

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Любешівський технічний фаховий коледж Луцького
національного технічного університету»



БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

ЧАСТИНА II «ПРОМИСЛОВІ БУДІВЛІ»

для здобувачів освітньо-професійного ступеня **фаховий молодший бакалавр**
освітньо-професійної програми «**Будівництво та експлуатація будівель і споруд**»
галузі знань **G Інженерія, виробництво та будівництво**
спеціальності **G 19 Будівництво та цивільна інженерія**
денної форми навчання

УДК 624

С 12

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар _____ Н.М.Корець

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»,
протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників будівельного профілю, будівництва та цивільної інженерії ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»,

протокол № _____ від «_____» _____ 2025 р.

Голова випускної циклової (методичної) комісії _____ Данилік С.М

Укладач: _____ Савчук С.М., викладач

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Т. П. Кузьмич, методист коледжу

Будівельні конструкції [Текст]: конспект лекцій Частина II «Промислові будівлі» для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузь знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності 619 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С. М. Савчук – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 112 с.

@С. М. Савчук, 2025

Зміст

| | |
|---|-----------|
| Вступ..... | 5 |
| Розділ 2. Промислові будівлі..... | 6 |
| Каркаси промислових будівель..... | 6 |
| <i>Тема 1. Елементи і конструктивні схеми промислових будівель.....</i> | <i>6</i> |
| 1.1 Класифікація промислових будівель..... | 6 |
| 1.2 Основні елементи промислових будівель..... | 8 |
| 1.3 Класи промислових будівель..... | 14 |
| 1.4 Вимоги до промислових будівель..... | 15 |
| 1.5 Проектування промислових будівель..... | 16 |
| 1.6 Типові схеми промислових будівель..... | 18 |
| 1.7 Уніфікація..... | 24 |
| <i>Тема 2. Каркаси їх види і елементи.....</i> | <i>27</i> |
| 2.1 Каркаси одноповерхових будівель..... | 27 |
| 2.2 Фундаменти..... | 29 |
| 2.3 Фундаментні балки..... | 33 |
| 2.4 Колони..... | 35 |
| 2.5 Загальна характеристика балок і балкових кліток..... | 39 |
| Покриття промислових будівель..... | 43 |
| <i>Тема 3. Покриття промислових будівель.....</i> | <i>43</i> |
| 3.1 Несучі конструкції покриттів..... | 43 |
| 3.2 Великопрольотні і просторові покриття..... | 46 |
| 3.3 Покриття..... | 53 |
| <i>Тема 4. Світлові та аераційні ліхтарі.....</i> | <i>58</i> |
| 4.1 Класифікація ліхтарів..... | 58 |
| 4.2 Конструктивні рішення ліхтарів..... | 60 |
| Конструктивні схеми багатоповерхових будівель..... | 62 |
| <i>Тема 5. Каркаси багатоповерхових промислових будівель.....</i> | <i>62</i> |
| 5.1 Каркасні будівлі з рамною конструктивною схемою..... | 62 |
| 5.2 Каркасні будівлі з рамно зв'язковою конструктивною схемою..... | 66 |
| 5.3 Каркасні будівлі з зв'язковою конструктивною схемою..... | 70 |
| <i>Тема 6. Великопанельні будівлі.....</i> | <i>75</i> |
| 6.1 Конструктивні схеми будівель..... | 75 |
| 6.2 Типи панелей..... | 79 |
| 6.3 Конструкції і спряження елементів будівлі..... | 81 |
| 6.4 Деформаційні шви..... | 86 |
| Великорозмірні елементи будівель..... | 88 |
| <i>Тема 7. Об'ємно блочні будівлі.....</i> | <i>88</i> |
| 7.1 Конструктивні схеми об'ємно блочних будівель..... | 88 |
| 7.2 Типи блоків..... | 90 |

| | |
|--|------------|
| 7.3 Будівлі із збірних об'ємних блоків–кімнат і квартир..... | 91 |
| 7.4 Конструкції і спряження елементів будівлі..... | 96 |
| <i>Тема 8. Моноліти і збірно-монолітні будівлі.....</i> | <i>102</i> |
| 8.1 Конструктивні схеми монолітних будівель..... | 102 |
| 8.2 Конструктивні схеми збірно-монолітних будівель..... | 104 |
| 8.3 Типи монолітних будівель..... | 107 |
| 8.4 Конструкції і спряження елементів будівлі..... | 109 |
| Використана література..... | 111 |

Вступ

Дисципліна «**Будівельні конструкції**» вивчає конструкції сучасних житлових, громадських та промислових будівель; планувальні й об'ємно просторові схеми; основи архітектурно-конструктивного проектування; методи виконання будівельних робіт в особливих умовах; засоби архітектурної композиції та принципи формування гармонійного архітектурного середовища. Вона займає провідне місце серед спеціальних дисциплін будівельного напрямку.

Завдання курсу - отримання студентом системних знань та практичних вмінь з підбору сучасних будівельних конструкцій, проектування громадських будинків, складання архітектурно-будівельних креслень та читання робочих креслень.

Мета вивчення дисципліни «**Будівельні конструкції**» полягає у засвоєнні знань про конструктивні елементи будівель та набутті вмінь якісного читання робочих креслень. Оволодіння цими навичками забезпечить правильне виконання будівельно-монтажних робіт відповідно до проєктно-кошторисної документації, дозволить організувати їх у необхідній технологічній послідовності та сприятиме дотриманню вимог охорони праці.

Розділ 2. Промислові будівлі

Каркаси промислових будівель

Тема 11. Елементи і конструктивні схеми промислових будівель

1.1 Класифікація промислових будівель

Промислові підприємства класифікують за галузями виробництва, які є складовими частинами народного господарства країни, до яких відносяться *промисловість, сільське господарство, транспорт, будівництво* та ін.

Промислові будівлі призначені для розміщення промислових виробництв, які забезпечують необхідні виробничі потужності для працюючих.

Класифікація:

Промислові будівлі поділяються на наступні категорії:

1. За галузю виробництва (енергетика, чорна металургія, кольорова металургія, машинобудування, металообробка тощо - всього більше 15 великих галузей) будівлі розрізняють тому, що кошторисна вартість промислових будівель береться загальною разом з обладнанням, на відміну від цивільних будинків підприємства.

2. За роллю у виробничому процесі (призначенням):

а) виробничі або основні – будівлі, в яких розміщені цехи, що випускають основну готову продукцію або напівфабрикати. Це можуть бути металообробні, механозбірні, термічні, ковальсько-штамповочні, мартеновські цехи, цехи з виробництва залізобетонних конструкцій і ткацькі, цехи з обробки харчових продуктів, цехи допоміжного виробництва;

б) енергетичні - до них відносяться будинки ТЕЦ, що постачають промисловим підприємствам електроенергію, тепло, котельні, електричні і трансформаторні підстанції, компресорні станції та ін.

в) транспортно-складські будівлі, що включають гаражі, стоянки напольного промислового транспорту, склади готової продукції, напівфабрикатів і сировини, пожежні депо і т.п.

г) допоміжні будівлі, до яких відносяться будівлі для розміщення адміністративно-конторських приміщень і приміщень громадських організацій, приміщень для приладів пунктів живлення і медичних пунктів.

3. За об'ємно-планувальним і конструктивним рішенням:

а) за конструктивними системами – стінові і каркасні;

б) за числом прольотів – однопрольотні і багатопрольотні;

в) за числом поверхів – одноповерхові і багатоповерхові.

В сучасному будівництві переважають одноповерхові будівлі (приблизно 80% від загального обсягу будівництва), бо вони мають певні переваги. В них кращі умови для розміщення обладнання, організації виробничих потоків, застосування різноманітних транспортних і вантажопідйомних приладів. А також будуються

будівлі змішаної поверховості.

г) за конструктивними схемами покриттів:

- *каркасні площинні* (з покриттями по фермах, рамах, арках);
- *каркасні просторові* (з покриттями-оболонками одинарної і подвійної кривизни, складками);
- *висячі* різноманітних типів;
- *пневматичні* (в тому числі повітряно-опорні і повітряно- несучі).

д) за наявністю підйомно-транспортного обладнання – на безкранові і кранові (з підвісними, мостовими або козловими кранами).

4. За видом матеріалу несучих конструкцій:

- а)** із залізобетонним каркасом (збірним, монолітним, збірно- монолітним);
- б)** зі сталевим каркасом;
- в)** із цегляними несучими стінами і покриттям по залізобетонних, металевих або дерев'яних конструкціях;
- г)** зі змішаним каркасом (колони, залізобетонні ферми і підкранові балки металеві).

5. За системою опалення:

- а)** неопалювані;
- б)** опалювані;

До *неопалюваних* відносяться будівлі, в яких виробництво супроводжується надмірним тепловиділенням (так звані гарячі цехи: литейні, прокатні тощо).

До *опалюваних* відносяться всі інші промислові будівлі, де за санітарно-гігієнічним або технологічними умовами вимагається позитивна температура повітря в холодну пору року.

6. За системою вентиляції:

- а)** з *природною* вентиляцією або аерацією через спеціальні отвори в огорожувальних конструкціях;
- б)** зі *штучною* приточно-витяжною вентиляцією з допомогою вентиляторів і системи повітропроводів;

7. За системою освітлення:

- з природним освітленням;
- зі штучним освітленням;
- із суміщеним (інтегрованим) освітленням.

В будівлях без природного освітлення і без ліхтарів застосовують електричні лампочки.

8. За вибухо- та пожежонебезпечністю виробництв будинки згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 відносять до категорій:

Категорія А – у приміщеннях обертаються чи знаходяться *горючі гази, легкозаймисті рідини* з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що

можуть утворювати **вибухонебезпечні паро-газоповітряні суміші**, при запаленні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що **перевищує 5 кПа**. Наприклад, до категорії А відносяться *будівлі підприємств основної хімії, нафто-газопереробки*.

Категорія Б – у приміщеннях обертаються чи знаходяться *горючі пили чи волокна, легкозаймисті рідини* з температурою спалаху більше 28 °С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати **вибухонебезпечні пило-повітряні або пароповітряні суміші**, при запаленні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що **перевищує 5 кПа**. Наприклад, до категорії Б відносяться *будівлі підприємств здрібнення і сортування вугілля у сухому стані, переробки зерна тощо*.

Категорія В – у приміщеннях обертаються чи знаходяться *горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали* (у тому числі пил і волокна), речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним тільки **горіти**, за умови, що приміщення, у яких вони наявні або обертаються, не відносяться до категорій А або Б. Наприклад, до категорії В відносяться *будівлі підприємств обробки горючих, але вибухобезпечних речовин, таких як паперові або ткацькі фабрики*.

Категорія Г – коли у приміщеннях обертаються чи знаходяться *негорючі речовини і матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані*, процес обробки яких супроводжується виділенням **променистого тепла, іскор і полум'я; пальні гази, рідини і тверді речовини**, що спалюються або підлягають утилізації як паливо. Наприклад, до категорії Г відносяться *будівлі плавильних підприємств, котельні*.

Категорія Д – у приміщеннях обертаються чи знаходяться *негорючі речовини і матеріали в холодному стані*.

1.2 Основні елементи промислових будівель

Фундамент – підземна частина будівлі, яка передає навантаження від надземної частини на основу. Основа частина ґрунту, яка приймає вагу всієї будівлі. Підшва фундаменту – поверхня фундаменту, що безпосередньо передає навантаження на основу. Для виготовлення фундаментів використовують різні матеріали: залізобетон, бутобетон, збірного залізобетону і т.д. Фундаменти під залізобетонні колони промислових будівель, які є основними несучими елементами каркасної будівлі, роблять у вигляді окремо стовпів ступінчатої форми виготовлених переважно із залізобетону або збірного залізобетону.

Стіна – це вертикальний або нахилений під кутом конструктивний елемент: за розташуванням у плані вона може бути зовнішньою і внутрішньою; за статичною функцією – несучою, самонесучою і навісною. Несуча стіна сприймає

вертикальні та горизонтальні навантаження від конструкцій покриття, перекриттів, сходів і передає їх на фундамент. Самонесуча стіна спирається на фундамент і передає йому вертикальні навантаження тільки від своєї власної ваги. Навісна стіна складається з окремих елементів, що кріпляться до несучих вертикальних або горизонтальних конструкцій будівель. Саме такі стіни найчастіше використовуються у сучасних виробничих будівлях. В якості навісних елементів використовуються або залізобетонні або тришарові сандвіч-панелі з мінеральної палити та двобічного личкування зі сталевого, рідше алюмінієвого, листа. Несучі зовнішні стіни роблять із червоної або силікатної цегли чи бетонного каменю. Товщина стін залежно від кліматичних умов виконується:

- для I-го кліматичного поясу (північної зони) 2,5 цегли – 64см;
- для II-го кліматичного поясу (середньої зони) 1,5 (2) цегли – 38см (51см);
- для III-го кліматичного поясу (південної зони) 1,5 цегли – 38см.

Каркас – скелет будівлі або споруди; стрижньова несуча система, що сприймає навантаження та впливи і забезпечує міцність і стійкість будівлі або споруди.

Перекриття – горизонтальна або інколи похила конструкція, що розділяє внутрішній об'єм будівлі на поверхи. В залежності від розташування розрізняють перекриття: міжповерхові, що розділяють суміжні за висотою поверхи; горищні, що відділяють приміщення верхнього поверху від горища; надпідвальні, що відділяють приміщення першого поверху від підвалу. Плити перекриття служать для перекриття будівлі.

Підлога залежать від функціонального призначення і характеру приміщень. Підлоги повинні бути міцними і довговічними, тобто добре чинити опір стиранню, зминанню або удару; жорсткими, не ковзкими та безшумними під час ходіння та їзді транспортних засобів; гігієнічними – легко очищуватись від пилу та бруду; естетичними – гармонійно поєднуватись з композиційним рішенням інтер'єру; зручними в експлуатації – не утворювати пилу, легко ремонтуватись; економічними – мати мінімальні показники собівартості, трудомісткості та максимальний термін експлуатації.

В промисловому будівництві використовують більше 80-ти типів покриттів підлог. У залежності від матеріалу покриття розрізняють підлоги: безшовні із суцільним покриттям, із штучних, із рулонних та із листових матеріалів. Безшовні підлоги виготовляють із бетону та бетону з різними домішками, асфальтобетону, цементно-піщаного розчину, полімерів тощо.

Покриття – верхня зовнішня огорожувальна конструкція, призначена для ізоляції та захисту внутрішнього простору будівлі від атмосферних опадів, вітру, негативних температур та сонячного перегріву і складається з даху та горищного

перекриття. Покриття можуть бути плоскими (горизонтальними і похилими), багатогранними і криволінійними та по прогонах (для невеликих будівель, рис. 5.4) і без прогонів (більш економічні і розповсюджені, рис. 5.5).

Дах – вид покриття у вигляді надбудови над переkritтям останнього поверху. Він складається з однієї або кількох похилих площин, що утворюють над верхнім переkritтям горище. Несуча частина даху складається з кроквяної системи, що влаштовується із дерев'яних, металевих або залізобетонних конструкцій (крокв, прогонів, стояків, підкосів тощо) та покрівлі (азбестоцементної, металевої, черепичної, гонтової тощо).

Перегородка – внутрішня вертикальна огорожувальна конструкція, що служить для розділення суміжних приміщень. Вона спирається на міжповерхові переkritтя або на підлогу перших поверхів. Виконується з цегли та інших штучних будівельних матеріалів, гіпсокартону, скла, органічного скла, склоблоків, металу, залізобетону та інших матеріалів в залежності від призначення.

Сходи – нахилені східчасті конструктивні елементи, призначені для пересування людей між поверхами або приміщеннями, розташованими на різних рівнях. Для захисту від вогню та задимлення сходи ізолюють від інших приміщень вогнестійкими вертикальними стінами. Такі стіни, простір, відгороджений ними, та розташовані в ньому сходи і площадки називають сходовою кліткою. Сумарна ширина східцевих маршів залежно від кількості людей, що є на найбільш заселеному поверсі приймають із розрахунку 0,6м на 100 чоловік. Ширина маршу східців не більше 2,4м. В кожному марші встановлюють не менше 5 і не більше 18 сходинок. Ширина східцевої клітки 2,4м; 2,8м; 3,2 м. Довжина – 5,6м; 6,0м; 6,8м. Ширина маршу – 1,25м. Об'ємно-планувальний елемент будівлі, що включає сходову клітку, шахти ліфтів та обслуговуючі їх площадки, називають сходово-ліфтовим вузлом.

Ліфт – стаціонарний підйомник із кабіною або платформою, що рухається по жорстких напрямних. У сучасних будівлях та спорудах експлуатують, як правило, ліфти з електричною тягою періодичної дії, у яких закрита кабіна переміщується в закритій шахті, а відкривання дверей синхронізоване із зупинками на певних рівнях (поверхах). Основні елементи: лебідка, кабіна, шахта, напрямні, противага.

Вікно – світлопрозоре заповнення прорізу в зовнішніх стінах будівель, призначене для природного освітлення, інсоляції та вентиляції приміщень. Заповнюються віконними блоками, які складаються з віконної коробки і зашкленних віконних рам. На сьогодні найефективнішими є металопластикові вікна з дво або трикамерними склопакетами. В особливо холодному кліматі використовуються чотирикамерні склопакети. Для вибухонебезпечних виробництв застосовують лише вікна з одинарним склом. В цегляних загородженнях вікна

повинні бути шириною 200, 250, 400см дерев'яні чи пластикові. В панельних або блочних шириною від 200 до 600см металеві чи пластикові.

Ліхтар – застосований проріз у покрівлі будівлі. Найчастіше – це надбудова над покрівлею будівлі, призначена для природного освітлення і природної вентиляції (аерації) приміщень. За формою поперечного перерізу може бути трикутним, прямокутним, зубчастим, трапецієподібним та М-подібна

На ліхтарях передбачається відвід води. Прорізи світлових ліхтарів заповнюються глухими або такими, що відчиняються, застосованими рамами.

В аераційних ліхтарях виконують глухі або регульовані жалюзі чи стулки.

Світлові та аераційні ліхтарі широко використовують при будівництві машинобудівних цехів.

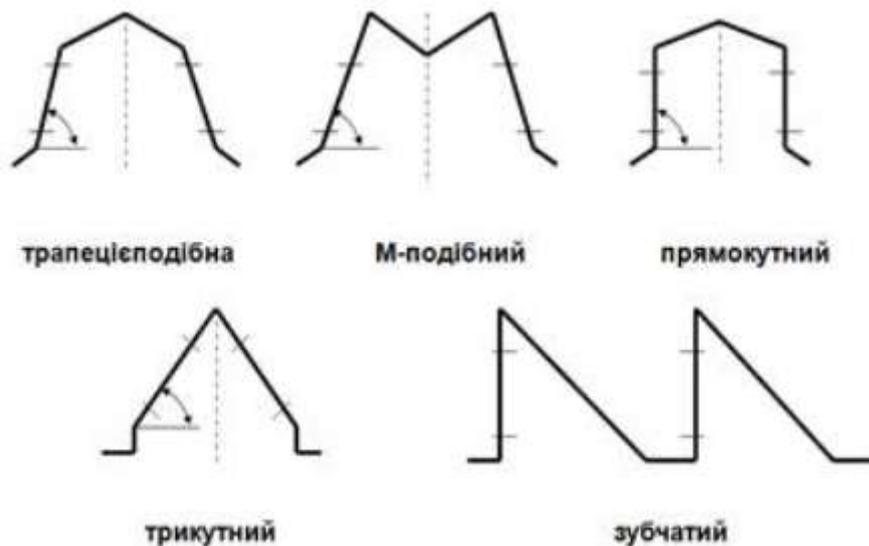


Рис. 1.1 Види ліхтарів

Двері – проріз у стінах будівлі, призначений для проходу, що з'єднує окремі приміщення або внутрішній і зовнішній простір будівлі.

Заповнюють дверним блоком, що складається з дверної коробки, до якої на завісах кріплять дверні полотна. Двері встановлюються за умовами пожежної безпеки. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу назовні або на сходову клітку для одноповерхових будинків 50...100м, для багатоповерхових 30...75 м. Сумарна ширина дверей, коридорів або проходів на шляхах евакуації приймається з розрахунку не менше 0,6 м на 100 чоловік. Гранична ширина проходів не менш 1 м, коридорів 1,4 м, дверей 0.8...2.4 м×2 м, маршів і площадок сходових 1,15...2,4 м. Відкриваються двері в напрямку виходу з будівлі. Кількість виходів повинна бути не менш двох. По вертикалі двері висотою: 2,1м або 2,5м. Ширина дверей – 2м.

Колони – залежать від ширини прогонів, вантажопідйомності кранів і кроку колон. Крок – відстань між осями розбивання в плані будівлі. Залежно від домінуючого в плані напрямку кроку може бути повздовжнім або поперечним.

Прив'язку колон крайніх рядів і зовнішніх стін до повздовжніх осей розбивання проводять згідно з будівельними нормами таким чином:

- зовнішні грані колон і внутрішні поверхні стін суміщають із повздовжніми осями розбивання в будівлях без мостових кранів при кроці колон 6м або 12м і в будівлях, що обладнанні мостовими кранами до 30т, при кроці колон 6м і висоті від підлоги до низу несучих конструкцій перекриття менше 16,2м (рис. 5.8, а,б);

- зовнішні грані колон і внутрішні поверхні стін зміщують з повздовжніх осей розбивки на 250мм в будівлях, які обладнанні мостовими кранами до 50т включно, при кроці колони 6м і висоті від рівня підлоги до низу несучої конструкції покриття 16,2м і 18м, а також при кроці колони 12м і висоті 8,4...18м (рис. 5.8, в).

