

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА</b> .....	6
1.1. Система перетворень в будівництві .....	6
1.2. Каркасні конструктивні системи будівель.....	8
1.3. Структура будівельного процесу .....	14
1.4. Загальні принципи організації роботи людей і робочих місць.....	19
1.4.1. Нормальні умови праці людини.....	19
1.4.2. Професія і кваліфікація робітників-будівельників.....	21
1.4.3. Принципи організації робочого місця виконавців. ....	23
1.4.4. Правила формування ланок і бригад робітників.....	25
1.5. Загальні відомості про механізацію будівельних процесів.....	28
1.6. Будівельна оснастка. ....	38
1.7. Нормування витрат праці і машинного часу на виконання будівельних процесів.....	44
1.7.1. Важкість і складність будівельних процесів.....	44
1.7.2. Загальні положення з нормування процесів. ....	47
1.7.3. Інноваційні методи нормування будівельних процесів.....	52
1.8. Методи організації процесів у технологічних потоках. ....	55
<b>2. АНАЛІЗ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ</b> .....	63
2.1. Конструктивне-технологічне рішення.....	63
2.2. Варіантне проєктування будівельних технологій.....	65
2.3. Варіанти технологій зведення каркасних будівель. ....	68
2.4. Технологічність виробів, конструкцій будівель і споруд. ....	71
2.5. Розрахунок точності монтажу збірних елементів і конструкцій. ....	75
2.6. Ефективність технологій зведення будинків і споруд. ....	87
<b>3. ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ І ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ</b> .....	90
3.1. Інноваційні технології зведення стовпчастих фундаментів .....	90
3.2. Інноваційні технології зведення пальових фундаментів.....	96
3.3. Технології зведення стін в ґрунті.....	102
3.4. Зведення будівель за методами «Up-Down» та «Top-Down». ....	110
<b>4. ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ЗБІРНИХ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ</b> .....	116
4.1. Класифікація та властивості збірних конструкцій. ....	117
4.2. Інноваційні стикові з'єднання збірних конструкцій. ....	120
4.3. Структура процесу зведення збірних каркасних будівель. ....	129
4.4. Методи монтажу каркасних будівель. ....	132
4.5. Методика вибору монтажних кранів.....	140
4.6. Способи виконання основних монтажних процесів. ....	146
4.6.1. Стропування конструкцій. ....	146
4.6.2. Процеси встановлення конструкцій на опори. ....	158
4.6.3. Тимчасове закріплення і вивірення конструкцій.....	160

