхнею без ступенів. Пандуси використовуються для зв'язку між різними рівнями та поверхнями в громадських та промислових будівлях. Ухил пандусів допускається невеликим, через труднощі пересування по крутим гладким поверхням. Внаслідок цього закладення пандусів (їх горизонтальна проекція) дуже тривала і забирає багато корисної площі. Пандуси можуть бути одно- і двох маршові, прямо-і криволінійні в плані. Конструкція пандусів складається з косоурів, по яким укладені плити. Широке застосування знайшли пандуси при будівництві багатоповерхових гаражів, де вони є одним з головних конструктивних і композиційних елементів несучого каркасу.

Ліфти та ескалатори - механічні пристрої для сполучення між поверхнями. Ліфти, в основному, застосовуються періодичної дії. Залежно від функціональних або технологічних вимог у будівлях використовують кабіни непрохідні з одним входом в ліфт, або кабіни прохідні з розташуванням двох входів з протилежних сторін шахти ліфта. Більш економічними є ліфти з верхнім розташуванням машинного відділення.

При проектуванні ліфтів необхідно враховувати:

- конструкції огороження ліфтової шахти не повинні примикати безпосередньо до житлових приміщень,
- не можна розташовувати машинне відділення ліфтів безпосередньо над або під житловими приміщеннями, а також суміжно з ними.

Фундаменти під шахту ліфта встановлюють у вигляді масивної залізобетонної плити, відокремленої в цілях звукоізоляції від прилеглих фундаментів, стін або колон будівлі з зазорами не менше 20 мм.

Ескалатори - підйомні пристрої, представлені рухаючимися сходами безперервної дії. Розташування ескалаторів в будівлі залежить від напрямку найбільш інтенсивних пасажиропотоків, але за конструктивними міркуваннями їх бажано розташовувати так, щоб вони вписувалися в сітку колон і не перетинали основних ригелів перекриття. Ескалатор спирається на будівельні конструкції в місцях установки приводної й натяжної станцій. При

висоті ескалатора більше 10 м влаштовують третю проміжну опору.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЮ**

1. За конструктивною схемою перекриття поділяються на балкові та безбалкові. Опишіть шлях передачі навантаження у кожному з цих типів: на що спирається плита перекриття у балковому варіанті, а на що — у безбалковому?

2. Поясніть різницю між термінами «дах» та «покрівля». Яку функцію виконує кожен із цих елементів будівлі?

3. Порівняйте роботу похилих та висячих крокв.

4. Назвіть основні геометричні елементи скатного даху.?

5. Яку функцію в кроквяній системі виконує мауерлат? Чому кроквяну ногу не можна опирати безпосередньо на кам'яну кладку стіни без цього дерев'яного бруса

## ЛІТЕРАТУРА

1. Історія архітектури середньовіччя і нового часу V - XIX ст.: підручник / Т. М. Клименюк ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2023. - 278 с.
2. Історія архітектури і будівництва України : навч. посіб. для студентів спец. 7.06010101 "Промислове та цивільне будівництво" / В. Д. Віроцький, Г. В. Гетун ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. - Київ : КНУБА, 2016. - 133 с.
3. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: підручник/ К.: Кондор, 2011 р. - 378 с.
4. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник / В.О.Плоский, Г.В. Гетун, 2015 р. – 617 с.
5. Бойко Х. С. Типи будинків та архітектурні конструкції: навч. посібник / Х. С. Бойко. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 194 с.
6. Гетун Г. В., Криштоп Б.Г. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки: Навчальний посібник / Г. В Гетун., Б.Г. Криштоп – К.: Кондор, 2005 р. - 220 с.
7. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель Навч. пос. [Текст] / Г.В. Гетун – Київ: Кондор, 2006.-210 с.
8. Дрьомова Л.В. Архітектурні конструкції: Навч. посібник (для студентів спеціальності «Містобудування» напряму 1201 – «Архітектура»). Харків: ХНАМГ, 2007 – (164)171 с.
9. Крамарчук А.П. Будівельні конструкції. Львів: Львівська Політехніка, 2023. 340 с.
10. М.І. Мізьяк. «Архітектурні конструкції»: Навчальний посібник (для студентів 2 курсу денної форми навчання спеціальності 6.120100 – «Містобудування»). - Харків: ХНАМГ, 2008. - 198 с.

11. Бойко Х.С. Типи будинків та архітектурні конструкції. Львів: Львівська Політехніка, 2023. 224 с.
12. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 44 с.
13. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 49 с.
14. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення». – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 65 с.
15. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 82 с.
16. ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель». – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 64 с.
17. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації». – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 86 с.
18. ДСТУ 9243.7:2023. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. — 48 с.
19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Мінрегіон України, 2011. – 127 с.
20. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К. : Мінбуд України, 2006. – 60 с.
21. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення Київ : Мінрегіон України, 2018. – 36 с
22. Adriaenssens S. et al. (ed.). Shell structures for architecture: form finding and optimization. – Routledge, 2014.
23. Aghayere A., Vigil J. Structural Wood Design: ASD/LRFD. – CRC Press, 2017.
24. Aghayere A. O., Vigil J. Structural Steel Design. – Stylus Publishing, LLC, 2020.
25. Aksamija A. Integrating innovation in architecture: Design, methods and technology for progressive practice and research. – John Wiley & Sons, 2017.
26. Allen E. How buildings work: the natural order of architecture. – Oxford University Press, 2005.

27. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: materials and methods. – John Wiley & Sons, 2019.
28. Allen E., Rand P. Architectural detailing: function, constructibility, aesthetics.– John Wiley & Sons, 2016.
29. Ballast D. K. Architect's handbook of construction detailing. – John Wiley & Sons, 2009.
30. Bizley G. Architecture in detail. – Routledge, 2007.
31. Boothby T. E. Engineering Iron and Stone: Understanding Structural Analysis and Design Methods of the Late 19th Century. – American Society of Civil Engineers, 2015.
32. Carroll J. The Complete Visual Guide to Building a House. – The Taunton Press,, 2013.
33. Charleson A. Structure as architecture: a source book for architects and structural engineers. – Routledge, 2014.
34. Ching F. D. K. A visual dictionary of architecture. – John Wiley & Sons, 2011.
35. Ching F. D. K. Building construction illustrated. – John Wiley & Sons, 2020. 15.Ching F. D. K., Eckler J. F. Introduction to architecture. – John Wiley & Sons, 2012.
36. Choo B. S., MacGinley T. J. Reinforced concrete: design theory and examples. – CRC Press, 2002.
37. Corum N. Building a straw bale house: the red feather construction handbook. Princeton Architectural Press, 2005.
38. Curtin W. G. et al. Structural foundation designers' manual. – Blackwell Science, 1994.
39. Domone P., Illston J. (ed.). Construction materials: their nature and behaviour.  
– CRC Press, 2010.

**Архітектурні конструкції** [Текст] : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 191 Архітектура та містобудування / уклад. М.В. Нінічук – Луцьк : Луцький НТУ, 2024. – 86 с...

Комп'ютерний набір та верстка:  
Редактор:

М.В.Нінічук  
М.В.Нінічук

Підп. до друку «   » \_\_\_\_\_ 2024 р. Формат 60x84/16. Папір офс.

Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 4,5.

Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції

Луцького національного технічного університету  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75

Друк – відділ іміджу та промоції ЛНТУ