Розміри перерізу залізобетонних колон повинні бути не менше 30×30см. В більшості випадків вони становлять 400×400мм, 500×500мм, 600×600мм (рис.5.9). Для кранів з вантажопідйомністю 100т і більше – 500мм.

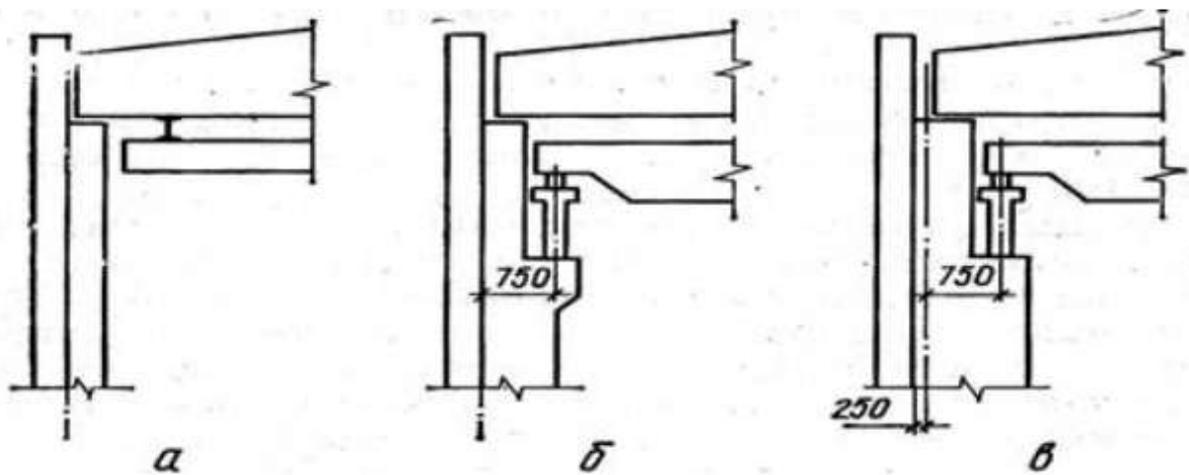


Рис. 1.11 Прив'язка колон і стін до поздовжніх осей розмітки в будівлях:

а – без мостових кранів;

б – з мостовими кранами до 30т;

в – з мостовими кранами до 50т

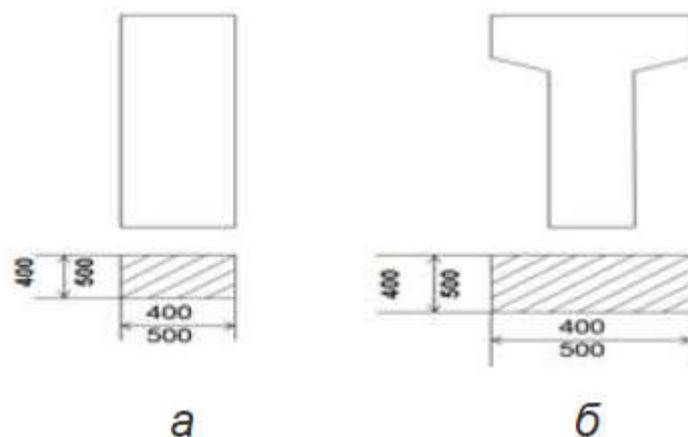


Рис. 1.3 Колони для без кранового цеху:

а – колони крайніх рядів; *б* – колони середніх рядів

Ворота – призначені для захисту приміщень у холодний час року у воротах ставлять тамбури з обігрівачами різних типів.

Розміри проємів для воріт промислових будівель уніфіковані і складають: 2,4×2,4м; 3×3м; 3,6×3м тощо. Розміри повинні бути кратними 600мм. Найменша ширина воріт не менше 1,8м і має перевищувати найбільшу ширину транспортних засобів не менше ніж на 600мм. Висота воріт для безрейкового транспорту не менше 2,4м і повинна перевищувати висоту транспортних засобів не менше ніж на 200мм. Глибина і ширина тамбурів визначаються транспортними засобами.

Підкранові балки – конструкції, якими пересуваються мостові підйомні крани, що обслуговують виробничі приміщення.

Опорами підкранових балок служать колони. Мостові крани пересуваються по рейках, які вкладені на верхній пояс балки. Балки використовуються таврові та двотаврові.

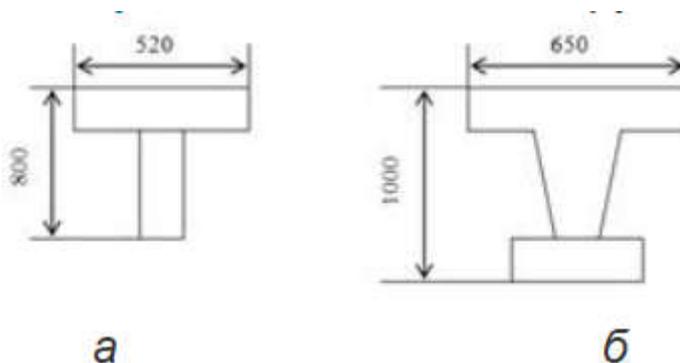


Рис. 1.12 Підкранові балки:
а – таврова балка; *б* – двотаврова балка

Ферми бувають стропильні та під стропильні.

Стропильні служать для підтримання прогонів і сприйняття діючих на них навантажень. Ферми бувають залізобетонні та металеві. Сегментні ферми використовують для скатних покрівель. З паралельними поясами для плоских покрівель (рис. 5.13). Основними розмірами ферми є її прогін (ширина прогону будівлі) і висота. Прогони уніфіковані і приймаються кратними 6м. Металічні ферми використовуються для ковальсько-пресових, ливарних цехів за наявності мостових кранів $Q=20$ т і більше, ширині прогонів більше 24м. Для ширини прогону 30м мінімальна висота 2200мм, максимальна – 3450мм, для ширини прогону 36м відповідно – 2200мм і 3700мм.

Опадовий шов – необхідний для побудови будівлі на неоднорідних ґрунтах коли виникає небезпека появи тріщини на границі ґрунтів. Для попередження цього на стику ґрунтів роблять опадовий шов, який розділяє будівлю на частини, які незалежно одна від одної переміщуються у вертикальних площинах.

Температурний шов – попереджає появу температурних напруг. Температурні шви передбачають вільне горизонтальне переміщення суміжних

частин будівлі. Вони можуть бути повздовжні та поперечні. Відстань між температурними швами для будівель, що опалюються, із збірних каркасних конструкцій – 60м, для тих, що не опалюються – 40м, якщо будівля із сталевим каркасом, відповідно, до 120...150м і до 90м.

1.3 Класи промислових будівель

Незалежно від галузі **промисловості будівлі** підрозділяють на чотири основні групи: виробничі, енергетичні, будівлі транспортно-складського господарства та допоміжні будівлі або приміщення. До виробничих відносять будівлі, в яких здійснюється випуск готової продукції або напівфабрикатів. Їх підрозділяють на багато видів відповідно галузях виробництва.

Серед них механоскладальні, термічні, ковальсько-штампувальні, ткацькі, інструментальні, ремонтні та ін. До енергетичних відносять будівлі ТЕЦ (теплоелектроцентралей), котельні, електричні і трансформаторні підстанції та ін. До будівель транспортно-складського господарства відносять гаражі, склади готової продукції, пожежні депо та інших допоміжних будівель відносять адміністративно-конторські, побутові, пункти харчування, медичні пункти та ін. Характер об'ємно-планувального і конструктивного рішення промислових будівель залежить від їх призначення і характеру технологічних процесів.

Будівлі підрозділяють на чотири класи, причому до I класу відносять ті, до яких пред'являються підвищені вимоги, а до IV класу — будівлі з мінімальними вимогами. Для кожного класу встановлені свої експлуатаційні якості, а також довговічність і вогнестійкість основних конструкцій будівель.

Установлено три ступені довговічності промислових будівель:

I ступінь — не менше 100 років;

II — не менше 50 років;

III — не менше 20 років.

За ступенем вогнестійкості будівлі і споруди підрозділяють на п'ять ступенів. Ступінь вогнестійкості, що характеризується групою займистості і межею вогнестійкості основних будівельних конструкцій, приймається: для будівель I класу — не нижче II ступеня, для будинків II класу — не нижче III ступеня. Для будинків III і IV класів ступінь вогнестійкості не нормується.

За архітектурно-конструктивними ознаками промислові будівлі підрозділяють на одноповерхові, багатоповерхові та змішаної поверховості. Виробництва, в яких технологічний процес протікає по горизонталі і характеризуються важким і громіздким обладнанням, великогабаритними виробами та значними динамічними навантаженнями, доцільно розміщувати в одноповерхових будівлях. В даний час в одноповерхових промислових будівлях розміщується близько 75 % промислових виробництв. В залежності від числа

прольотів одноповерхові будівлі можуть бути одно-і багатопроектними.

Проектом називається обсяг *промислового будівлі*, обмежений по периметру рядами колон і перекриттів за однопроєктною схемою. Відстань між поздовжніми рядами колон називають шириною прольоту. У багатоповерхових будівлях розмішують виробництва з вертикально спрямованими технологічними процесами для підприємств легкої, харчової, радіотехнічної і аналогічних їм видів промисловості (при поверхневих навантаженнях на міжповерхові перекриття 45 кН/м²). Їх, як правило, споруджують багатопроектними. На перших поверхах розташовують виробництва, мають більш важке обладнання, виділяють агресивні стічні води, у верхніх — виробництва, виділяють газові шкідливості, пожежонебезпечні, та ін.

За наявності підйомно-транспортного устаткування будівлі бувають кранові (з мостовим або підвісним транспортом) і бескранові. За матеріалом основних несучих конструкцій будівлі можна розділити: з залізобетонним каркасом (збірні, збірно-монолітні і монолітні); зі сталевим каркасом; з цегляними стінами і покриттям по залізобетонних, металевих або дерев'яних конструкцій. Крім перерахованих факторів промислової будівлі класифікують і за іншими ознаками: за системою опалення, вентиляції, освітлення, за профілем покриття.

1.4 Вимоги до промислових будівель.

Технологічні вимоги зумовлюють відповідність будівлі своєму призначенню, тобто будівля повинна забезпечувати нормальне функціонування розміщеного в ній технологічного устаткування й нормальний хід технологічного процесу в цілому. З урахуванням технологічних вимог вибирають вид і матеріал конструкцій, тип і вантажопідйомність підйомно-транспортного устаткування, забезпечують санітарно-гігієнічні умови працюючим у цеху, якість і характер опорядження. Цим вимогам підпорядковане об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі.

Технічні вимоги передбачають захист виробничих приміщень від впливу зовнішнього середовища і забезпечення міцності, стійкості, довговічності та опору конструктивних елементів при дії навантажень і виробничих шкідливостей (теплового випромінювання, вібрацій та ін.). До технічних вимог відносять також вимоги пожежної безпеки, дотримання якої передбачає достатній ступінь вогнестійкості будівлі, яка залежить від пожежної безпеки виробництва.

Індустріальні вимоги дають можливість спорудження будівель з індустріальних конструкцій та деталей заводського виготовлення.

Архітектурно-художні вимоги передбачають потребу надання виробничій будівлі виразного зовнішнього та внутрішнього вигляду завдяки гармонійному сполученню її окремих елементів, вибору відповідних матеріалів, високій якості робіт.

Економічні вимоги ставлять завдання при найменших затратах праці, засобів і часу одержати необхідну кількість виробничої площі. Важливим є зниження матеріалоемності виробничих будівель, що досягається за рахунок економічного вирішення плану будівлі, зменшення маси будівельних конструкцій і застосування ефективних матеріалів. Виробничі будівлі повинні задовольняти спеціальні вимоги, які зумовлені характером виробництва (надлишком тепловиділення та хімічних речовин). Загальні та спеціальні вимоги враховують у процесі проектування та спорудження виробничих будівель.

1.5 Проектування промислових будівель

Виробничі будівлі повинні мати просту конфігурацію в плані, при цьому доцільно уникати прибудов до корпусу, що надалі ускладнює розширення та реконструкцію виробництва.

Сучасна практика показує, що виробництва з однотипними, а іноді й різними технологічними процесами доцільно блокувати в одній будівлі. Звичайно, таке об'єднання не повинне суперечити санітарно-гігієнічним вимогам, пожежо- та вибухобезпеки.

Сучасні методи типізації ґрунтуються на застосуванні єдиної модульної системи і наскрізної уніфікації всіх будівельних параметрів будівель і споруд: розпланувальних і конструктивних виробів та ін.

Розробки комплексних типових проектів, типових проектних вирішень, креслень типових конструкцій і виробів, типових монтажних й архітектурних деталей дають змогу в більшості випадків при виконанні конкретних проектів обмежуватись складанням монтажних схем з посиланнями на відповідні робочі креслення типових конструкцій, виробів і деталей.

Для кожної галузі промисловості визначено на цій основі оптимальні розміри блоків, з яких можна компонувати виробничі будівлі потрібних розмірів.

Так, для підприємств машинобудування рекомендовано такі типи УТС (рис.11.1):

- розмірами в плані 144x72 і 72x72 м з сіткою колон – 24x12 і 18x12 м;
- висота прольотів безкранових і з підвісним транспортом вантажопідйомністю до 5 т включно – 6 і 7,2 м;
- висота прольотів з мостовими кранами вантажопідйомністю до 30 т включно – 10,8 і 12,6 м.

Прийнято також і додаткові секції. На рис.11.2 наведено приклад УТС. УТС багатопверхових будівель розроблено для будівель у 2, 3, 4, 5 поверхів, слід брати сітку колон 6x6 і 6x9 м.

Висота поверху має бути кратною 1,2 м, залежно від технологічних умов та габаритів устаткування вибирають 3,6; 4,8; 6,0 м. В одній будівлі допускається не більше двох висот.

Одним з важливих питань під час проектування виробничих будівель є організація людських і вантажних потоків та евакуації людей з будівлі.

Цех треба проектувати так, щоб люди мали можливість переміщуватись найкоротшим, зручним і безпечним шляхом. Робочі місця повинні мати вільний доступ. Не слід допускати пересічення в одній площині напружених вантажних і людських потоків. У місцях неминучих пересічень передбачають тунелі, переходи і проходи. Для переходу робітників на інший бік конвеєрів, рольгангів та інших рухомих пристроїв передбачають перехідні містки.

При проектуванні й спорудженні виробничих будівель обов'язково передбачають шляхи вимушеної (аварійної) евакуації людей із приміщень. Час евакуації визначається нормами й залежить від характеру виробництва. Аварійна евакуація людей із будівель звичайно відбувається в умовах високих температур, задимлення й загазованості. Для швидкої і безпечної евакуації людей потрібна достатня кількість виходів, певна протяжність і ширина шляхів евакуації та евакуаційних виходів. При цьому враховують, що час евакуації залежить від щільності потоку, тобто кількості людей (або суми площі їхніх проекцій, м²) на одиницю площі (м²), а також довжини шляху евакуації.

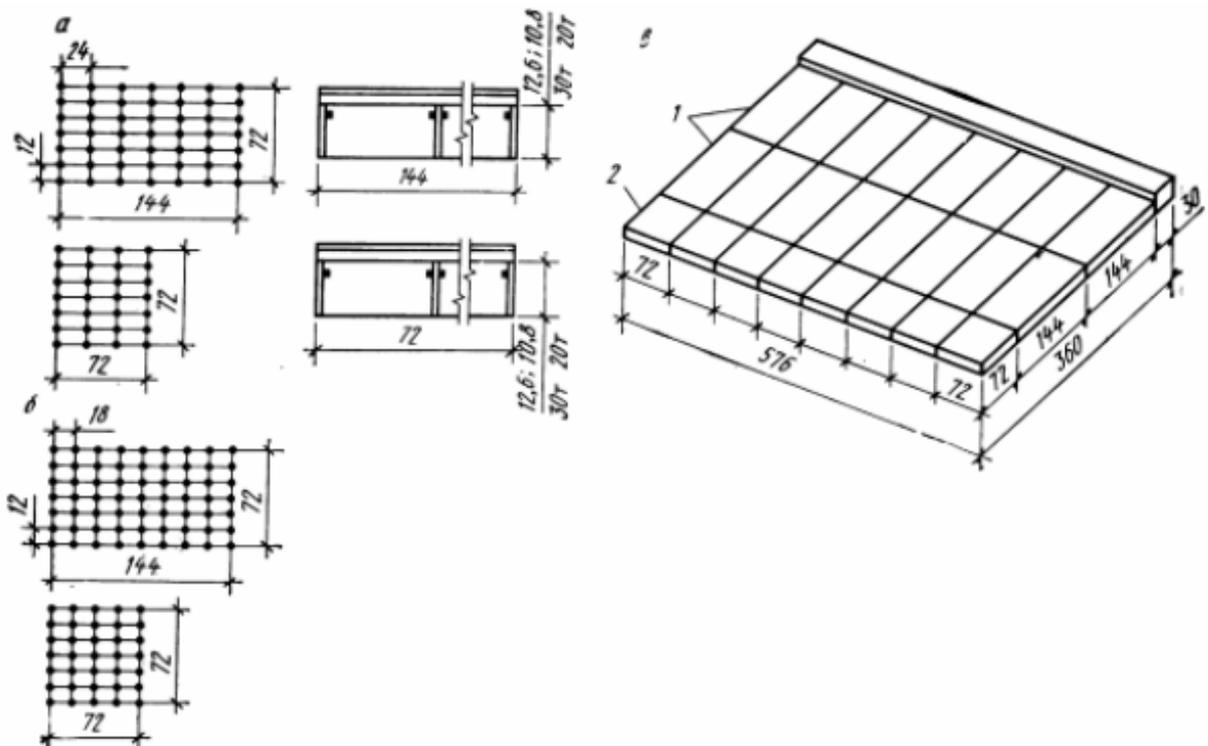


Рис. 1.13 Приклади габаритних схем уніфікованих типових секцій одноповерхових виробничих будівель:

а – при сітці колон 24x12м; *б* – те саме 18x12м; *в* – варіанти компонування будівель з типових секцій блоків; *1* – основні секції; *2* – добірні

Шляхи евакуації повинні бути по можливості прямими й без пересічення

іншими потоками. Двері на шляхах евакуації мають відчинятися в напрямі виходу з будівлі. Звичайно розробляють спеціальну схему евакуації людей із будівлі, а всіх працюючих у будівлі людей попередньо оповіщають про порядок евакуації в разі можливих аварійних умов.

Проектуючи виробничі будівлі, поряд з технологічними факторами треба враховувати низку фізико-технічних питань, що відіграють під час експлуатації будівлі винятково важливу роль. До них належать питання: *будівельної теплотехніки, вентиляції, в тому числі аерації; освітленості, боротьби проти надмірної інсоляції; боротьби з сніговими заметами; ізоляції від агресивних впливів; боротьби з виробничими шумами й вібрацією.*

При надмірній інсоляції, коли пряме й відбите сонячне проміння, потрапляючи в очі, заважає роботі і буває причиною травматизму, а також, нагріваючи опромінювані поверхні, спричинює перегрівання приміщень орієнтованим чином або будівлі в цілому або передбачають влаштування застаканих поверхонь, а також вживають конструктивних заходів проти інсоляції.

Важливим питанням є захист конструкцій від агресивних хімічних впливів раціональним вибором матеріалів, а також покриттям спеціальними фарбами.

Шуми і вібрації, що виникають від роботи машин і транспорту, шкідливо позначаються на організмі людини, знижують її працездатність і можуть спричинити деформації в конструкціях будівлі.

Основними заходами боротьби з ними є:

- встановлення устаткування на самостійних, відособлених від конструкцій будівлі опорах і фундаментах;
- влаштування під машинами в товщі фундаменту пружних прокладок і “екранів” із шпунтованих паль або траншей, засипаних пухким матеріалом; надійна ізоляція приміщень зі значними струмами й вібраціями від інших приміщень і розміщення їх на першій поверхні або в крайніх прольотах та ін.

Як уже зазначалось, промислові будівлі проектують на основі УТС і УТП. Типові проекти прив'язують до конкретних умов будівництва.

Проектування виробничих будівель має дві стадії: проектне завдання і робочі креслення. Прив'язку основних конструкцій будівель до координаційних осей роблять з додержанням правил.

1.6 Типові схеми промислових будівель

Основними об'ємно-планувальними параметрами будівлі є:

проліт, тобто відстань між координаційними осями поздовжніх рядів колон або стін;

крок, тобто відстань між координаційними осями поперечних рядів колон або стін;

висота, тобто відстань від рівня підлоги до низу несучої конструкції

покриття (в одноповерхових будівлях) або відстань між рівнем чистих підлог (у багатоповерхових будівлях).

Сукупність розмірів між колонами в поздовжньому і поперечному напрямках називають **сіткою колон**.

Елементи і конструктивні типи одноповерхових виробничих будівель

Одноповерхові будівлі призначені для виробництв із горизонтальними схемами технологічного процесу, з важким і громіздким устаткуванням, великогабаритними виробами й значними динамічними навантаженнями.

За конструктивним типом одноповерхові виробничі будівлі бувають:

Каркасні, що являють собою систему колон, зв'язану з покриттям. Каркасний тип будівель найчастіше застосовують у промисловому будівництві.

безкаркасні мають зовнішні несучі стіни, посилені пілястрами, вантажопідйомність кранів у таких будівлях до 5 т, проліт не перевищує 12 м.

З неповним каркасом мають зовнішні несучі стіни та внутрішні опори (колони, стовпи). Будівлі мають один, два прольоти й обладнані кранами невеликої вантажопідйомності.