4.7.	Особливості організації і механізації процесу монтажу конструкцій..	168
4.8.	Методи монтажу просторових блоків каркасних будівель. ....	178
<b>5.</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ</b>	<b>184</b>
5.1.	Класифікація і властивості монолітних конструкцій. ....	184
5.2.	Функціональні і технологічні допуски для геометричних параметрів монолітних конструкцій. ....	190
5.3.	Методи зведення монолітних каркасних будинків і споруд. ....	192
5.4.	Структура будівельного процесу зведення каркасних монолітних будівель. ....	196
5.5.	Способи виконання основних процесів улаштування монолітних конструкцій. ....	198
5.5.1.	Армування монолітних конструкцій каркасних будівель. ....	198
5.5.2.	Види опалубних систем. Процеси їх монтажу та демонтажу. .	209
5.5.3.	Вимоги до опалубних систем. ....	225
5.5.4.	Бетонування монолітних конструкцій каркасних будівель. .	231
5.5.5.	Догляд за бетоном. ....	242
5.6.	Технології влаштування полегшених плит перекриття. ....	247
5.6.1.	Технологія з використанням вставок-труб ( <i>Round-Tube</i> ). ..	248
5.6.2.	Використанням вставок-куль ( <i>Bubble Deck, Cobiax</i> ). ....	252
5.6.3.	Використанням вставок-ковпаків ( <i>Beeplate, U-Boot Beton</i> ). .	259
5.6.4.	Технологія з використанням легких повнотілих вставок-призм. .	262
5.7.	Технології влаштування ребристих плит перекриття. ....	264
5.7.1.	Композитні плити перекриття ( <i>Filigran, Quad-Deck</i> ). ....	264
5.7.2.	Влаштування ребристих плит ( <i>Ribbed &amp; Waffle Slab</i> ). ....	269
5.7.3.	Технологія влаштування часторебристих плит перекриття. .	271
<b>6.</b>	<b>ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВЕДЕННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ</b>	<b>274</b>
6.1.	Збірно-монолітні конструкції каркасних будинків. ....	274
6.2.	Інноваційні технології зведення збірно-монолітних будинків. ....	276
6.2.1.	Зведення збірно-монолітних будинків за КТР « <i>SCOP PPB</i> ». .	276
6.2.2.	Влаштування каркасів за технологією « <i>КУБ 3V</i> ». ....	277
6.2.3.	Влаштування каркасів за технологією « <i>Delta Beam</i> ». ....	280
6.3.	Зведення будівель з каркасами за методом « <i>Tilt-Up</i> ». ....	282
6.4.	Новації в конструкціях навісних стінових панелей. ....	288
<b>7.</b>	<b>ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ КАРКАСНОГО БУДІВНИЦТВА</b>	<b>291</b>
7.1.	Використання ковзної опалубки для каркасного будівництва. ...	291
7.2.	Комбіновані опалубні системи для улаштування сходово-ліфтових блоків каркасних будинків. ....	298
7.3.	Примусові методи монтажу конструкцій каркасних будівель.....	302
	<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>310</b>

## ВСТУП

Розвиток будівництва в сучасних умовах обумовлений великою потребою суспільства в ефективних будинках і спорудах, необхідністю зведення їх в короткі терміни. Пошуки оптимального поєднання комфорту внутрішнього простору і надійності будівлі приводять до масового використання каркасних конструктивних систем.

Історія будівельної галузі свідчить про суттєві зміни в конструктивних і планувальних рішеннях будинків і споруд. З'явилося більше проєктів з великою кількістю підземних поверхів. Значно збільшилась висота будівель. У сферу будівельних технологій зайшли останні досягнення робототехніки, сучасні вимірювальні прилади. Будівельні технології супроводжуються стрімким розвитком ефективних матеріалів і конструкцій.

Будівельні технології – галузь науки, що займається закономірностями технологічних процесів зведення будинків і споруд, з метою використання результатів дослідження для забезпечення необхідної якості з найвищими техніко-економічними показниками. Ази науки «будівельні технології» розкриваються в першій частині – «основи технологій будівельних процесів». Наступна частина присвячена зведенню сучасних будинків і споруд.

Навчальний посібник «Інноваційні технології каркасного будівництва» присвячений меті – надати знання і компетенції бакалаврам, магістрам та аспірантам у сфері сучасного будівництва, які їм знадобляться у практичній діяльності і при виконанні кваліфікаційної випускної роботи на здобуття відповідного ступеня. Аспірантам посібник буде корисним у проведенні досліджень у напрямку зведення будинків і споруд.

Для вивчення цієї компоненти освітньої програми здобувачі повинні мати знання і компетенції за попередньою частиною цієї науки – «Технологія будівельних процесів».

Автори навчального посібника за основну написання дотримувалися концепції методологічного (системного) подання інформації з достатнім ступенем формалізації й абстрагування.

Методологічний підхід насамперед означає розуміння причинно-наслідкових зв'язків технічних процесів у системі перетворення предмета праці в продукт. Далі, на основі викладених закономірностей можна переходити до розгляду реальних практичних прикладів.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА**

Технологічні системи в будівництві, а також системи в інших галузях виробництва, наприклад в машинобудуванні, мають загальні закономірності і теоретичні засади.