Шатрові не мають вертикальних опор і зовнішніх стін. Покриття в таких будівлях спирається безпосередньо на фундамент. Залежно від характеру технологічного процесу одноповерхові будівлі за об'ємно-розпланувальним вирішенням можуть бути пролітного, зального, коміркового й комбінованого типу

У будівлях **пролітного типу** ширина прольотів переважає над кроком колон. Ці будівлі проектують у тих випадках, коли технологічні процеси спрямовані вздовж прольоту. Пролітні будівлі можуть мати один або декілька прольотів, бувають з кранами й без них, можуть бути з ліхтарями й без ліхтарів

У міжфермовому просторі пролітних будівель іноді розміщують технологічний поверх. Пролітні будівлі з технологічним обладнанням на вбудованих етажерках називають **павільйонними**. Такі типи будівель застосовують у хімічній і харчовій промисловості.

Основними конструктивними елементами сучасної одноповерхової пролітної будівлі є:

колони, які передають навантаження на фундаменти;

конструкції покриття, що складаються з несучої частини (балки, ферми, арки) й захисної (плити й елементи покриття);

підкранові балки, що встановлюються на консолі колон;

ліхтарі, що забезпечують потрібний рівень освітленості й повітрообмін у цеху;

вертикальні захисні конструкції (стіни, перегородки, конструкції застелення), причому конструкції стін спираються на фундаментні й обв'язувальні балки;

двері й ворота для руху людей і транспорту;

вікна, які забезпечують потрібний світловий режим у цеху

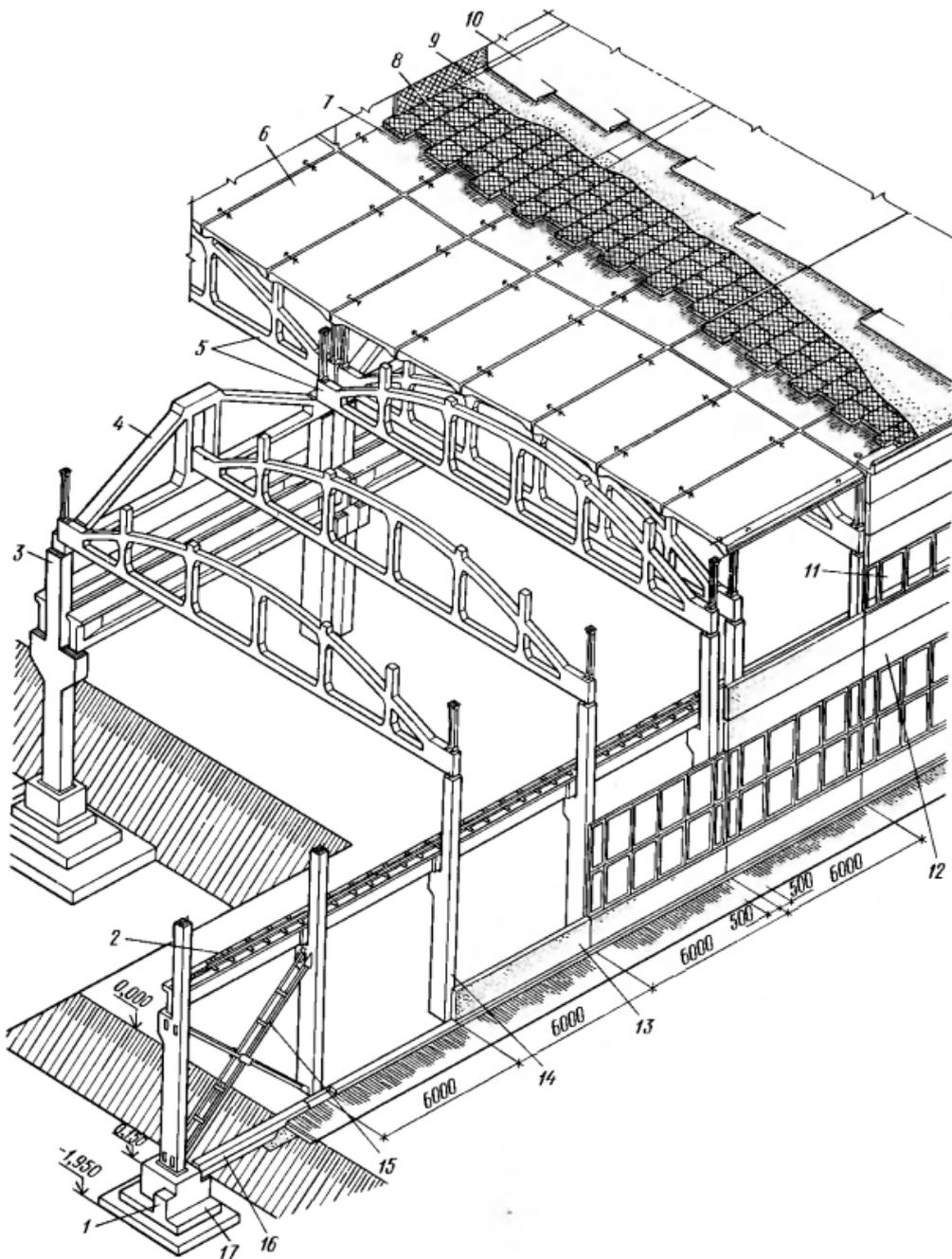


Рис. 1.14 Конструктивне рішення одноповерхової багатопролітної виробничої будівлі:

1 – бетонний підлив для оперття фундаментних балок; 2 – підкранова балка; 3 – колона середнього ряду; 4 – підкроквяна залізобетонна ферма; 5 – безрозкісна залізобетонна ферма; 6 – плита покриття; 7 – пароізоляція; 8 – утеплювач; 9 – цементна стяжка; 10 – багатошаровий руберойдовий килим; 11 – засклення; 12 – стінова панель; 13 – цокольна панель; 14 – колона крайнього ряду; 15 – металевий хрестовий вертикальний зв'язок між колонами; 16 – фундаментна балка; 17 – фундамент

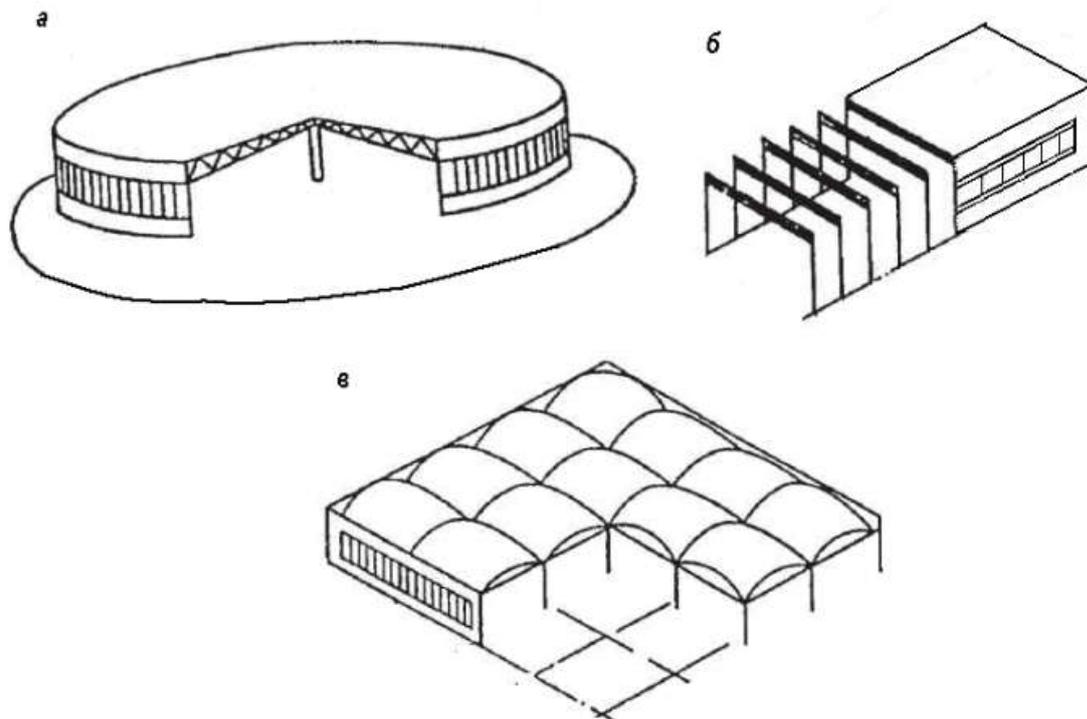


Рис. 1.15 Одноповерхові виробничі будівлі:

а- зального типу з центральною опорою; б – зального типу без проміжних опор; в- коміркові

Будівлі зального типу з прольотами 36 м і більше характерні для виробництва, що потребують значних вільних площ без внутрішніх опор, наприклад ангари, машинні зали ТЕЦ та ін.

У будівлях коміркового типу використовують квадратну сітку колон з невеликим поздовжнім і поперечним кроком. У них технологічні лінії розміщують у двох взаємоперпендикулярних напрямках. У цих будівлях є можливість часто модернізувати технологічний процес, тому їх називають універсальними або гнучкими. Будівлі коміркового типу найчастіше застосовують у машинобудівній промисловості.

Будівлі комбінованого типу являють собою поєднання перелічених вище типів

Елементи і конструктивні типи багатоповерхових виробничих будівель

У багатоповерхових будівлях розміщують виробництво з вертикально спрямованими технологічними процесами. Ці будівлі застосовують переважно в легкій, харчовій електротехнічній та інших видах промисловості. За конструктивним типом багатоповерхові будівлі бувають: каркасні, з неповним каркасом, з несучими стінами. Більшість сучасних будівель зводять каркасними. **Основними елементами каркаса є колони, ригелі, плити перекриттів і зв'язки.** Міжповерхові перекриття виконують зі збірних залізобетонних конструкцій двох типів: балкових і безбалкових. **Збірні каркаси** можуть бути вирішені за *рамною, рамно-зв'язковою або зв'язковою системою*.

За рамною системою каркаса просторова жорсткість будівлі забезпечується роботою самого каркаса, рами якого сприймають як горизонтальні, так і вертикальні навантаження. При рамно-зв'язковій системі вертикальні навантаження сприймаються рамами каркаса, а горизонтальні – рамами й вертикальними зв'язками (діафрагмами). У разі зв'язкової системи вертикальні навантаження сприймаються колонами каркаса, а горизонтальні – вертикальними зв'язками.

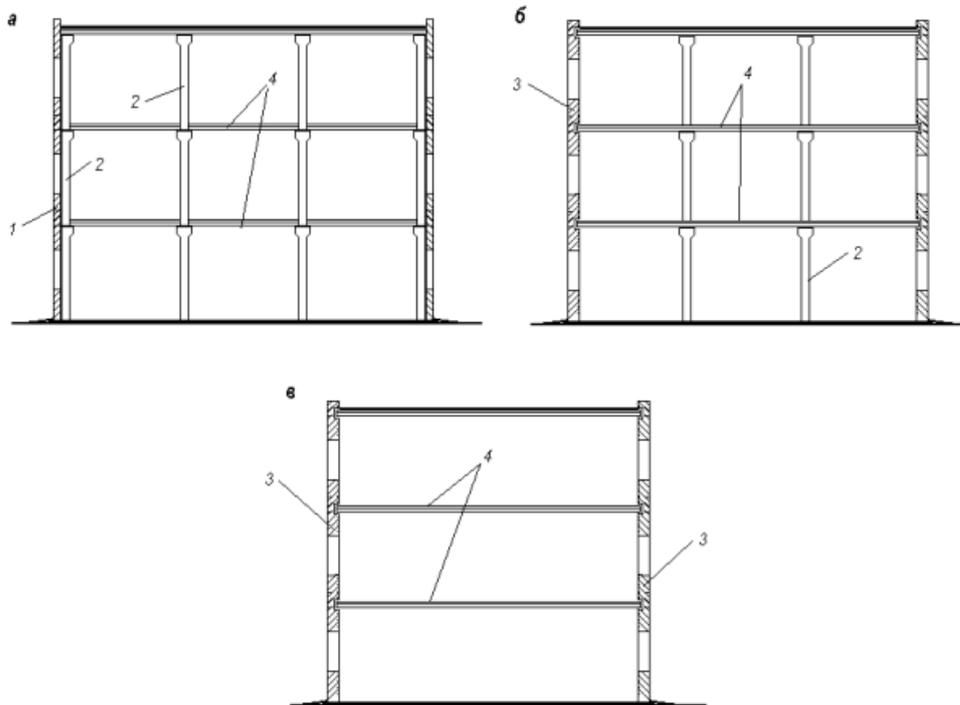


Рис. 1.16 Конструктивні типи багатоповерхових будівель:

а - каркасні; б - з неповним каркасом; з несучими стінами; 1 стіна; 2 колона; 3 - несуча стіна; 4- перекриття

За об'ємно-планувальним вирішенням багатоповерхові каркасні будівлі бувають: уніфікованого типу із сіткою колон 6×6 або 6×9 м з висотою поверху 3,6, 4,8, 6 м і кількістю поверхів до п'яти; з верхнім поверхом, обладнаним підвісним або мостовим краном; проліт такого поверху 12 - 24 м, а висота 7,2; 8,4; 10,6 м; з міжфермовими поверхами для розміщення адміністративно-побутових і технічних приміщень заввишки до 3 м; двоповерхові, в яких важке технологічне обладнання розміщують на першому поверсі, а більш легке на верхньому.

Для вертикального зв'язку між поверхами в багатоповерхових будівлях передбачають вантажні та пасажирські ліфти, які разом зі сходами об'єднуються у вузли. Для переміщення вантажу в межах поверху використовують наземний транспорт, підвісні конвеєри, крани та ін.

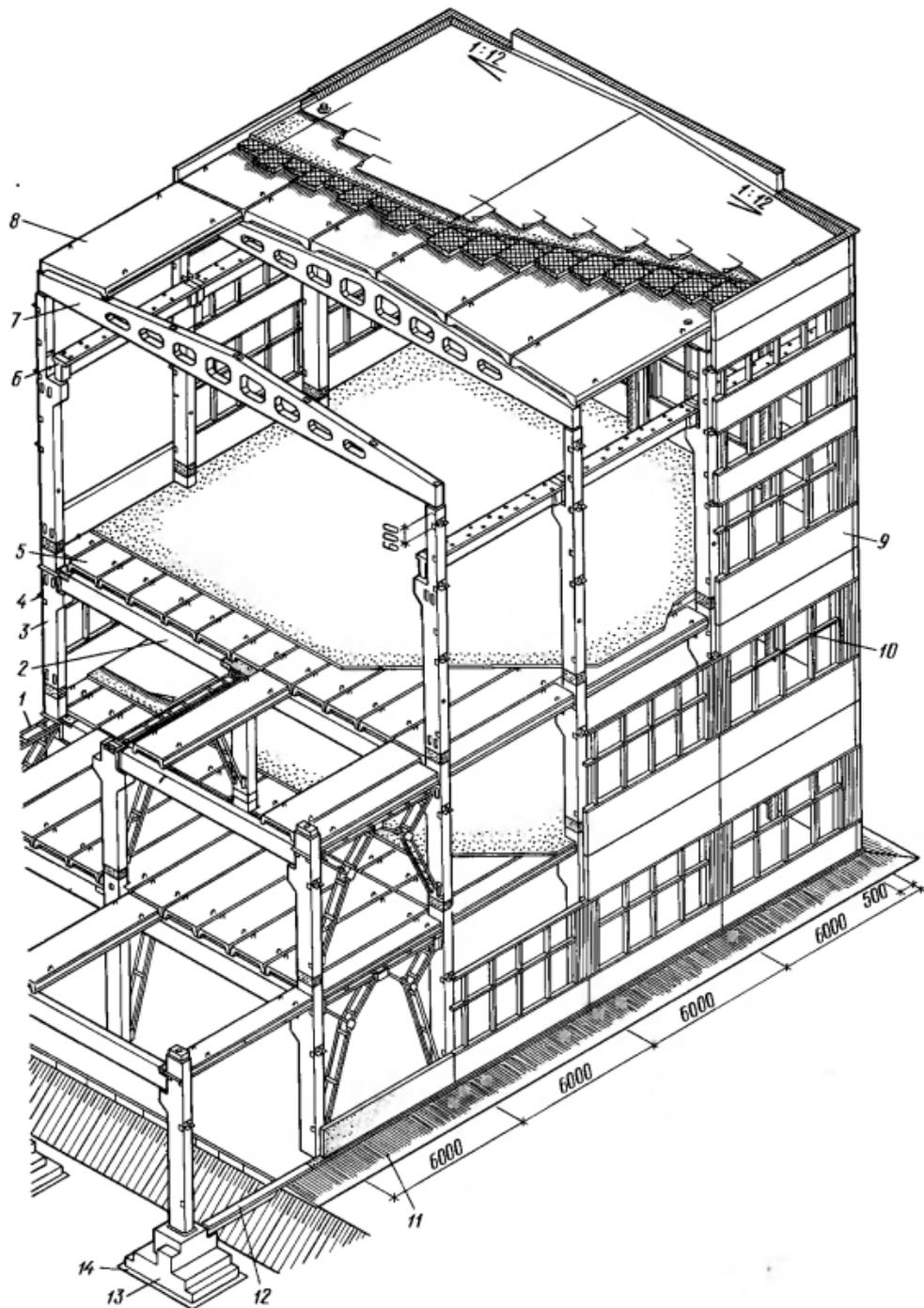


Рис. 1.17 Конструктивне вирішення багатоповерхової будівлі:
 1 – вертикальний зв'язок між колонами; 2 – ригель; 3 – колони; 4 – монтажний столик для оперття стінових панелей; 5 – плита перекриття залізобетонна, ребриста; 6 – залізобетонна підкранова балка; 7 – залізобетонна двосхила балка покриття; 8 – залізобетонна плита покриття; 9 – стінова панель; 10 – засклення; 11 – вимощення; 12 – фундаментна балка; 13 – бетонний прилив для оперття фундаментних балок; 14 – піщана підготовка

1.7 Уніфікація

Конкретні вимоги до будівель і споруд різного призначення, які визначають клас будівель або споруд, викладені у відповідних розділах будівельних норм та правил (СНіП), що відносяться до проектування конкретних об'єктів.

Зокрема, наприклад, залізничні та автодорожні тунелі відносяться до I класу, резервуари для води, водонапірні башти – до II класу, а насосні станції, бойлерні, опори ліній електропередачі відносяться до I, II і III класів. Спеціально розроблені типові проекти дозволяють багаторазово здійснювати будівництво виробництв, будівель і споруд. У них передбачається уніфікація, під якою розуміють встановлення доцільної однотипності об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель і споруд, конструкцій, деталей, устаткування з метою скорочення числа типорозмірів і досягнення взаємозаміни деталей.

Типізація елементів збірних конструкцій і уніфікація основних конструктивних схем будівель і споруд в значній мірі забезпечує індустріалізацію збірного будівництва. Основою типізації і уніфікації є єдина модульна система (ЄМС), яка виходить з градації основних габаритних розмірів будівель на базі єдиного модуля, рівного 100 мм, позначеного буквою М, або ж із збільшеного модуля, кратного М.

Для одноповерхових промислових будівель передбачена уніфікація прольотів, які прийняті кратними збільшеному модулю 60 М, тобто кратними 6 метрам, а саме 12; 18; 24; 30 і 36 м при кроці 6 або 12м. Збільшений модуль, рівний 6М (0,6м), прийнятий для висоти від рівня підлоги до низу покрівлі (від 3,6м до 18м).

Таблиця 1. Уніфіковані прольоти одноповерхових виробничих будівель

| Об'ємно-планувальні параметри | Будинку без мостових кранів | Будинку з мостовими кранами |
|-------------------------------|--|---|
| Ширина прогону | 9, 12, 18, 24, 30, 36 м | 18, 24, 30, 36 м |
| Крок колон | 6 й 12 м | 6 й 12 м |
| Висота будинку | 3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 7,2; 8,4; 9,6 м | 8,4; 9,6; 10,8; 12,0; 13,2; 14,4; 15,6; 16,8; 18,0 м |

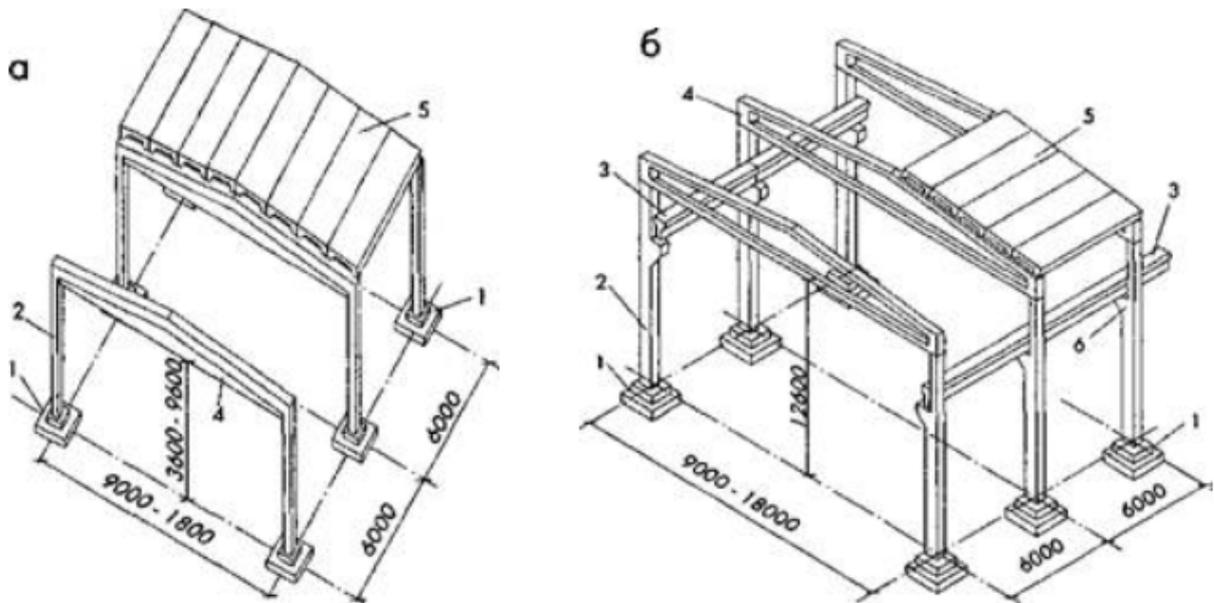


Рис.1.18 Конструктивні схеми уніфікованих одноповерхових промислових будівель за прольотів 9 ... 18м;

а - схема будівлі з кран-балками або монорельсом; б - схема будівлі з мостовими кранами.

1 - стовпчасті фундаменти;

2 - збірні залізобетонні колони;

3 - підкранові балки;

4 - несучі елементи покриття (балки);

5 - панелі покриття;

б - консолі колон

Багатоповерхові промислові будівлі проектують на основі уніфікованої сітки колон 6×6 ; 6×12 ; 12×12 м при висоті поверху, кратному збільшеному модулі 12М (1,2м). Для багатоповерхових цивільних будівель сітка колон несучих стін приймається на основі збільшеного модуля 2М (0,2м) розміром від 2,8 до 6,8 м, а висота поверхів – на основі збільшеного модуля 3М (0,3м), тобто 2,7; 3,3; 3,6м. Уніфіковані навантаження на перекриття приймають кратними 500 Н/м^2 (рис. 1.3). Визначення взаємного розташування елементів будівлі (споруди) і прив'язка будівлі (споруди) до будівельної координаційної сітки виконуються за допомогою модульних розбивочних осей його несучих конструкцій і відмітки висот найбільш характерних рівней. Для окремих елементів конструкцій, санітарно-технічних та інших установок застосовують розмірну прив'язку до ближніх розбивочних осей будівлі (споруди). Відмітку рівня поверху або конструкції відраховують від умовної нульової відмітки, причому за цю відмітку в будівлях, як правило, приймають рівень підлоги першого поверху.

Таблиця 1.1 Уніфіковані прольоти багатопверхових виробничих будівель

| Об'ємно-планувальні параметри | Значення параметрів |
|---|--|
| Ширина прогону | 6, 9, 12 м і більше, кратний 60М (додатковий прогін – вставка 3 м) |
| Сітка колон : а) балковий каркас б) безбалковий каркас в) у будинках з міжферменними поверхами | 6x6; 6x9; 6x12; (6+3+6)x6; (9+3+9)x6 м 6x6 м 6x12; 6x18; 6x24 м |
| Висота верхнього поверху в будинках з балковим каркасом | При ширині прогону верхнього поверху 18 м с підвісними кранами - 7,2 м с мостовими кранами - 10,8 м |
| Висота поверхів : а) балковий каркас б) безбалковий каркас в) у будинках з міжферменними поверхами | При прогоні 6 м: 3,6; 4,2; 4,8; 6,0 м , а для 1-го поверху також 7,2 м При прогоні 9 м: 3,6; 4,2; 4,8; 6,0 м, а для 1-го поверху й усіх поверхів з підвісними стелями також 7,2 м 4,8 й 6,0 м Виробничі поверхи: 4,8 й 6,0 м Міжферменні поверхи : 3,0 й 3,6 м |

За об'ємно-планувальним вирішенням багатопверхові каркасні будівлі бувають: уніфікованого типу із сіткою колон 6×6 або 6×9 м з висотою поверху 3,6, 4,8, 6 м і кількістю поверхів до п'яти; з верхнім поверхом, обладнаним підвісним або мостовим краном; проліт такого поверху 12 - 24 м, а висота 7,2; 8,4; 10,6 м; з міжфермовими поверхами для розміщення адміністративно-побутових і технічних приміщень заввишки до 3 м; двоповерхові, в яких важке технологічне обладнання розміщують на першому поверсі, а більш легке на верхньому

Для вертикального зв'язку між поверхами в багатопверхових будівлях передбачають вантажні та пасажирські ліфти, які разом зі сходами об'єднуються у вузли. Для переміщення вантажу в межах поверху використовують наземний транспорт, підвісні конвеєри, крани та ін.

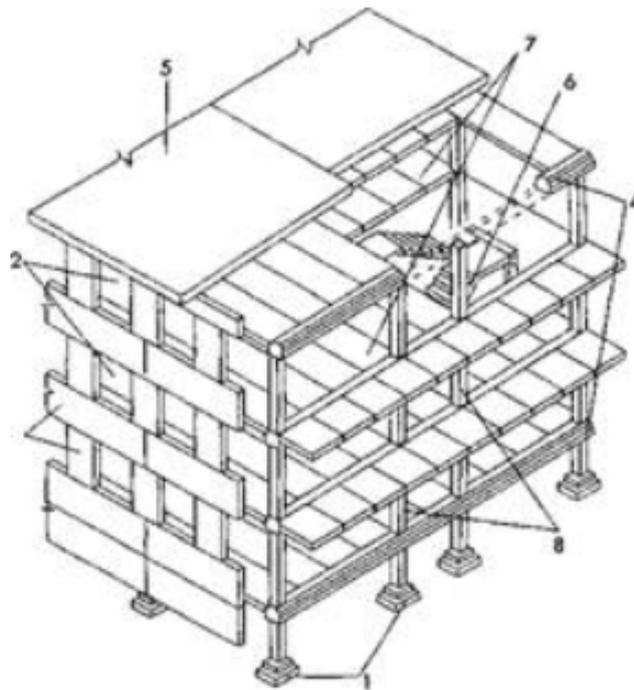


Рис. 1.19 Елементи багатоповерхових промислових будівель:
 1 - стовпчастий фундамент; 2 - віконний проріз; 3 - стінові панелі;
 4 - ригелі; 5 - покрівля; 6 - сходи; 7 - перекриття; 8 - колони

Тема 2. Каркаси їх види і елементи

2.1 Каркаси одноповерхових будівель

1. Каркаси промислових будівель.

Промислові будівлі за конструктивними системами бувають *стінові*, *каркасні* та *оболонкові*. Але в сучасному будівництві в основному застосовується каркасна система.

Каркас будівлі – просторова жорстка система лінійних несучих конструкцій, яка сприймає усі силові навантаження і передає їх на фундаменти. *Каркас складається з вертикальних і горизонтальних (похилих) елементів*. Вертикальні елементи мають узагальнюючу назву **стояк** (*опора, колона*), а горизонтальні – **ригель** (*балка*). Вони можуть бути суцільними або ґратчастими.

На каркас діють такі **силові та несилові** навантаження:

- *статичні постійні й тимчасові* (власна вага споруди, тиск ґрунту, вага обладнання, реакція опор тощо);
- *динамічні тимчасові* (тиск вітру, пересування обладнання, вантажів, транспорту, людей, вібрації від праці обладнання тощо);
- *перемінні температури, випаровування вологи або хімічних речовин, корозія, шум, інфільтрація повітря тощо.*

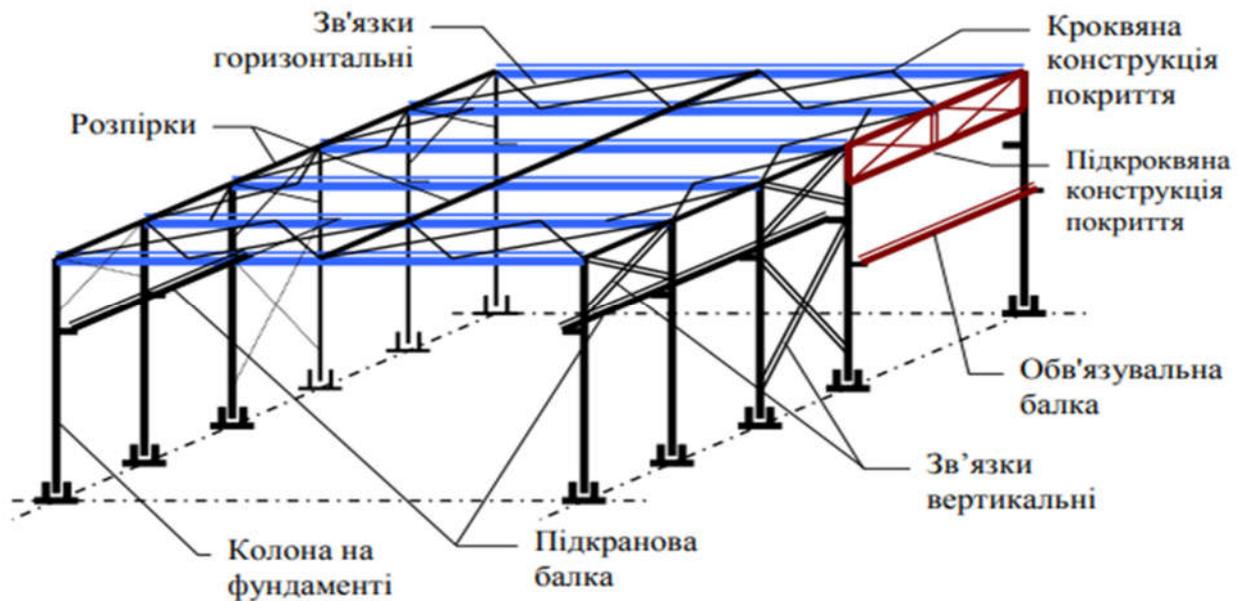


Рис. 2.1 Схема каркаса промислової будівлі

Площинна стержнева система, вертикальні та горизонтальні (похилі) елементи якої жорстко сполучені між собою в усіх або деяких вузлах, називається **рамою**. Таким чином, каркас будівлі можна уявити як систему зв'язаних між собою *рам*.

Залежно від характеру сполучення елементів *рами* один з одним, розрізняють такі схеми (рис. 2.11):

- *шарнірні*, у яких сполучення всіх елементів один з одним при розрахунку приймають шарнірними;
- *жорсткі*, у яких елементи жорстко сполучені один з одним;
- *змішані*, у яких частина елементів спрягається, шарнірно, а частина – жорстко (таку системи застосовуються найбільш часто).

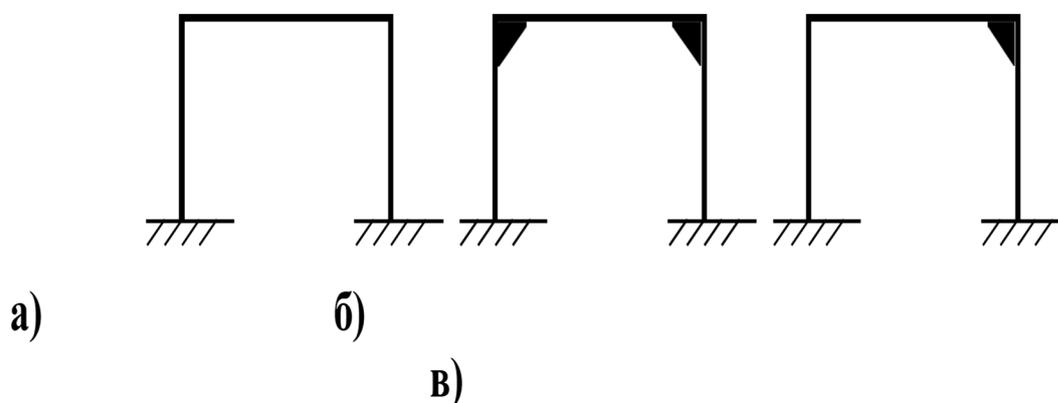


Рис. 2.11 Схеми сполучень елементів рами каркаса:

а) шарнірне; б) жорстке; в) змішане

При проектуванні каркас будівлі звичайно розчленовують на дві системи – *поперечну і подовжню*; робота кожної системи під навантаженням приймається незалежною.

До складу *поперечної системи* каркаса включають колони, ригелі (балки) перекриттів, кроквяні конструкції покриттів (балки, ферми).

До складу *подовжньої системи* каркаса включають колони (входять одночасно й у поперечну систему), підкранові балки, підкроквяні конструкції, вертикальні зв'язки і ті з подовжніх елементів, що одночасно виконують роль зв'язкових, забезпечуючи стійкість колон і незмінність системи.

Вибір елементів, що включаються до кожної із систем каркаса, роблять залежно від конструктивної схеми будівлі.

Для забезпечення просторової жорсткості каркаса між подовжніми та поперечними рамами встановлюють систему спеціальних конструкцій – *зв'язків*.

Розрізняють *зв'язки вертикальні та горизонтальні* (рис. 2.11).

У поперечній системі (рамі) каркаса колони звичайно проектують *жорстко забитими у фундаменті*, що забезпечує незмінюваність рам при шарнірних схемах і надає їм великої жорсткості, а в подовжній системі – *шарнірно обпертими*, причому незмінюваність подовжньої системи забезпечується постановкою по колонах *вертикальних зв'язків каркаса* (рис. 2.12).

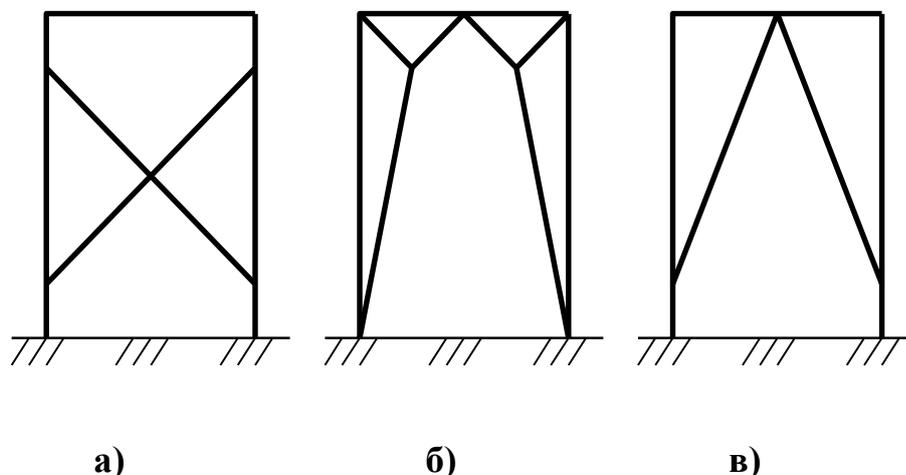


Рис.2.12. Схеми вертикальних зв'язків між колонами:

а) *хрестовий*; б) *портальний*; в) *розкісний*

Горизонтальні зв'язки розташовуються між ригелями рам і забезпечують стійкість при вітрових навантаженнях та роботі мостових кранів. Горизонтальні зв'язки встановлюються по верхніх та нижніх поясах основних несучих конструкцій покриття. Їх роль виконують великопанельні плити покриття, приварені до *ригелів*, або хрестові сталеві горизонтальні конструкції.

2.2 Фундаменти

Класифікація фундаментів виробничих будівель.

Залежно від конструктивного типу виробничої будівлі фундаменти класифікують по конструктивним схемам, матеріалу, характеру роботи та глибині закладання.

за конструкцією: стрічкові, стовпчасті, пальові, суцільні;

по матеріалу: з природного каміння, бутобетону, бетону і залізобетону;

за характером роботи: жорсткі та гнучкі; **за способом виготовлення:** монолітні, збірні, збірно-монолітні;

за глибиною закладання: фундаменти малозаглиблені, мілкового закладання, заглиблені та глибокого закладання

У будівлях безкаркасних або з неповним каркасом рекомендується влаштовувати стрічкові фундаменти із збірних елементів які служать для передачі навантаження на основи від цегляних стін будівель і споруд, опорних рам обладнання, в масивних конструкціях і т.п. Ці фундаменти улаштовуються аналогічно фундаментам громадських будівель.

У промисловому будівництві найчастіше застосовують будівлі каркасного типу.

В цих будівлях під колони каркаса передбачають стовпчасті фундаменти, а стіни спирають на фундаментні балки. Під збірні залізобетонні колони влаштовують фундаменти «стаканного» типу. Під сталеві колони і залізобетонні колони великого перерізу закладають фундаменти з підколонниками пенькового типу.

Стовпчасті фундаменти можуть влаштовувати монолітними або із збірних залізобетонних елементів.

Найбільш поширені монолітні фундаменти, збірні доцільно використовувати при площі підошви до 10—12 м² і невеликому закладанні

При слабких ґрунтах або ґрунтах, що осідають, та при великих ударних діях на ґрунт технологічного обладнання у виробничих будівлях під колони можуть влаштовувати пальові фундаменти у вигляді куца паль, стрічкові — під ряди колон, або суцільні — під будівлю.

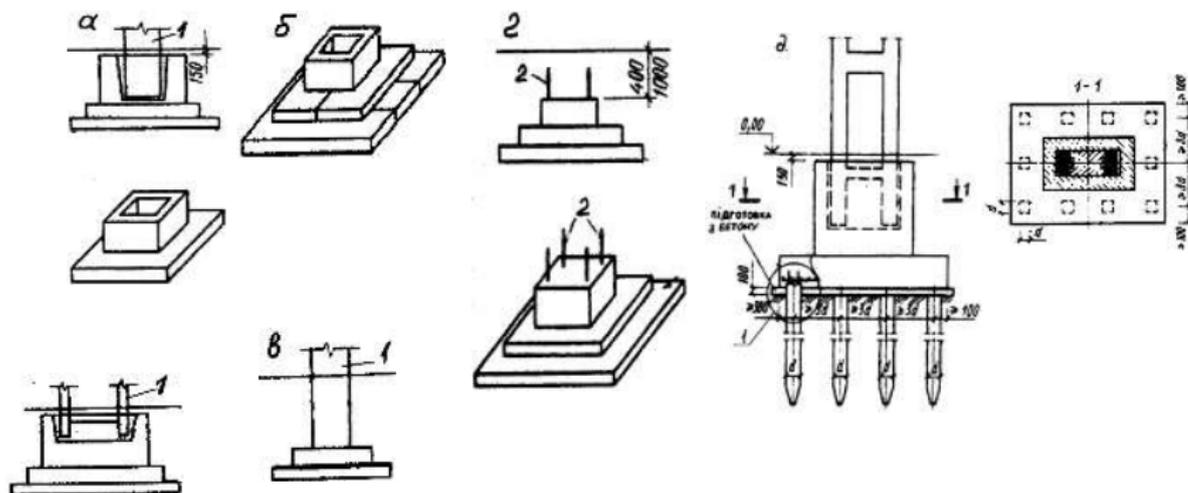


Рис. 2.13 Фундаменти під колони:

а - фундаменти під збірні залізобетонні колони; б — збірний фундамент, в фундамент під монолітну колону, г - фундаменти під сталеві колони; д - фундамент на збірних залізобетонних палях; 1 колона; 2. анкерний

Вимоги до фундаментів виробничих будівель

Фундаменти являються важливим конструктивним елементом будівлі, який сприймає навантаження від наземних його частин та передає його на ґрунти основи.

Фундаменти повинні бути: **міцні, стійкі, довговічні, індустріальні і економічні.**

Відстань від спланованої поверхні землі до рівня підшви називають глибиною закладання фундаменту, яка повинна відповідати глибині закладання шару основ. При цьому необхідно враховувати глибину промерзання ґрунту. Якщо основи складаються з вологого дрібнозернистого ґрунту (піску дрібного чи пилуватого, супіску чи глини), то підшву треба розташовувати не вище рівня промерзання ґрунту.

Глибина закладання фундаментів під внутрішні стіни опалюваних будівель не залежить від глибини промерзання ґрунтів; її приймають не менше 0,5м від рівня землі, підлоги чи підлоги підвалу.

В ґрунтах що не спучуються (великоуламкових, а також пісках гравіюватих, крупних і середньої крупності) глибина закладання фундаментів також не залежить від глибини промерзання, але вона повинна бути не менше 0,5м, рахуючи від природного рівня ґрунту при плануванні підсипкою, і від планувальної відмітки при плануванні ділянки зрізанням.

Фундаменти стаканного типу під збірні залізобетонні колони

Виробничі будівлі каркасного типу мають стовпчасті фундаменти. Такі фундаменти бувають монолітні та збірні. Монолітні залізобетонні фундаменти стаканного типу складаються із підколонника зі «стаканом» для установки колон та одно-, дво- або трисхідчастої плитної частини і призначені для прямокутних та двовіткових збірних залізобетонних колон. Фундаменти з підколонниками пінкового типу улаштовують під залізобетонні колони великого перерізу або під сталеві колони.

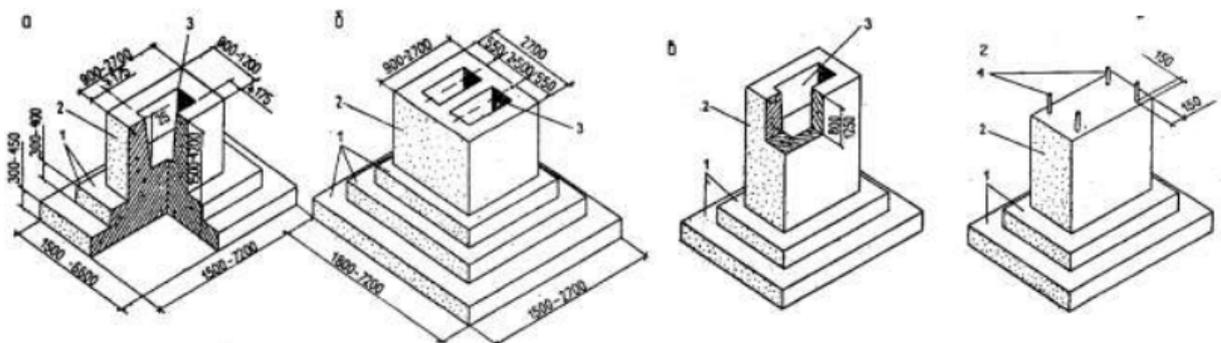


Рис. 2.14 Монолітні залізобетонні фундаменти «стаканного» типу:
а - під одну колону, б - під спарені колони; в - із збільшеною банкетною частиною; г - з пеньком під металеві колони; 1 - плитна частина (одно-, дво- або трисхідчаста); 2 підколінник 3 «стакан»; 4 анкерні болти.