Основи технологічних систем складаються з теоретичних положень про структуру технологічних процесів, методи і способи виконання процесів. Системи містять положення і принципи зміни властивостей предметів праці, щодо організації праці робітників-будівельників, комплектування засобів механізації, визначення ефективності і вимоги до якості будівельних процесів.

Усі дії, які відбуваються в будівництві, описуються безліччю технологій, що утворюють універсальну множину, котру називають технологією зведення будинків і споруд.

Основною продукцією системи (метою) є будинки і споруди, які запроєктовані за різними конструктивними системами, за різним функціональним призначенням і споживчим попитом.

### **1.1. Система перетворень в будівництві**

Система – сукупність, утворена з багатьох елементів, упорядкованих за певними правилами (принципами). Між елементами системи відбувається певна взаємодія. Система може бути поділена на підсистеми різної складності. Будь-яка штучна система повинна мати структуру за певним призначенням.

Структура – це сукупність структурних елементів і відносин між ними. Система будівельних технологій ґрунтується на структурі будівельних процесів, рівні якої відповідають рівням структури будинків і споруд.

Метою системи перетворень в технології каркасного будівництва є готові до експлуатації будинки і споруди, в яких відбуваються різноманітні функціональні процеси: комфортне проживання; випікання хліба, перегляд концертних програм; зберігання різних матеріалів та ін.

У процесі зведення будинків і споруд будівельні матеріали, напівфабрикати і конструкції (предмети праці) зазнають різноманітних перетворень. У результаті цих перетворень з предметів праці отримують продукт праці - будинки і споруди.

Зміст перетворень, послідовність їх виконання становлять технологію будівництва (метод). Наука будівельних технологій оперує

поняттям «нормаль процесу», що співпадає за характеристикою і змістом з «системою перетворень в будівництві».

Нормаль процесу – сукупність характеристик організаційних, технічних, технологічних, санітарно-гігієнічних, фізіологічних та соціальних факторів умов праці досліджуваного процесу, встановлених з урахуванням сучасного рівня організації виробництва, будівельної техніки та технології, ефективного використання будівельної техніки, дотримання правил охорони праці.

Модель структури системи перетворення представлена на рис. 1.1 [1].