Залежно від величини навантаження на колони, її перерізу та глибини закладання фундаментів застосовують кілька типорозмірів фундаментів.

Висота фундаментних блоків 1,5 і від 1,8 до 4,2 м з інтервалом 0,6 м;

розміри підошви блоків у плані від 1,5х1,5 м до 7,2 х 6,6 м з модулем 0,3 м;

розміри підколонника в плані від 0,9х0,9 до 1,2х2,7 м з модулем 0,3 м.

Глибина «стакана» (рис. 2.15, рис. 2.6) становить 0,8; 0,9; 0,95; 1,25 м, а висота східців - 0,3 і 0,45 м. Глибина «стакана» повинна бути не менша за найбільший розмір поперечного перерізу колони. Товщина дна «стакана» розраховується на продавлювання, але при всіх умовах повинна бути не менше 200 мм.

Зазор між гранями колон і стінами «стакана» — зверху 75 мм, а знизу 50 мм, а між низом колони і дном «стакана» — 50 мм. Невеликий похил стінок «стакана» спрощує розпалубку, мінімальна товщина стінки «стакана» зверху 175 мм забезпечує його міцність при навантаженні. «Стакан» для двовіткових колон виконують спільним для обох віток. Клас бетону фундаментів - В10; В15. Після установлення колон стакани заливають бетоном класу В20 або В25 на дрібному гравії.

Під залізобетонні фундаменти роблять підготовку завтовшки 100 мм із щебеню з приливанням цементним розчином або з бетону класу В7,5. При міцних слабофільтруючих ґрунтах підготовку не влаштовують.

Обріз фундаменту розташовують на 15 см нижче від рівня чистої підлоги, це дозволяє завершити роботи по зведенню підземної частини до установки колон.

Таке положення верхнього обрізу фундаменту досягається збільшеною висотою підколонника (банкета). Розміри конкретного фундаменту вибирають в залежності від навантаження, що передається колоною, характеристик ґрунту та прийнятого рішення конструктивної частини будівлі нижче відмітки 0,00.

Збірні залізобетонні фундаменти (рис. 2.17) виготовляють одноблочними (з підколонника із «стаканом») або складеними (з підколонника й опорної фундаментної плити). Елементи складеного фундаменту поміщають на розчин і закріплюють за допомогою зварювання закладних деталей. Для зменшення маси і зниження витрат сталі застосовують збірні ребристі або порожнисті фундаменти.

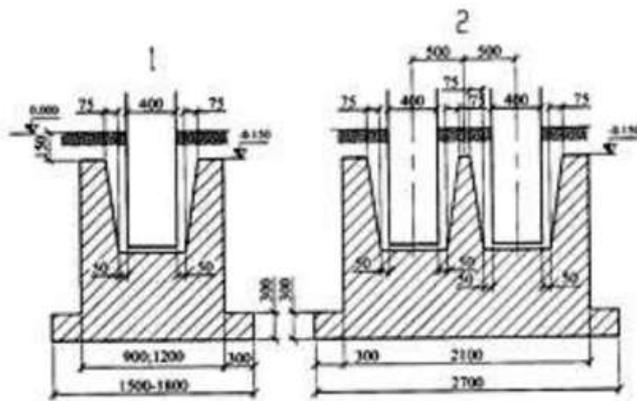


Рис. 2.15 Стовпчасті фундаменти:
1 – фундамент під одну колону; 2 – фундамент під дві спарені колони (використовують, наприклад, для температурних швів)

Рис. 2.16 Стовпчастий фундамент із зовнішньою стіною будівлі:

1 – теплоізоляційна підстилка; 2 – стовпчик під фундаментну балку; 3 – вимоцнення; 4 – фундаментна балка; 5 – стінова панель; 6 – гідроізоляція; 7 – колона; 8 – стовпчастий фундамент

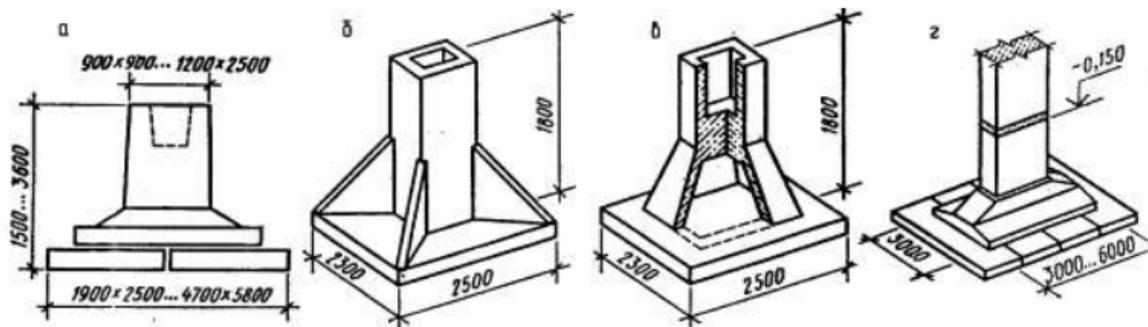
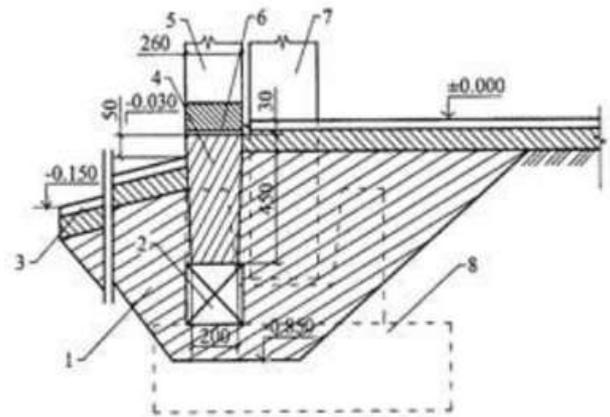


Рис. 2.17 Збірні залізобетонні фундаменти під колони:
а - складений; б - ребристий; в - порожнистий; г - з підколонником пенькового типу

Конструкції фундаментів, що виготовляються вітчизняними заводами, постійно розвиваються та удосконалюються і успішно застосовуються в будівництві.

2.3 Фундаментні балки

У каркасних виробничих будівлях самонесучі стіни спирають на фундаментні балки, які передають навантаження від них на окремі фундаменти, для спирання фундаментних балок рекомендується влаштовувати приливи (бетонні стовпчики). Наявність фундаментних балок полегшує влаштування під стінами каналів, тунелю, колекторів для вводу в будівлю підземних комунікацій. Фундаментні балки захищають підлогу від продування в разі осідання вимоцнення.

У місцях влаштування воріт для в'їзду в цех автомобільного або залізничного транспорту фундаментні балки не влаштовують. Залізобетонну раму воріт і ділянки

стін у межах цього кроку спирають на монолітну підбетонку.

Фундаментні балки - це конструкції, які встановлюють на підколонні фундаменти та які служать для спирання на них стін.

Фундаментні балки виготовляють товщиною $h = 450$ мм для кроку колон не більше 6 м та $h = 600$ мм для кроку до 12 м. Після встановлення збірних балок на місце зазори між ними заповнюють бетоном. У перерізі фундаментні балки бувають:

а) таврові; б) трапецієподібні; в) прямокутні.

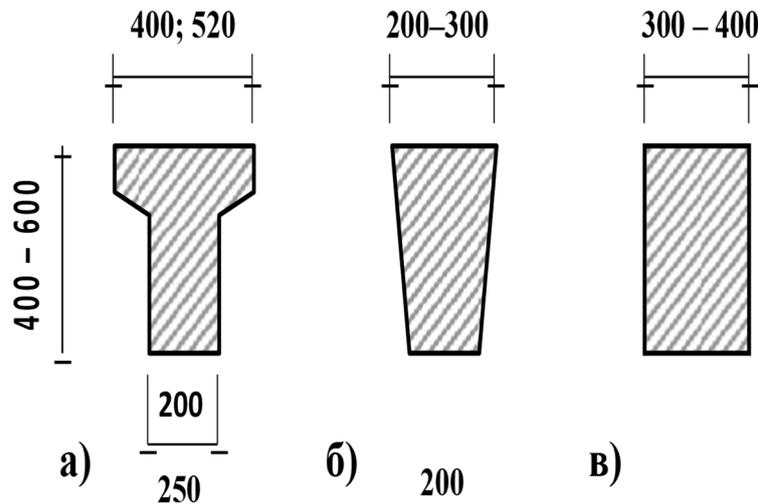


Рис. 2.18 – Перерізи фундаментних балок

а) тавровий; б) трапецієподібний; в) прямокутний

Зазори між торцями балок і стінками підколонників теж заповнюють розчином.

Біля торців будівель та біля температурних швів де крок колон зменшено на 500мм, застосовують укорочені балки.

Навісні стіни із панелей дозволяється спирати на шар набетонки і передавати масу їх безпосередньо на підколонники. В цьому випадку фундаментні балки спирають на підколонники (а не на стовпчики) через консолі, виконані на кожному торці балки із двох стержнів діаметром 18мм.

Довжина такої консолі 150мм. Відсутність опорних стовпчиків дозволяє спростити опалубку підколонника, зменшує витрати бетону і трудомісткість зведення фундаментів.

На практиці роботи нульового циклу іноді закінчують нижче відмітки 0,15м. У таких випадках фундаментні балки дозволяється класти на верхні уступи підколонників (із зберіганням відмітки верху балки — 0,03 м). При цьому не потрібно робити стовпчики, а фундаментні балки будуть однакової довжини незалежно від місця укладання (5,95 і 11,95м).

Фундаментні балки бувають **зовнішні та внутрішні**. Їх укладають на

спеціальні бетонні стовпчики на обрізі фундаменту або на самому фундаменті.

Для встановлення фундаментних балок використовуються:

- 1 - фундамент під колону;
- 4 – бетон;
- 2- бетонний стовпчик; 5 – колона;
- 3- фундаментна балка; 6 - цементний розчин.

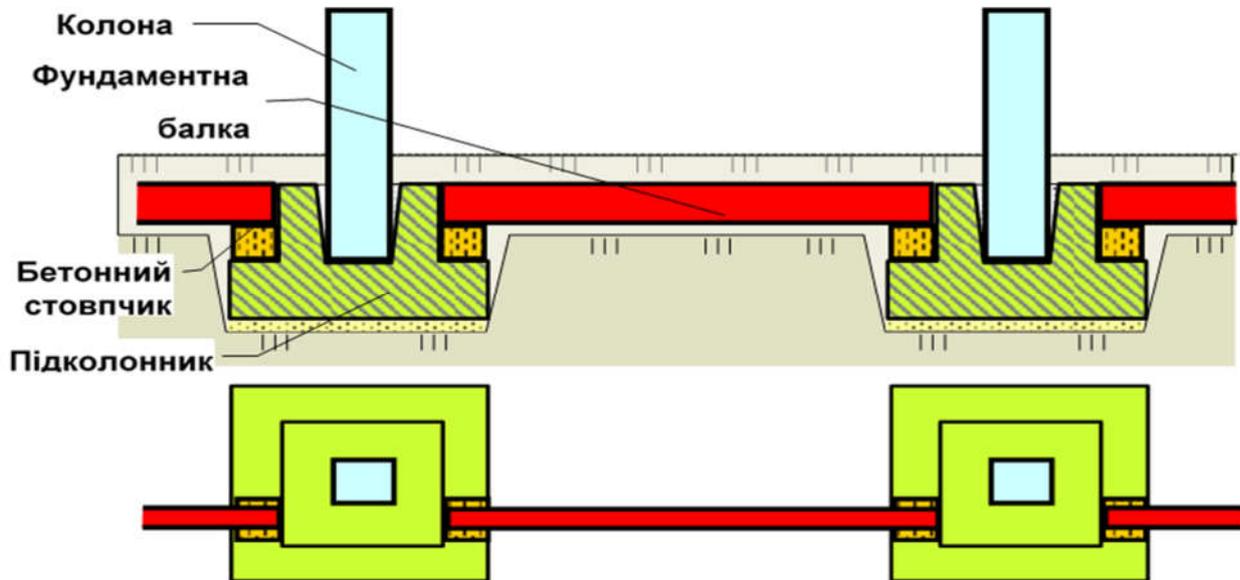


Рис. 2.19 Приклад встановлення фундаментних балок

У ґрунтах, що спучуються, у фундаментних балках за зростання об'єму можуть виникати деформації. Щоб цього не сталося та для попередження промерзання, балки з боків та знизу намагаються засипати шлаком. Поверх балок укладають гідроізоляцію з цементно-піщаного розчину або з 2 шарів рулонного матеріалу на мастиці. На поверхні землі вздовж фундаментних балок улаштовують вимощення чи тротуар.

2.4 Колони

Колона – вертикальна стержнева несуча конструкція (опора), яка сприймає навантаження від перекриттів та покриттів і передає їх на фундамент.

Конструкції збірних залізобетонних колон **залежать** від **об'ємно-планувального рішення** промислових будівель та **наявності в них того чи іншого виду підйомно-транспортного обладнання**.

Згідно з цим колони розділяють на 2 групи:

- 1) призначені для будівель без мостових кранів, встановлюються в безкранових цехах та в цехах, обладнаних підвісним підйомно-транспортним устаткуванням;
- 2) призначені для будівель з мостовими кранами.

За матеріалом колони виготовляють:

- залізобетонні – обмеженої кількості типів;
- металеві – великої кількості типів;
- дерев'яні.

За місцем розташування колони розрізняють:

- *крайні* – ті, що встановлюються вздовж зовнішніх стін та на які кроквяна конструкція покриття встановлюється з одного боку;
- *середні* – ті, що встановлюються всередині будівлі та на які кроквяні конструкції покриття встановлюються з двох боків;
- *фахверкові* – ті, що встановлюються вздовж стін і підтримують тільки стіни.

За конструктивним рішенням колони виконують:

- одноопорні (одностовбурні, одногілкові);
- двохопорні (двостовбурні, двогілкові).

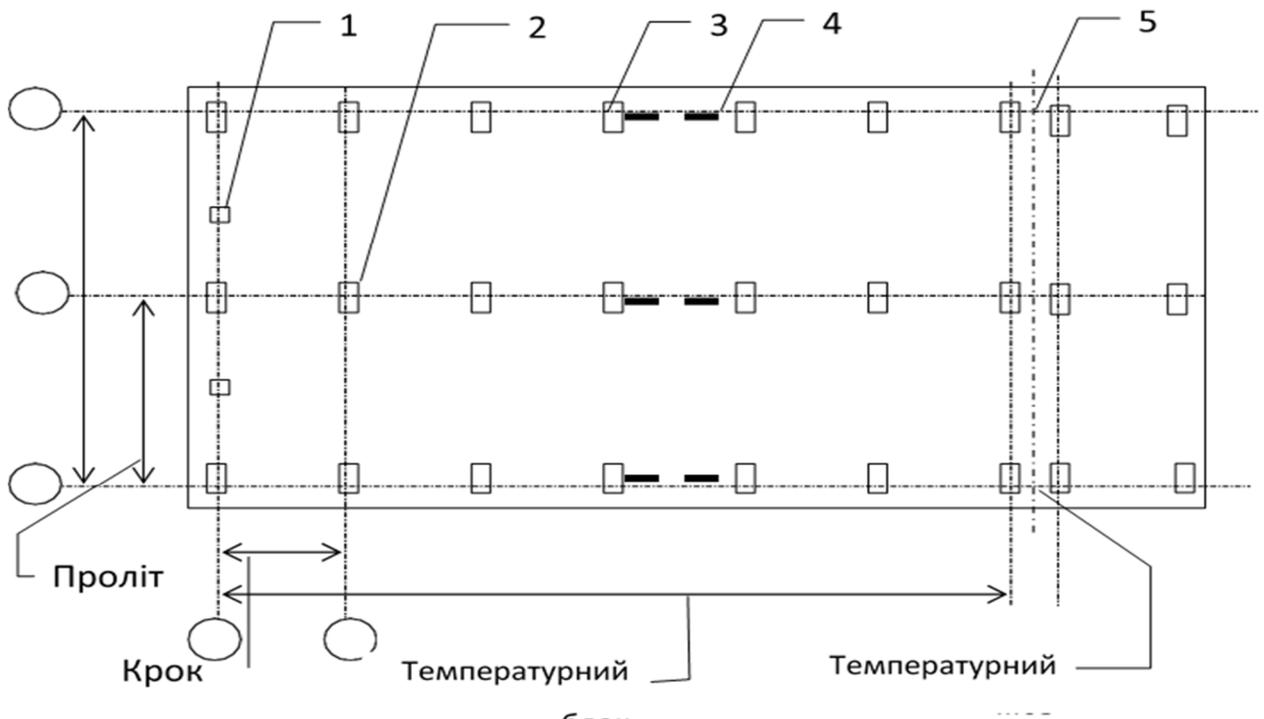


Рис. 2.20 – Приклад розташування колон

1- колони фахверкові; 2 - колони середні; 3 - колони крайні; 4 – вертикальний зв'язок; 5 – температурний шов

Для будівель, обладнаних мостовими кранами, колони складаються з підкранової та надкранової частин.

А. Надкранова частина служить для спирання несучих конструкцій покриттів та зветься надколонником. Верхню частину надколонника називають оголовком.

Б. Підкранова частина складається з тіла колони та бази (у нижній частині). Вона сприймає навантаження від надколонника, а також, через консолі, – від підкранових балок та передає їх на фундамент.

Крайні колони мають односторонню консоль, **середні** колони – двосторонні консолі. Між колонами основного каркаса, у яких крок або проліт перевищує граничну довжину стінових панелей, по лінії зовнішніх повздовжніх стін встановлюють додаткові **фахверкові колони**. Вони сприймають навантаження тільки від стінових панелей та впливів повітря; навантаження від конструкцій покриттів та кранів на них не здійснюється.

Особливість конструкції залізобетонних колон полягає в тому, що для їх з'єднання між собою у вертикальному напрямку та з горизонтальними складовими каркаса (зв'язками, оболонками, фермами, балками, ригелями, прогонами, перемичками) передбачені спеціальні елементи кріплення – сталеві **закладні деталі**

Вони встановлюються у відповідних місцях колон при їх бетонуванні й при твердінні бетону міцно закріплюються в тілі конструкції. Кріплення здійснюється зварюванням, але може бути і за допомогою болтового з'єднання. Для приєднання кроквяних несучих конструкцій покриття на оголовках залізобетонних колон передбачені **анкерні болти**: два – для крайніх та чотири – для середніх колон. На оголовках фахверкових колон анкерні болти відсутні. Передбачені і чотири анкерні болти на консолях колон, де вони забезпечують фіксацію підкранових балок.

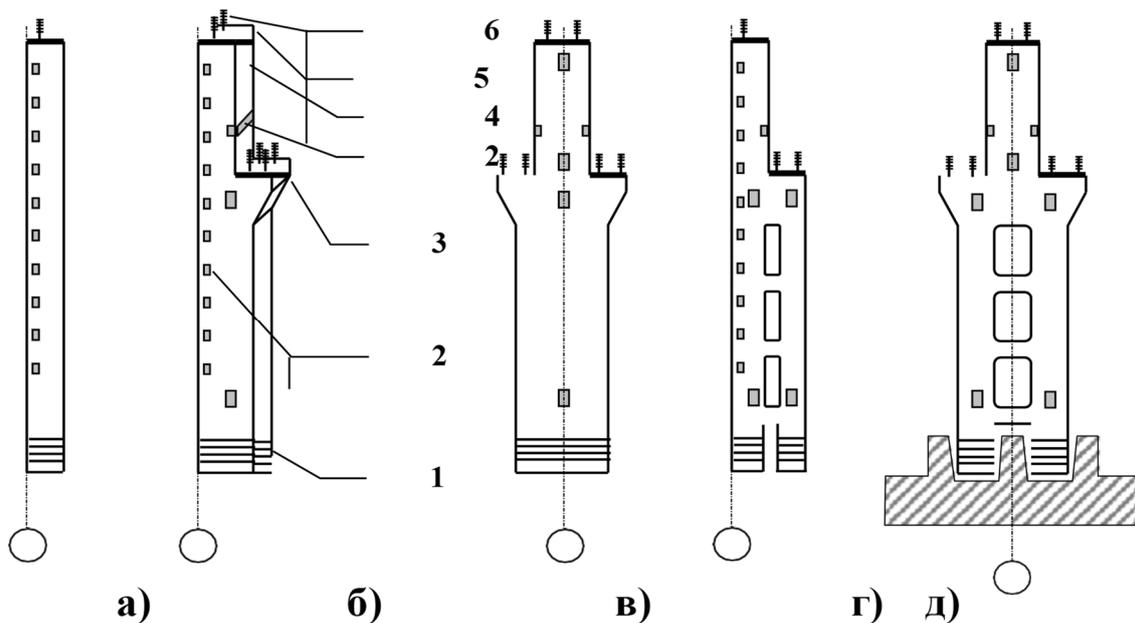


Рис. 2.21 - Збірні залізобетонні колони одноповерхових будівель:

- а) крайня одноопорна для безкранових прольотів;
 б) крайня одноопорна для кранових прольотів (ізометрична проекція);
 в) середня одноопорна для кранових прольотів; г) крайня двохопорна для кранових прольотів; д) середня двохопорна для кранових прольотів (встановлена на фундамент)

1 – база; 2 – закладні деталі; 3 – консоль; 4 – надколонник; 5 – оголовок; 6 – анкерні болти

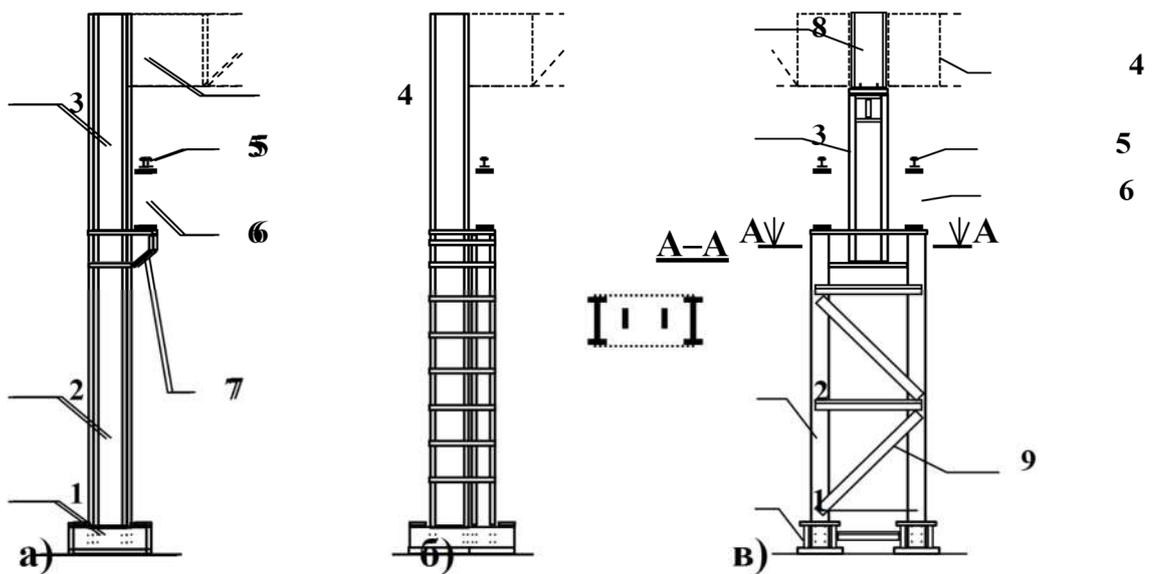


Рис. 2.22 - Сталеві колони одноповерхових будівель длякранових прольотів:

а) крайня одноопорна постійного перерізу з консоллю;

б) роздільного типу; в) середня двохопорна

1 – башмак; 2 – підкранова частина;

3 – надколонник; 4 – ферма покриття;

5 – підкранова рейка; 6 – підкранова балка;

7 – консоль; 8 – надпорний стояк; 9 – штахет

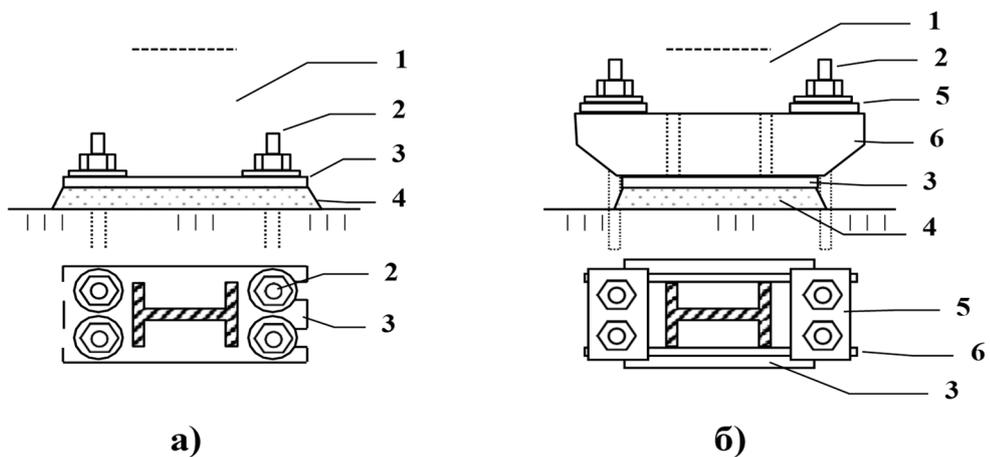


Рис.2.23 – Приклади встановлення на фундамент сталевих
КОЛОН:

а) опорна плита одноопорної колони; б) башмак двохопорної колони

1 - стрижень гілки колони; 4 - бетонна підливка;

2 - анкерний болт; 5 - анкерна плита;

3 - опорна плита; 6 - траверса

2.5 Загальна характеристика балок і балкових кліток

Балками називають елементи, довжина яких значно перевищує розміри перерізу, що працюють на поперечний згин та мають суцільний переріз. Це одні з найпоширеніших конструкцій, які використовують як несучі елементи в перекриттях і покрівлях будівель та споруд, робочих майданчиків, естакад, галерей, у мостах тощо. Балки застосовують як при малих (наприклад, прогони легких покрівель), так і значних навантаженнях (балки мостів, підкранові балки тощо).

Найраціональнішими є балки довжиною до 20 м, хоча при інтенсивних навантаженнях ділянка раціональних прольотів збільшується. Так, з успіхом експлуатуються балкові мости з прольотами до кількох сотень метрів.

За статичною схемою балки поділяють на *однопролітні розрізні*, *консольні* та *нерозрізні багатопролітні*. За витратою металу ефективнішими є нерозрізні та консольні балки. Але трудомісткість їх виготовлення та монтажу вища, ніж однопролітних.

Найчастіше проектують металеві балки *двотаврового* перерізу. Такий переріз економічний щодо витрати металу і зручний у конструюванні. Застосування двостінних балок виправдано лише при наявності значних крутних моментів. *Легкі балки* часто виготовляють зі *швелерів* (наприклад, прогони). Економічними є й балки з перфорованою стінкою, які виготовляють шляхом розрізування прокатних двотаврів по ламаній лінії з подальшим зварюванням виступних частин.

Залежно від прольоту та навантаження балки виготовляють: з прокатних, пресованих та гнутих профілів і складеного перерізу.

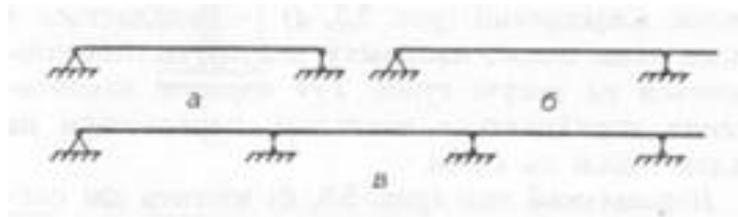


Рис. 2.24. Найпоширеніші статичні схеми балок:

а - однопролітна розрізна; б - консольна; в – багатопролітна

Проектуючи конструкції, необхідно пам'ятати, що балки складеного перерізу дорожчі й трудомісткіші. Їх використання обгрунтоване лише тоді, коли прокатні чи гнуті профілі не задовольняють вимоги міцності, жорсткості, стійкості тощо.

Серед балок складених перерізів більш економічними є балки, в яких елементи перерізу з'єднані зварюванням. Трудомісткість виготовлення клепаних балок вища приблизно на

20 %, а металомісткість — на 15 %. Застосування клепаних балок доцільне при значних змінних та динамічних навантаженнях, оскільки вони краще витримують дію таких навантажень.

З метою економії рекомендується використовувати у найбільш напружених ділянках поясів сталі підвищеної міцності, виконуючи всі інші частини з менш міцної вуглецевої сталі (так звані бісталеві балки). Знаходять застосування і попередньо напружені металеві балки, які внаслідок внутрішнього перерозподілу зусиль і використання високоміцних сталей мають зменшену металомісткість і вищу жорсткість.

Балки використовують як у вигляді окремих несучих конструкцій (наприклад, підкранові шляхи), так і у вигляді системи перехресних балок (так званих балкових кліток). Поверх балкових кліток влаштовують настил.

Спрощений (рис. 8.3, а) — складається з балок лише одного напрямку, які найчастіше спираються на несучі стіни. Тут корисне навантаження сприймається настилом, передається на балки і далі на стіни.

Нормальний тип (рис. 8.3, б) містить дві системи балок: головні балки та балки настилу, що спираються на головні. Корисне навантаження настилом передається на балки настилу, які, в свою чергу, передають його на головні, а ті — на опори.

Ускладнений тип (рис. 8.3, в) крім головних балок і балок настилу містить ще й допоміжні. Ланцюжок передачі навантаження такий: *настил — балки настилу — допоміжні балки — головні балки — конструкції опор (наприклад, колони)*.

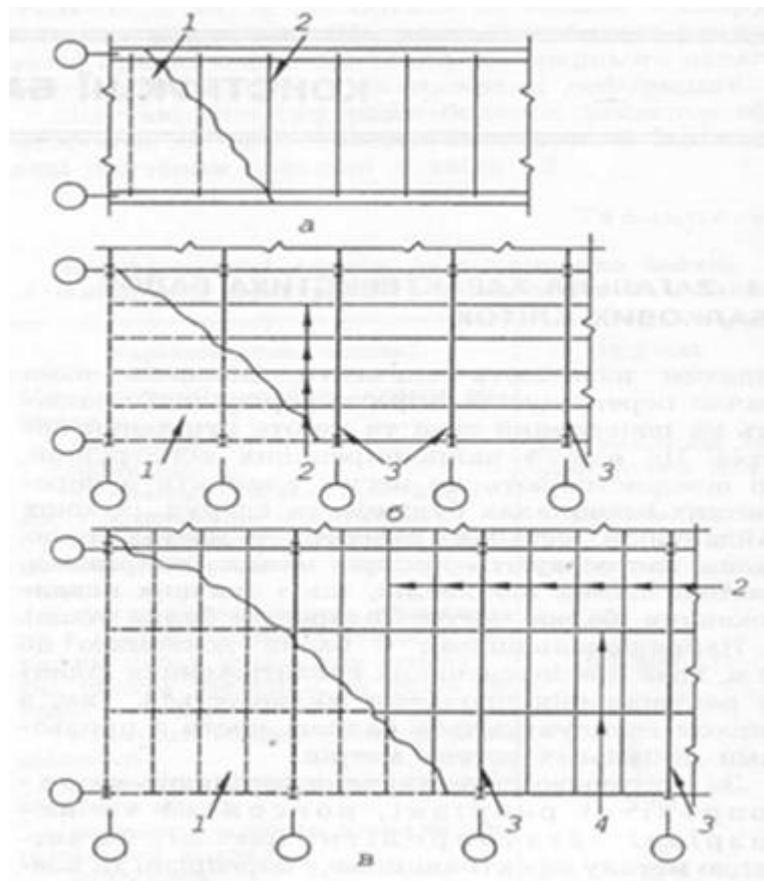


Рис. 2.25. Типи балкових кліток:
а - спрощений; б нормальний;

*в - ускладнений; 1 - настил; 2 - балки настилу;
3 - головні балки; 4 - допоміжні балки*

Найпоширенішим і найдешевшим є спрощений тип балкової клітки. Його застосування доцільне при малих прольотах, коли балки можуть бути виконані з прокатних, гнутих чи пресованих профілів. Крок балок зумовлений конструктивним рішенням настилу

Широко використовують і нормальний тип балкових кліток. Головні балки, як правило, мають складені перерізи, а балки настилу виготовляють з прокатних, гнутих чи пресованих профілів. Крок головних балок — 3...6 м, а балок настилу залежить від матеріалу настилу — 0,6...1,6 м при металевому і 2,0...3,5 м — при залізобетонному.

Ускладнений тип застосовують порівняно рідко, лише при розрідженій сітці колон і значних навантаженнях. Це найбільш конструктивно складний і трудомісткий тип балкової клітки.

Можливі два типи з'єднань балок у системі балкової клітки – спирання зверху і приєднання збоку

Спирання зверху (поверхове розміщення балок) — другорядні балки встановлюють на верхній пояс головних. З'єднання найбільш зручне як під час виготовлення конструкцій, так і їх монтажу, але потребує великої конструктивної висоти перекриття (рис. 8.4, а);

Приєднання збоку — другорядні балки приєднують до основних збоку через ребра жорсткості чи опорні столики (рис. 8.4, б, в, г). Застосовується при обмеженій висоті перекриття.

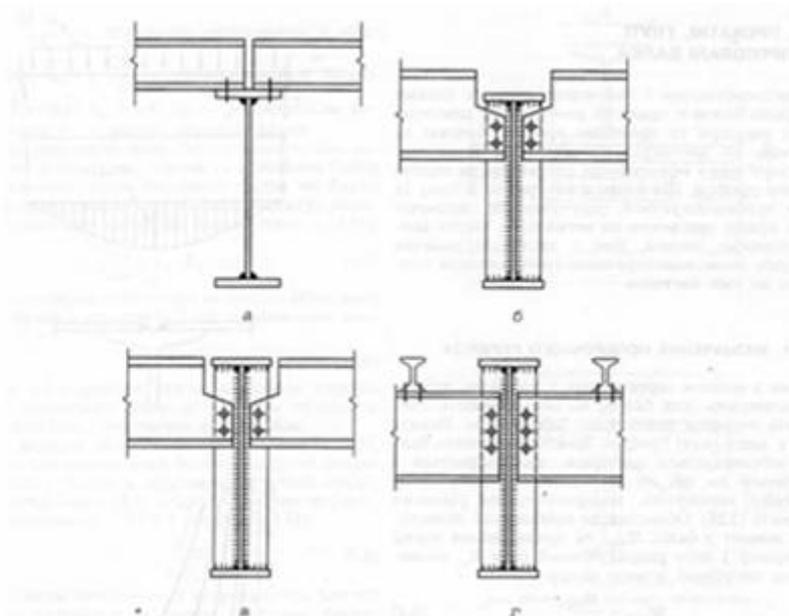


Рис. 2.26. Типи спряжень:

а - спирання зверху; б - збоку підвищене; в - збоку на одному рівні; г - збоку знижене

Настили балкових кліток

Основним типом настилів є монолітний і збірний залізобетон. Дерев'яні настили використовують обмежено через малу довговічність. Сталеві настили зумовлюють збільшення витрат металу і тому допускаються лише при належному техніко-економічному обґрунтуванні. Найчастіше їх використовують у металургійній та хімічній промисловостях, для яких характерні підвищена температура і агресивність середовища.

Для настилів найчастіше використовують сталеві листи завтовшки 6... 14 мм. При товщинах 6...10 мм використовують листи з рифами на поверхні (рифлені, ромбічні або чечевичні), а при більших — гладкі. Поверх гладкого сталевого настилу обов'язково влаштовують нековзку підлогу. Настили майданчиків, розміщених у приміщеннях вибухово небезпечних підприємств, доцільно виконувати наскрізними та з матеріалів, що не дають іскор. При невеликих навантаженнях (3...7 КПа) і прольотах (500...1400 мм) використовують просічно-втягну сталь. У ряді випадків, коли це зумовлено технологічними вимогами (наприклад, поблизу обладнання та комунікацій), настил виконують знімним.

Товщину плоских настилів обчислюють залежно від навантаження g , відносних граничних прогинів f/l (де f — прогин, а l — проліт настилу) та статичної схеми.

У незнімних конструкціях настили приварюють до балки. Під навантаженням у них виникають напруження як від згину, так і від розтягу (рис. 8.5). При співвідношенні $l/t < 50$ (де t — товщина настилу) настил жорсткий і напруження від розтягу незначні. Навпаки, при $l/t > 300$ настил гнучкий і незначним є напруження від згину. У будівництві найчастіше використовують настили зі співвідношенням $50 < l/t < 300$, коли напруження від розтягу і згину співмірні. У цьому випадку для обчислення потрібної товщини настилу чи найбільшого його прольоту можна скористатися рівнянням Тимошенка—Телояна:

$$\frac{l}{f} = \frac{4 \cdot n_0}{15} \left(1 + \frac{72E}{(1-\nu)n_0^4 \cdot g_n} \right)$$

$$n_0 = \frac{l}{f_n} = 150.$$

- відношення прольоту настилу до граничного значення його прогину; g_n — тимчасове нормативне навантаження на настил; $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа - модуль пружності прокатної сталі; ν — коефіцієнт Пуассона (для сталі $\nu = 0,3$).

Покриття промислових будівель

Тема 13. Покриття промислових будівель

3.1 Несучі конструкції покриттів

Несучі конструкції покриття, що є важливим конструктивним елементом будівлі, вибирають залежно від величини прольоту, характеру і значення діючих навантажень, виду вантажопідйомного устаткування, характеру виробництва та інших факторів.

За характером роботи несучі конструкції покриття бувають *площинні й просторові*.

За матеріалом конструкції покриття поділяють на *залізобетонні, металеві, дерев'яні й комбіновані*.

У зв'язку з характером роботи ці конструкції повинні відповідати **вимогам міцності, стійкості, довговічності, архітектурно-художнім й економічним**. Тому при виборі несучих конструкцій покриття виконують старанний техніко-економічний аналіз кількох варіантів. Так, залізобетонні конструкції вогнестійкі, довговічні й часто більш економічні порівняно з сталевими.

Сталеві ж мають відносно невелику масу, прості у виготовленні й монтажі, мають високій ступінь збірності.

Дерев'яні конструкції характеризуються легкістю, відносно невеликою вартістю і при відповідному захисті – прийнятною вогнестійкістю та довговічністю. Дуже ефективні й комбіновані конструкції, що складаються з кількох видів матеріалів. При цьому важливо, щоб кожний матеріал працював у тих умовах, які найбільш сприятливі для нього. Нижче розглянуто основні види несучих конструкцій покриттів.

Залізобетонні балки (рис.13.10) застосовують при прольотах до 18 м. Вони можуть бути одно- й двосхилими. Для виготовлення їх використовують попередньо напружене армування. На верхньому поясі балок передбачають закладні деталі для кріплення панелей покриття або прогонів. Балки кріплять до колон зварюванням закладних деталей.

Ефективніші порівняно з балками залізобетонні ферми, які використовують у будівлях прольотом 18, 24, 30 і 36 м. Вони можуть бути сегментні, аркові з паралельними поясами, трикутні та ін. Між нижнім і верхнім поясами ферм розміщують систему стояків і розкосів.

Решітку ферм передбачають так, щоб плити перекриттів 1,5 і 3,0 м завширшки спирались на ферми у вузлах стояків і розкосів. Широкого застосування набули сегментні безрозкосні залізобетонні ферми прольотом 18 і 24 м.

Для зменшення похилу покриття для багатопролітних будівель передбачають влаштування на верхньому поясі таких ферм спеціальних стояків (стовпчиків), на які спирають панелі покриття. Міжфермний простір рекомендується використовувати для пропускання комунікацій та влаштування технічних і

міжфермних поверхів.

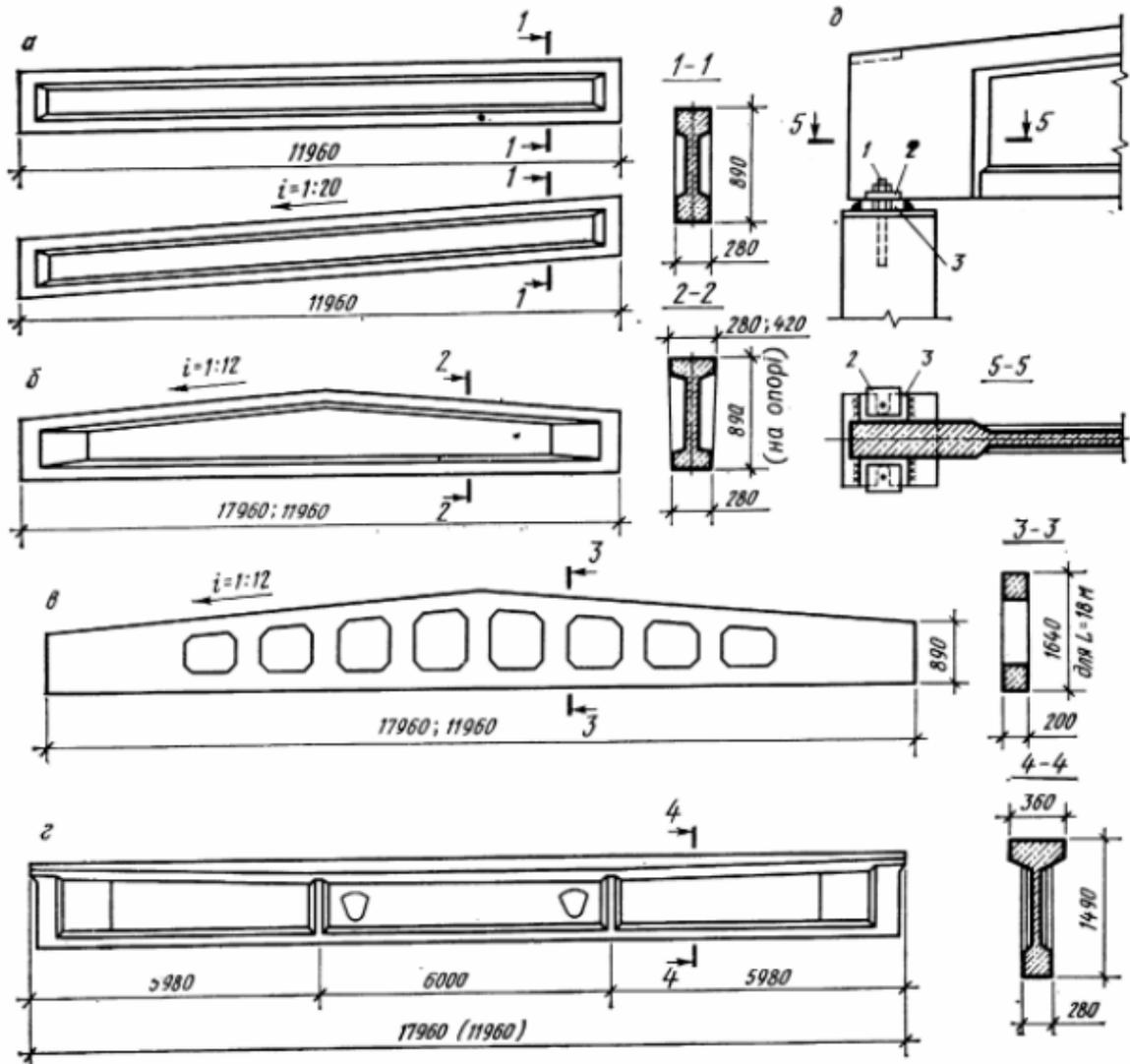


Рис.2.27. Залізобетонні балки покриття:
а, г- односкілі й плоскі двотаврового перерізу; в - решітчаста для багатосхилих покриттів; д - болт; 2- шайба; 3- б те саме, для багатосхилих покриттів; вузол опирання на колону; 1- 8 анкерний опорна плита

Кріплять ферми до колон болтами і зварюванням закладних елементів. При кроці кроквяних ферм і балок 6 м і кроці колон середніх рядів 12 м використовують підкроквяні залізобетонні ферми і балки.