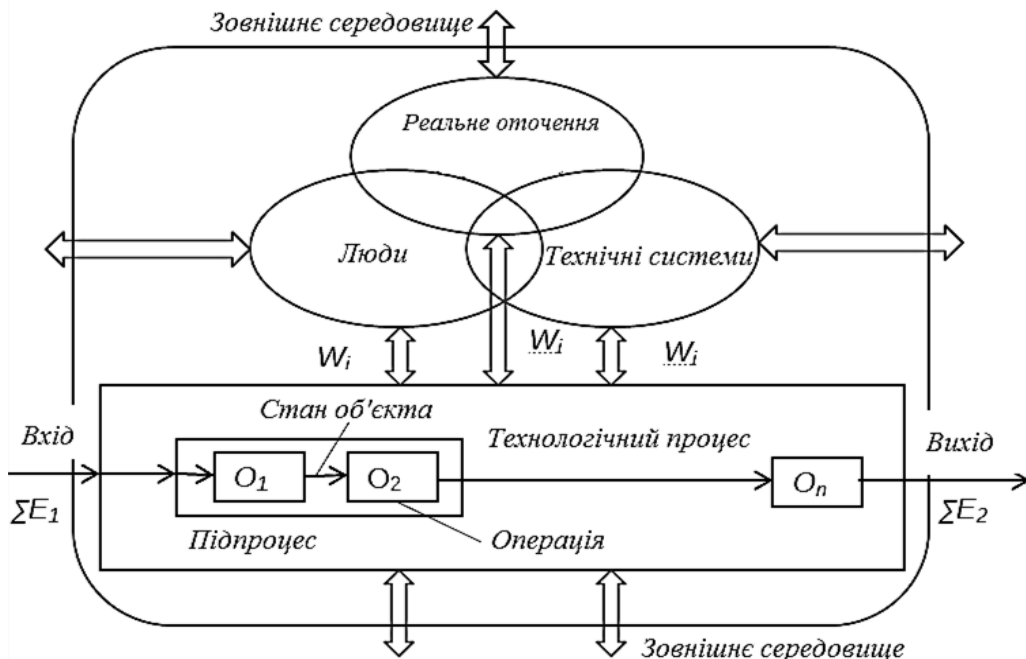


Рис. 1.1. Модель системи перетворення предмета праці в продукт:

$\Sigma E_1$  – сукупність властивостей предмету праці на вході;

$\Sigma E_2$  – сукупність властивостей продукту праці на виході;

$W_i$  – дії і протидії виконавців в технологічному процесі.

Суть моделі полягає в тому, що процес перетворення моделюється як система. Перетворення відбуваються завдяки тому, що різні виконавці впливають на зміну властивостей об'єкта перетворення. Стан об'єкта перетворень крок за кроком цілеспрямовано змінюється. Об'єкти в сукупному технологічному процесі переходять в проміжний стан за допомогою послідовного ряду дій. У збірному, монолітному і збірно-монолітному каркасному будівництві виконують переважно фізичні дії.

Виконавцями перетворень є люди (робітники) і технічні системи. Технічні системи включають до свого складу засоби механізації та автоматизації (машини, механізми і т. п.), дороги, систему обслуговування техніки, систему управління і виробництва будівельних машин і механізмів.

У системі перетворення бере участь реальне оточення. Воно охоплює всі джерела зовнішніх впливів в найближчому оточенні процесу перетворення. До реального оточення належать тільки ті його елементи, які мають зв'язки з елементами системи перетворень.

«Люди-виконавці» – це робітники певної професії і кваліфікації, тільки ті, хто виконує будь-який вид дій для певного перетворення. Сукупність впливів для здійснення перетворення складається з одиничних дій різноманітного характеру. Більшість дій фізичного характеру.

Технічні системи – це сукупність машин, механізмів й оснащення, за допомогою яких люди полегшують собі працю і досягають вищої якості і більшої продуктивності праці. Від рівня розвитку техніки залежать темпи зведення будинків і споруд. До технічних систем слід віднести дороги, мости і тунелі, які потрібні для переміщення машин, підкранові шляхи для встановлення і переміщення монтажних кранів.

У технологічному процесі неминучими є негативні впливи (перешкоди) і різноманітні відходи. Що менше відходів і негативних впливів, то безпечнішим є технологічний процес.

Негативні зв'язки з людьми характеризують рівень безпеки їх роботи, отже, чим менший їх вплив, тим краще.

Ефективність системи перетворення може бути оцінена за якістю і собівартістю продукції (будинку або споруди). Завжди є суперечність між цими двома критеріями. Люди прагнуть мати якомога якісніший продукт, але при цьому витратити якнайменше коштів і сил. Від ухвалення правильних рішень у сфері технології будівництва значною мірою залежить кінцевий результат, який може задовольнити потреби людей.

Будівля як продукт технології проходить кілька етапів так званого життєвого циклу – від ідеї до проектування, від проекту до його реалізації, від введення будівлі в експлуатацію до моменту його утилізації. На всіх етапах застосовують певні технології, які докладно висвітлені в посібнику.

## **1.2. Каркасні конструктивні системи будівель.**

Основною продукцією будівельної галузі виробництва є будинки і споруди. Будинки – це будівлі, що складаються з несучих та огорожувальних або сполучених (несуче-огорожувальних) конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для

проживання або перебування людей, а споруди – для розміщення устаткування, тварин, рослин, а також інших предметів.

До будинків відносяться: житлові будинки, гуртожитки, готелі, ресторани, торговельні будівлі, промислові будівлі, вокзали, будівлі для публічних виступів, для медичних закладів та закладів освіти та ін.

Остів будівлі може бути представлений за різними конструктивними системами (КС). Конструктивна система будівлі – сукупність взаємопов'язаних будівельних конструкцій, що забезпечують міцність, твердість і стійкість будівель на стадії їх зведення і в період експлуатації під дією розрахункових навантажень і впливів [2].

Конструктивні системи будинків і споруд класифікують за формою і положенням у просторі несучих конструкцій. Визначають їх за видом вертикальних несучих конструкцій. В основі класифікації лежать чотири основні типи КС: каркасні; стінові; стовбурні й оболонкові (рис. 1.2).

*Будівлі стінові (КС1).* Залежно від схеми розміщення несучих стін в плані будівлі і характеру спирання на них плит перекриття розрізняють поперечно-стінові, поздовжньо-стінові; перехресно-стінові системи. У монолітних і збірно-монолітних будівель з монолітними або збірно-монолітними зовнішніми і внутрішніми стінами найчастіше застосовується перехресно-стінова конструктивна система.



Рис. 1.2. Класифікація будівель за конструктивними системами.

*Будівлі каркасні (КС2).* Термін «каркас» походить від французького (*carcasse*) — кістяк, конструкція, що несе. Каркаси будівель можуть бути збірними, монолітними і збірно-монолітними. Міцність, стійкість і

просторова жорсткість каркасних систем досягається утворенням рам. У поперечному напрямку просторова жорсткість забезпечується в'язями та спільною роботою перекриттів і вертикальних конструкцій.

У каркасних будівлях основними вертикальними несучими конструкціями є колони або пілони, а горизонтальними – балки (ригелі). Конструкція балок може бути схована в тілі монолітної плити. Конструктивні каркасні системи поділяються за напрямом розміщення ригелів. Найчастіше застосовують поперечні рамні конструктивні системи (рис. 1.3).

Типи каркасів розрізняються за такими ознаками:

1. За матеріалами проєктують каркаси: залізобетонні (монолітні, збірні, збірно-монолітні); металеві (збірні, збірно-монолітні) (рис. 1.4); комбіновані каркаси (наприклад, колони залізобетонні, а ферми сталеві) (рис. 1.5).

2. За схемою розташування рам: з поздовжнім, поперечним, перехресним розташуванням ригелів і з безпосереднім спиранням перекриттів на колони (рішення без ригелів).