Більш ефективними несучими конструкціями покриттів є сталеві кроквяні підкроквяні ферми.

Кроквяні ферми застосовують для прольотів 18, 24, 30, 36 і більше при кроці 6, 12, 18 і більше.

Пояси і решітку ферм конструюють з кутиків або труб і з'єднують між собою

зварюванням за допомогою фасонки з листової сталі. Перерізи полиць поясів, стояків і розкосів вибирають за розрахунком.

Для багатоповерхових промислових будівель застосовують балкові й безбалкові перекриття. Балки перекриттів (ригелі) виготовляють з бетону марок 200-400 координаційними прольотами 6 і 9 м і уніфікованою висотою перерізу 0,8 м. Балки можуть мати прямокутний і тавровий переріз (рис.13.13).

Ригелі прямокутного перерізу застосовують 119 при великих навантаженнях. З'єднання з колоною зді йснюється опиранням ригеля на консоль колони.

Для багатоповерхових будівель зі збірним безбалковим каркасом з сіткою колон 6х6 м застосовують плоскі плити перекриттів суцільного перерізу (надколонні і пролітні) 150 або 180 мм завтовшки. Надколонні плити встановлюють виступами в гнізда капітелі, передбачені по її периметру, з утворенням після замонолічування залізобетонних шпонок.

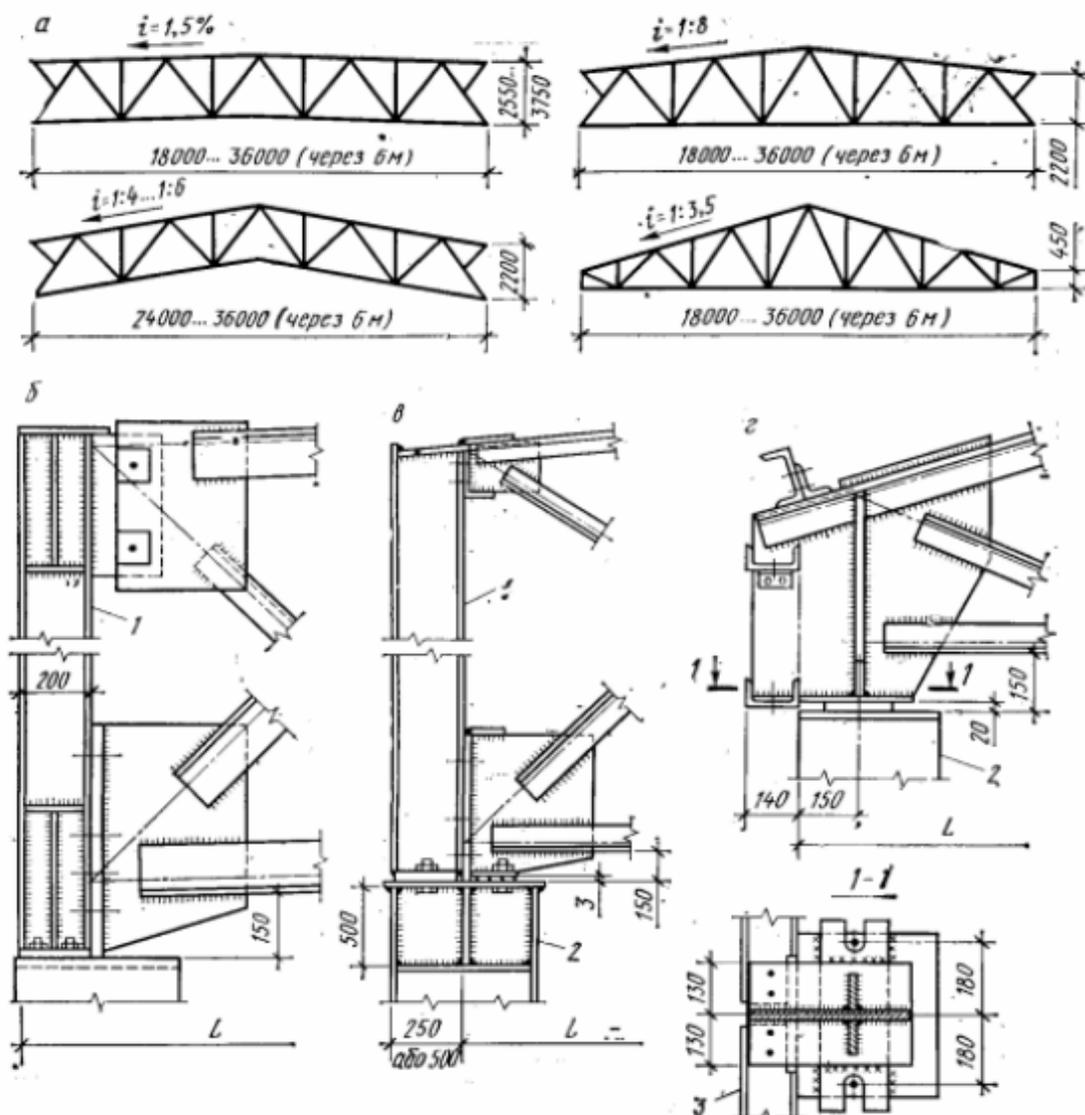


Рис. 2.28. Стальні кроквяні ферми:

а - сталі типи ферм; *б* - вузол опирання на колону ферми з паралельними поясами при "нульовій" прив'язці; *в* - те саме полігональної при прив'язці 250 і 500

мм; 2 - те саме трикутної при "нульовій" прив'язці; 1 надпорний стояк; 2 - колона;
3- ригель фахверка

Для приміщень значних розмірів використовують конструкції покриттів великопрольотні й просторові. Покриття у великопрольотних будівлях бувають площинні, просторові й висячі.

3.2 Великопрольотні і просторові покриття

У будівлях з приміщеннями великих розмірів, де не припускається встановлення проміжних опор (глядацькі та спортивні зали, криті ринки, виставкові павільйони, цехи великих промислових підприємств...), для перекриття великих прольотів треба використовувати спеціальні конструкції покриттів.

Їх можна класифікувати за матеріалом, який використовується:

- конструкції з жорстких матеріалів (метал, залізобетон, деревина);
- конструкції з нежорстких матеріалів, тобто гнучких (троси, тонкі металеві листи) і м'яких (тканини, синтетичні плівки). Ці покриття отримують несучу здатність, стійкість та жорсткість тільки після попереднього натягнення.

Крім того, конструкції покриттів будівель поділяють за характером статичної роботи на **площинні та просторові**.

1. Площинні конструкції покриттів

У *площинних конструкціях покриттів* елементи працюють автономно. Завдяки подібності шарнірного спірання на опори від покриття передаються зусилля тільки у вертикальній площині. Несучі елементи покриття не беруть участі у роботі сусідніх конструкцій, до яких вони примикають.

Великі прольоти у таких будівлях організуються за рахунок кроквяних конструкцій: балок, ферм (рис. 2.29), а також арок, рам.

Балки і ферми є несучими прольотними конструкціями, які розташовуються паралельно одна до одної, підтримуючи жорсткий диск покриття, і передають навантаження на вертикальні несучі конструкції у вертикальному напрямку. Залізобетонними балками перекривають прольоти до 18 м, а залізобетонними фермами – до 30 м.

Арки і рами – площинні розпірні конструкції, які передають навантаження на опори у вертикальній площині. *Арка* працює в основному на стиск, а на опори передає не тільки вертикальне навантаження, але й горизонтальний тиск (*розпір*).

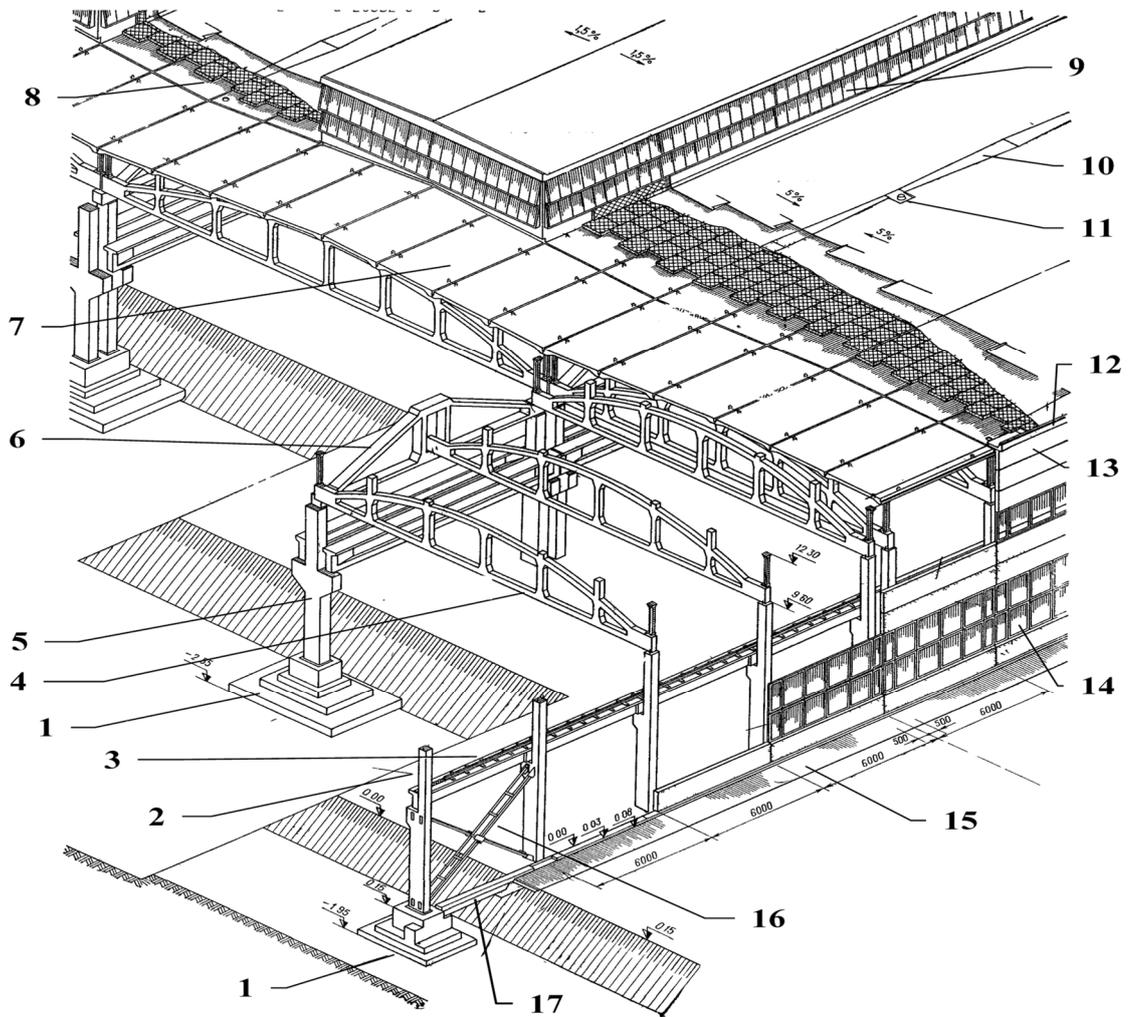


Рис. 2.28 - Одноповерхова каркасна промислова будівля:

1 - підколонний фундамент; 2 — 3/6 крайня колона; 3 - підкранова балка з рейкою; 4 - 3/6 безрозкісна малоухильна ферма; 5 — 3/6 середня колона; 6 - 3/6 підкровоквяна ферма; 7 - з/б ребристі плити покриття; 8 — покрівля з руберойду; 9 — світло аераційний ліхтар; 10 розжолобок; 11 — водозливна лійка; 12 - карнизна плита; 13 - стінова панель; 14- сталеві віконні панелі; 15 - вимощення; 16 — сталеві хрестові зв'язки; 17 - фундаментна балка

Для компенсації розпору використовують *контрфорси* (допоміжні підпірні конструкції, які посилюють основні вертикальні несучі конструкції) або *затяжки* (сталеві лінійні елементи, які стягують кінцівки арки). Арочні конструкції використовують для перекриття прольотів більше 40 м.

Таким чином, для площинних конструкцій покриттів характерні такі ознаки:

1. Несучі елементи працюють автономно і **не беруть** участі у роботі конструкцій, до яких вони примикають.
2. Спирання на опори передаються тільки у вертикальній площині уздовж осі кроквяної конструкції.
3. Конструкції завжди кроквяні (балочні, фермові, арочні, рамні).

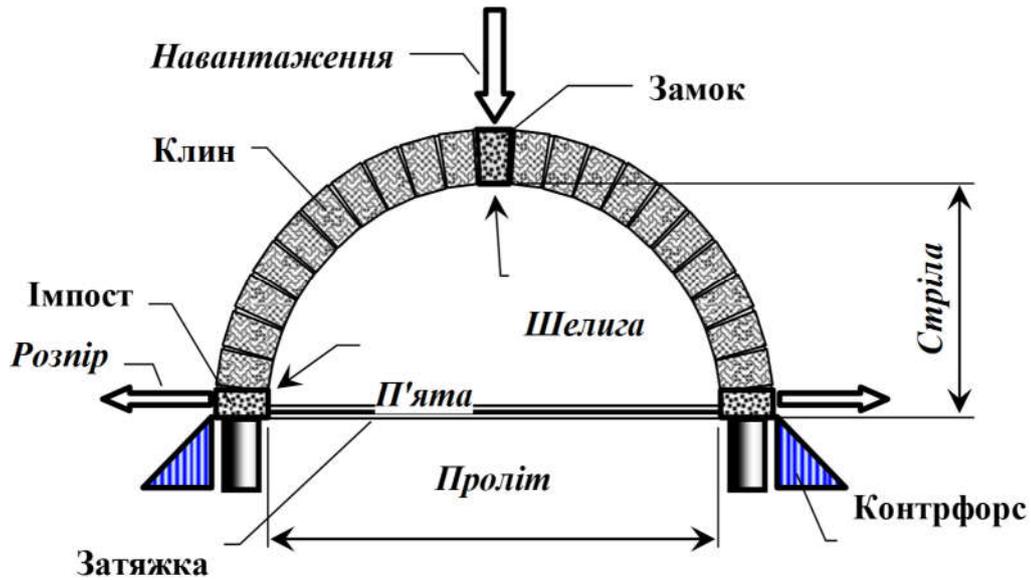


Рис. 2.30 Приклад площинних розпірних конструкцій

Загальні відомості про просторові конструкції покриттів.

У просторових конструкціях покриттів елементи зв'язані між собою. Вони працюють у двох та більше напрямках, суміщаючи (у більшості випадків) несучі та огорожувальні функції. Прикладами просторових конструкцій покриття служать: куполи, склепіння, оболонки, складчасті та підвісні конструкції.

Для просторових конструкцій покриттів характерні такі ознаки:

1. Несучі елементи працюють спряжено, тобто беруть участь у роботі конструкцій, до яких вони примикають.
2. Спирання на опори передаються у трьох та більше напрямках.
3. Конструкції некроквяні (склепінні, оболонкові, складкові, вантові, перехресно-стержневі, пневматичні конструкції), в них суміщаються несучі та огорожувальні функції.
4. Усе покриття працює як єдина конструкція.

Класифікація просторових конструкцій покриттів

За типами розрізняють такі просторові конструкції покриттів:

1. Куполи.
2. Склепіння (оболонки).
3. Висячі конструкції.
4. Складчасті конструкції
5. Перехресно-стержневі конструкції (структури).
6. Пневматичні конструкції.

Купол являє поверхню обертання геометричної кривої (круговий

сегмент, парабола...) навкруги вертикальної осі. Їх використовують для перекриття круглих або квадратних у плані об'ємів будівлі з прольотом зазвичай 30-50 м (навіть до 95 м). Розпір купольної оболонки сприймається нижнім опорним кільцем, у зенітній частині купола часто виконують верхнє опорне кільце з ліхтарем.

Купольна оболонка може бути за конструкцією суцільною (з цегли чи залізобетону) або каркасною (з деревини чи сталі), за виконанням – монолітною, збірно-монолітною та збірною, а за формою – гладкою (рис. 6.3), ребристою, ребристо- кільцевою, хвилястою. Купол є дуже економічною конструкцією за витратою матеріалу: наприклад, товщина залізобетонної оболонки купола діаметром 55 м всього 8 см.

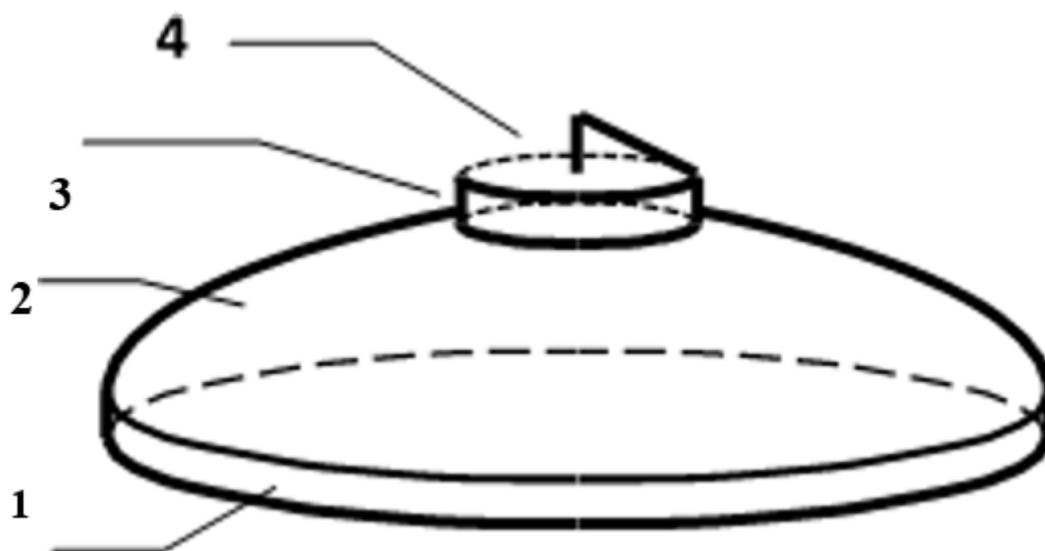


Рис. 2.31 Гладкий купол

1 – нижнє опорне кільце; 2 – обшивка; 3 – верхнє опорне кільце; 4 – ліхтар

Склепіння (оболонки) – розпірні покриття, форма яких утворюється криволінійною поверхнею. Будують їх з каменю, цегли, бетону, залізобетону, деревини.

Склепіння, побудовані з залізобетону, називають *оболонками*.

Опорну частину склепіння називають *п'ятою*, а найвищу – *шелигою*. Для компенсації розпору використовують *контрфорси* або *затяжки*.

Класифікують склепіння за геометричними ознаками:

а) **одинарної кривизни** (арочно-склепінні конструкції):

- *циліндричні* (рис. 4);
- *хрестові*;
- *зімкнуті (монастирські)*;
- *дзеркальні*.

б) **подвійної кривизни** (рис. 5):

- *позитивної (бочарне склепіння)*;

– негативної (*гіпар*).