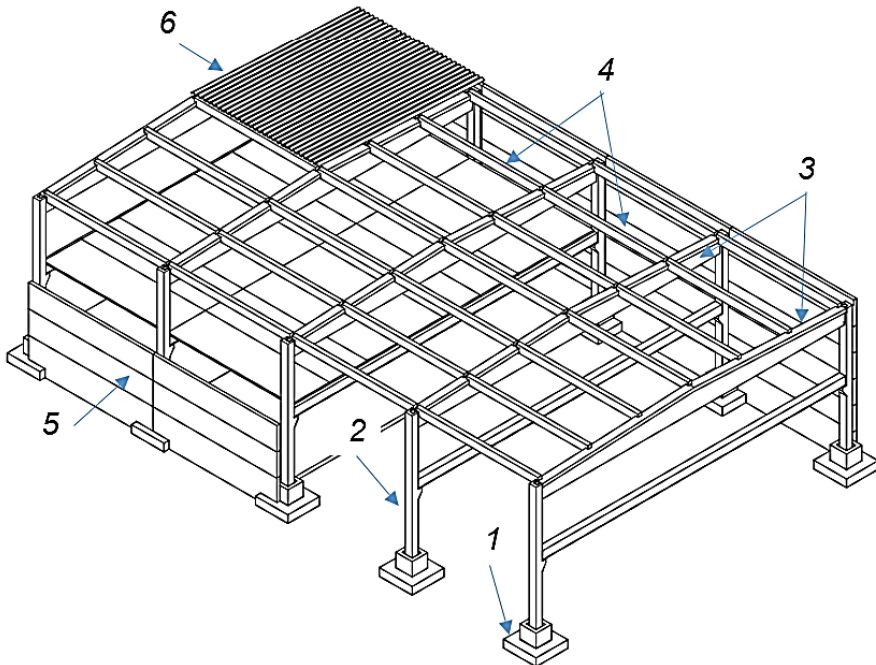


Рис. 1.3. Каркасна одноповерхова будівля з поперечним розташуванням збірних рам з залізобетонних конструкцій:

- 1 – фундамент; 2 – колони; 3 – балки; 4 – прогони;
- 5 – огорожувальні конструкції стіни; 6 – плити покриття.



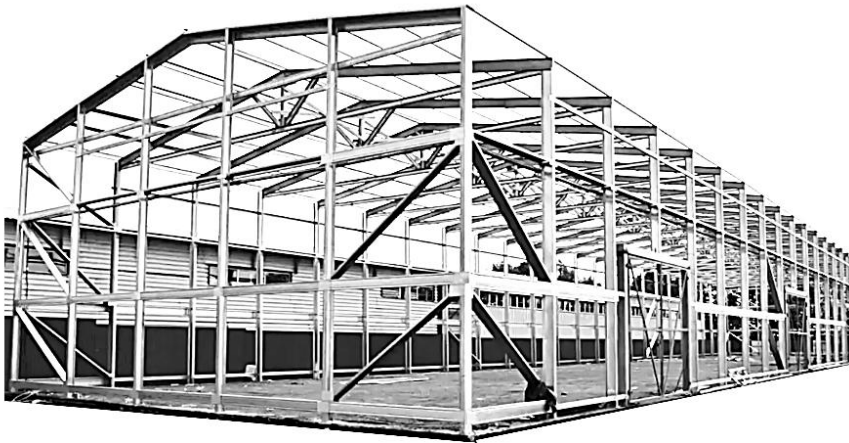


Рис. 1.4. Каркас одноповерхової будівлі з металевих конструкцій.



Рис. 1.5. Каркасна будівля з поперечним розташуванням рам комбінованої конструкції за матеріалами: колони залізобетонні, покриття металеве.

3. За характером статичної роботи: рамні з "жорсткими" (монолітними) з'єднаннями елементів у вузлах (перетинах) каркасу; зв'язкові зі зварними з'єднаннями вузлів, що відрізняються простотою конструктивного виконання, але за принципом геометричної незмінності системи, що мають зв'язки жорсткості, що встановлюються між колонами та ригелями каркаса; рамно-зв'язкові з жорсткими з'єднаннями вузлів у

поперечному напрямку та зварними з'єднаннями - у поздовжньому напрямку [3].

Каркасний тип будівлі доцільний там, де потрібні приміщення з великою вільною площею, а також в умовах, коли будівля сприймає великі статичні або динамічні навантаження.

*Будівлі стовбурні (КС3).* Тип будівель, які за висотою віднесені до висотних, у яких стовбур виконує функцію несучого елемента. На стовбурі закріплені перекриття консольного або іншого типу.

У чистому вигляді стовбурні будівлі практично не використовують – їх об'єднують частіше з каркасами (рис. 1.6), утворюючи стовбурно-каркасну конструктивну систему (КС 3-2).

*Будівлі оболонкові (КС4).* Оболонка – несуча суцільна або решітчаста конструкція, яка, як правило, розміщується по зовнішньому периметру будівлі або споруди. Зосередження основної маси несучих конструкцій по зовнішньому контуру будівлі істотно підвищує її жорсткість.

Оболонкові споруди широко використовуються для зберігання сипучих матеріалів та рідини (ємності), для розміщення машин, літаків, споруд типу стадіонів, концертних залів тощо. Споруди типу склепінь і куполів проєктують для укриття людей, теплиць, виставкових центрів (рис. 1.7).

Оболонкові будівлі також об'єднують з каркасом або стовбуром, утворюючи оболонково-каркасну (КС 4-2) або оболонково-стовбурну (КС 4-3) конструктивну систему.

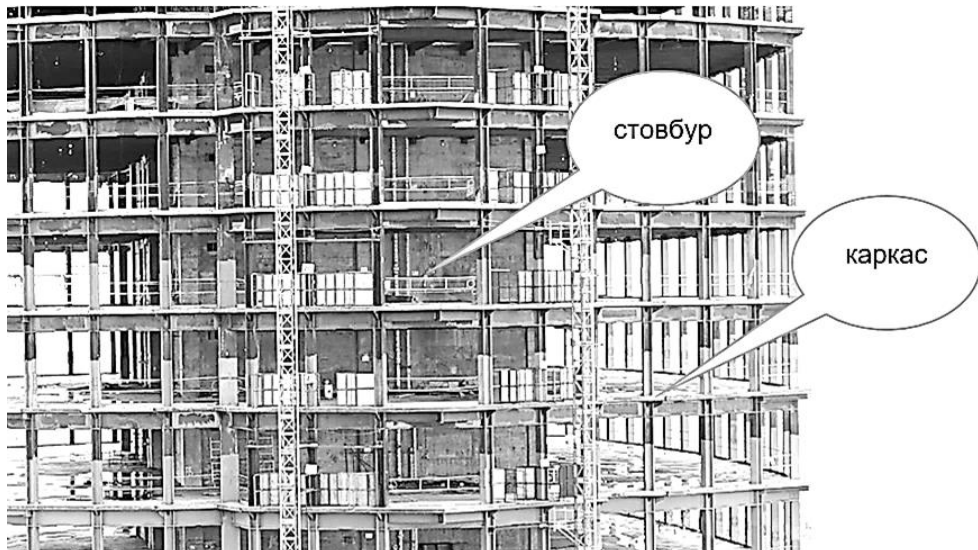


Рис. 1.6. Приклад стовбурно-каркасної системи будівлі.

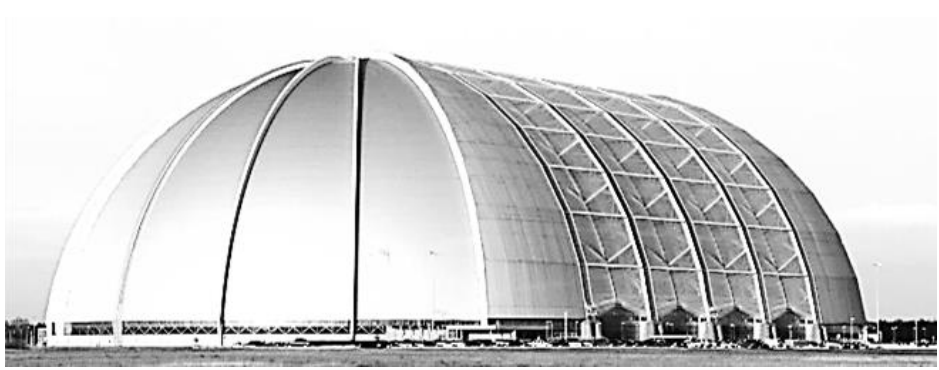


Рис. 1.7. Оболонкова каркасна споруда у формі дирижабля.

Каркасні будинки завжди об'єднують зі стіновими вставками у вигляді ліфтових шахт, сходово-ліфтових та санітарно-технічних блоків. Вертикальні конструкції монолітних каркасних будівель проектують не тільки у вигляді колон. Функцію вертикальних конструкцій рам виконують пілони – короткі стіни завдовжки 0,9-1,5 м (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Каркасний монолітний будинок з вертикальними несучими конструкціями у вигляді пілонів (коротких стін).