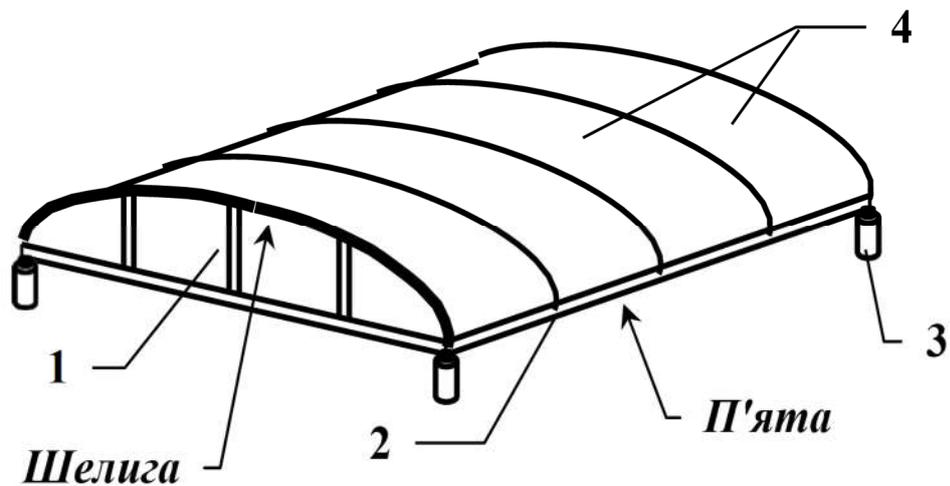


Рис. 2.32– Склепіння- оболонка одинарної кривизни:
1 -діафрагма; 2 — бортова балка; 3 - колона;
4 - шкаралупи (циліндричні панелі)

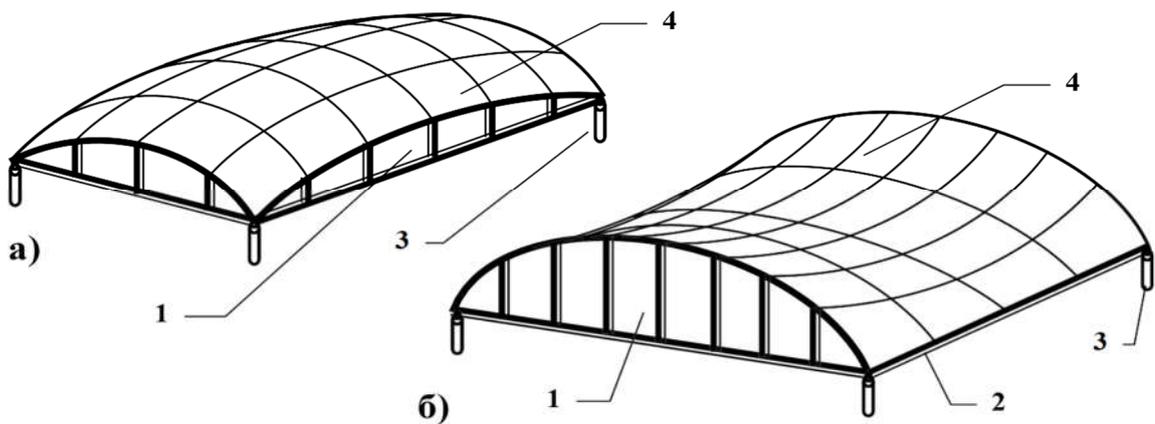


Рис. 2.33 – Склепіння-оболонка подвійної кривизни:
а) оболонка позитивної кривизни (бочарна);
б) оболонка негативної кривизни (*гіпар*):
1 - діафрагма; 2 - бортова балка; 3 - колона; 4 - шкаралупи (циліндричні панелі)

Оболонки складаються з залізобетонних тонкостінних *шкаралуп-оболонок*, торцевих *діафрагм* та *бортових елементів*, поєднаних у єдину конструкцію. Завдяки малій масі оболонкового покриття вдається переkritи великі прольоти: оболонками одинарної кривизни – 12×96 м; оболонками подвійної кривизни – 12×100 м та 60×60 м.

Висячі конструкції покриттів поділяються на:

А) *вантові покриття* (рис. 2.34), які складаються з системи сталевих тросів високої міцності (*вантів*), підвішених до оточуючих споруд несучих конструкцій. Ванти утворюють опори для укладання плит покриття. Вони працюють на розтягнення, а несучі конструкції – на стиск. Вантовими покриттями вдається перекрити прольоти до 200 м.

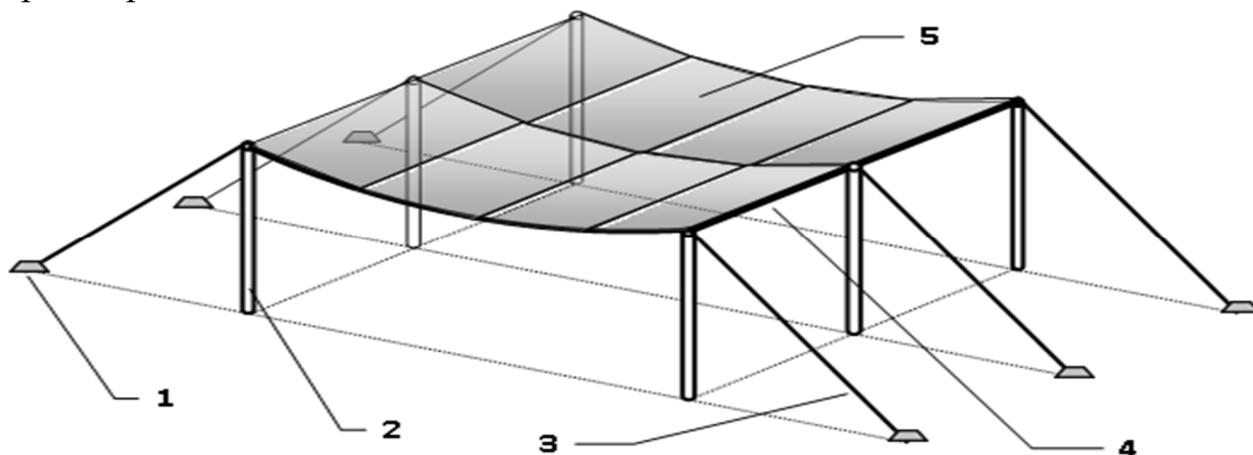


Рис. 2.34 – Вантове покриття:

1 – *якір*; 2 – *колона*; 3 – *ванти*; 4 – *опорна балка*; 5 – *плити покриття на вантах*

Б) *мембранні покриття* (рис. 2.35) виготовляються з металевого листа, натягнутого на жорсткий опорний контур зі сталевих елементів. Стабілізація цього покриття здійснюється сталевими тросами. Мембранними покриттями перекривають круглі та овальні у плані споруди діаметром до 160 м.

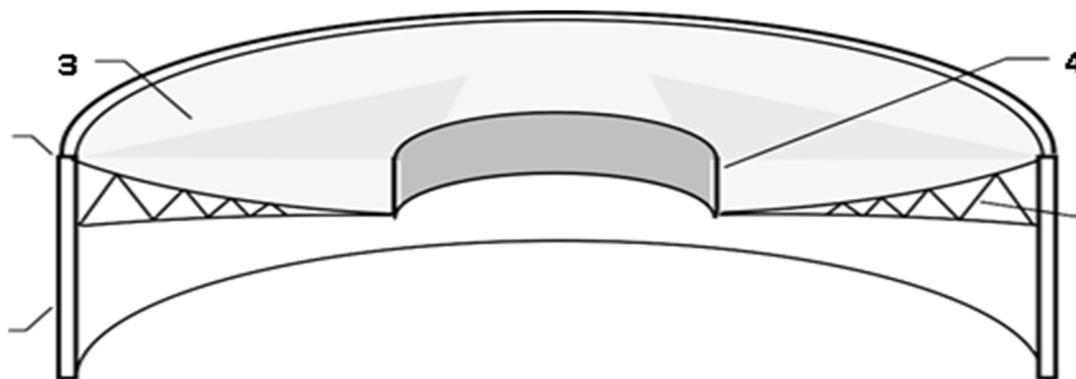


Рис. 2.35 Мембранне покриття:

1 – *вертикальна несуча конструкція*; 2 – *жорсткий опорний контур*; 3 – *мембрана зі сталевого листа*; 4 – *внутрішнє кільце*; 5 – *стабілізаційні троси*

Складчасті конструкції (рис. 2.36) – оболонки, які складаються зі шкаралуп (утворених жорстко зв'язаними між собою плоскими плитами), опорних діафрагм та бортових елементів. Гребінь шкаралупи є ребром жорсткості. Складчасті

конструкції дуже прості у виробництві, але дозволяють перекривати прольоти до 12×55 м.

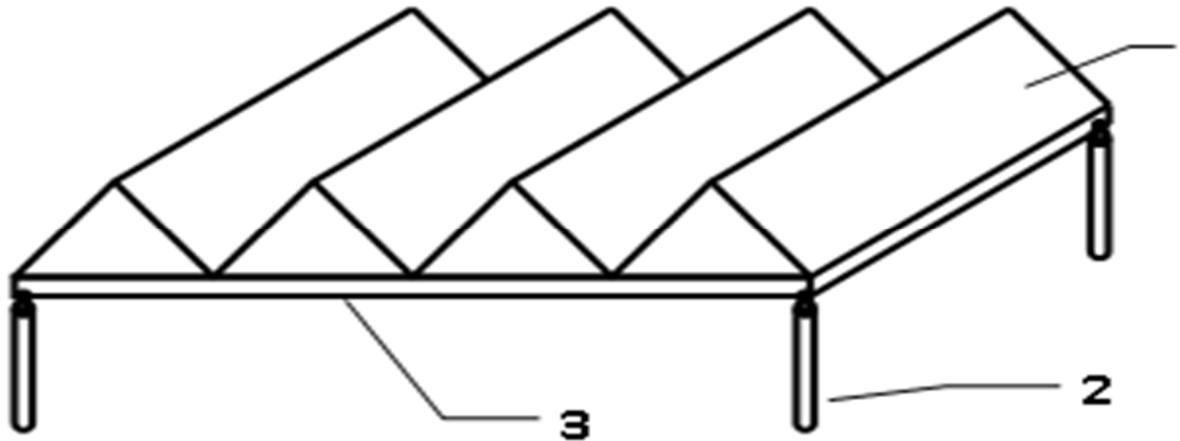


Рис. 2.36 – Складчасте покриття
1 – складка; 2 – опора; 3 – головна балка

Перехресні сталеві конструкції (структури) являють собою систему балок або ферм з паралельними поясами, які перехрещуються у двох та більше напрямках і по роботі в цілому аналогічні роботі суцільної плити.

Перехресно-стержневі конструкції утворюють серію однакових пірамід з квадратною основою. Існують конструкції:

- площинні;
- пірамідальні (рис. 2.37)

Перехресні конструкції виконують з металу, залізобетону, деревини, а також з використанням синтетичних матеріалів. Відомі перехресні покриття з трубчастих сталевих стержнів, що перекривають прольоти 200×200 м, з залізобетонних стержнів – прольоти 36×36 м, з дерев'яних стержнів – прольоти 24×24 м.

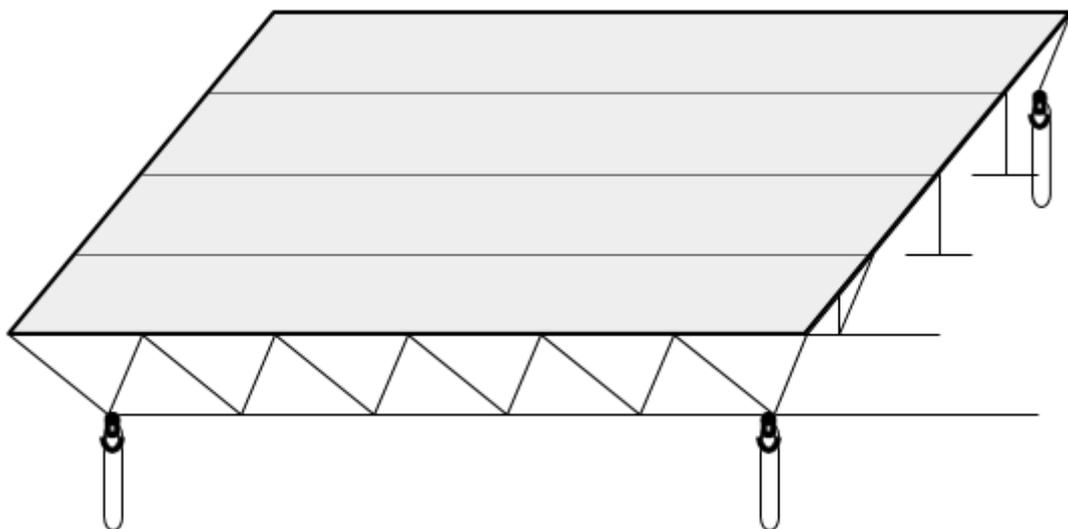


Рисунок 2.37 – Покриття зі сталевих пірамідальних структур

Пневматичні конструкції утворюються з балонів, зшитих або склеєних з повітронепроникної тканини чи плівки, та надутих повітрям. Завдяки транспортабельності, легкості та швидкості монтажу, такі конструкції отримали розповсюдження для застосування при надзвичайних ситуаціях при зведенні тимчасових споруд. Пневматичними покриттями вдається перекрити прольоти до 30 м.



Рис. 2.38 Конструкція пневматичного покриття

3.3 Покриття

Покриття — це сукупність конструктивних елементів, які завершують будівлю і захищають її від зовнішнього середовища. Покриття виробничих будівель сприймають значно більше різних впливів, ніж покриття громадських будівель. Несучі конструкції покриття виробничих будівель сприймають навантаження від власної маси, а також великі тимчасові навантаження від снігу і вітру. Крім того, при наявності підвісного або мостового кранів на несучі конструкції покриття передаються ще динамічні навантаження.

Активність несилкових впливів (атмосферні опади, сонячна радіація, температура повітря, хімічні речовини, що містяться в повітрі) залежить від клімату місцевості і характеру технологічного процесу, що відбувається у виробничій будівлі.

Силкові й несилкові впливи можуть діяти на покриття постійно, тимчасово або миттєво, маючи характер силових «теплових» або інших «ударів».

Покриття повинні добре протидіяти як **силовим, так і несилковим впливам**, тобто бути міцними, мати малу деформацію, володіти хорошими ізоляційними якостями (гідро-, паро-, тепло-, газоізоляція), бути пожежобезпечними, довговічними, корозієстійкими. Крім того, покриття повинні бути індустріальними і економічними в будівництві та в експлуатації.

Розрізняють два конструктивних типи покриттів плоскі, що складаються з огорожуючих елементів (панелей, сталевих листів та інше), що спираються на балки чи ферми; просторові покриття, представляють собою тонкостінну конструкцію криволінійної форми яка виконує несучі та огорожуючі функції.

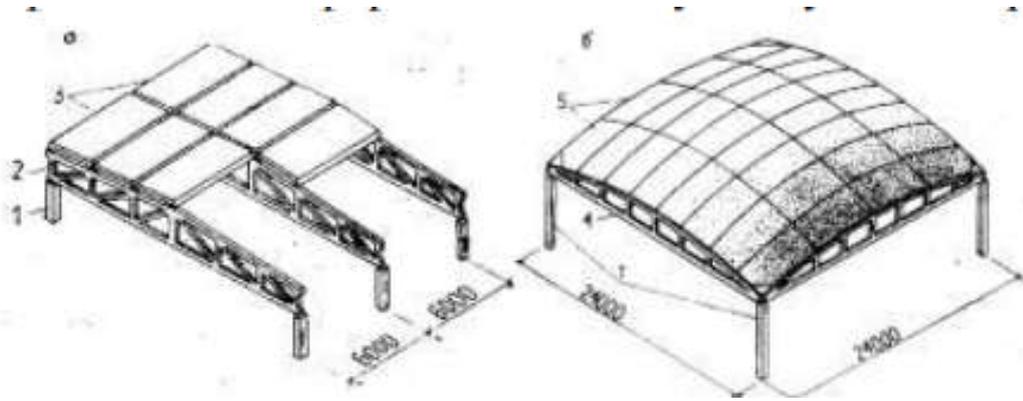


Рис. 2.39 Конструктивні типи покриттів

а — плоске; б - б просторове (в вигляді оболонки; 1. колона; 2- ферма; 3 плити покриття; 4 - контурна ферма; 5 - плити покриття з циліндричною поверхнею.

Покриття виробничих будівель мають різноманітні конструктивні рішення і їх класифікують по таким прикметам:

по теплотехнічним властивостям: утеплені покриття влаштовують в опалюваних приміщеннях, а також у будівлях з незначними надлишковими тепловиділеннями (термічні цехи, цехи гарячого штампування). холодні покриття без теплоізоляції й пароізоляції. влаштовують над неопалюваними приміщеннями, а також у гарячих цехах зі значним тепловиділенням ;

за характером оперття: з прогонами, що кладуть на балки, ферми, просторові структури і без прогонів із спиранням огороджуючих конструкцій покриття на балки і ферми;

за матеріалом огородження: із залізобетонних, азбестоцементних панелей, сталевих профільованих або азбестоцементних листів;

за використанням простору між фермами: безгоризнтні та з підвісними стелями, що утворюють в просторі між балками чи фермами технічний поверх;

за профілем покриття: плоскі, скатні (одно- і багатоскатні), криволінійні;

за водовідведенням: з внутрішнім або в окремих випадках із зовнішнім водовідведенням;

за конструкцією огородження: для звичайних і вибухонебезпечних виробництв (з легкоскидальним покриттям). Такі покриття використовують із залізобетонних плит, що мають отвори, перекритті азбестоцементними листами. Під час вибуху ударна хвиля проходить через отвір панелі і не руйнує несучих конструкцій покриття.

Покриття виробничих будівель складаються з несучої й захисної частин. Несучі елементи покриттів - кроквяні та підкроквяні балки і ферми покриття.

До складу захисної частини покриття можуть входити:

несучий настил, що підтримує захисні, розташовані вище, елементи (залізобетонні плити, сталевий профільований настил);

пароізоляція (шар бітумної мастики або руберойду), що захищає розташований вище теплоізоляційний шар від зволоження водяною парою, яка проникає в захисну конструкцію покриття приміщень;

теплозахисний шар, що влаштовується для захисту приміщень від тепловитрат узимку й перегрівання влітку. Товщину теплоізоляційного шару з ефективних теплоізоляційних матеріалів (легких бетонів, мінераловатних плит, керамзиту та ін.), визначають розрахунком;

вирівнюючий шар (стяжка), призначений для вирівнювання розташованого нижче шару і виконується з цементного розчину або асфальту;

покрівля (водоізоляційний шар з трьох або чотирьох шарів рулонного матеріалу або листових матеріалів), призначена для захисту приміщань від атмосферних опадів;

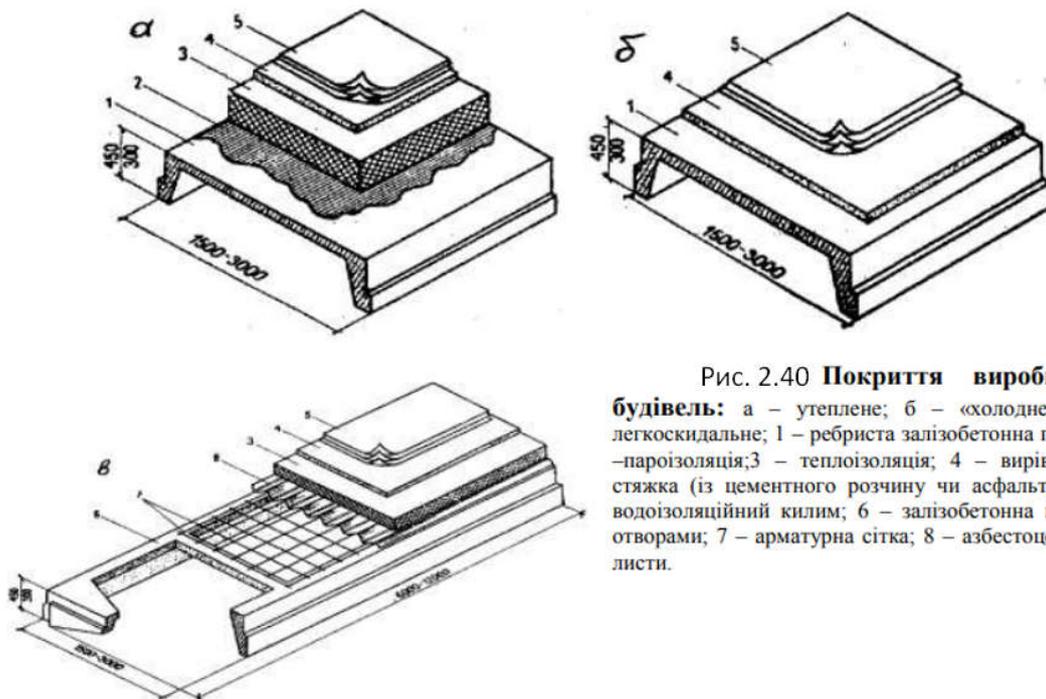


Рис. 2.40 Покриття виробничих будівель: а – утеплене; б – «холодне»; в – легкоскладальне; 1 – ребриста залізобетонна плита; 2 – пароізоляція; 3 – теплоізоляція; 4 – вирівнююча стяжка (із цементного розчину чи асфальту); 5 – водоізоляційний килим; 6 – залізобетонна плита з отворами; 7 – арматурна сітка; 8 – азбестоцементні листи.

захисний шар, що влаштовується з крупнозернистого піску або дрібнозернистого гравію на бітумній мастиці для захисту покрівлі від дії прямого сонячного проміння.

В утепленому покритті огорожуюча частина складається із несучого настилу, пароізоляції, теплоізоляції, вирівнюючої стяжки і покрівлі, а в холодному покритті — тільки із несучого настилу, стяжки і покрівлі.

В опалювальних будівлях з нормальним температурно–вологісним режимом щоб уникнути утворення конденсату на поверхні покриття, а при зовнішньому водовідведенні в цілях уникнення утворення льоду на карнизній частині огорожуючих покриттів, виконують утепленими.

Покриття може виконуватися також із панелей сандвіч. Панелі представляють

собою тришарову конструкцію з обкладками зі сталюого цинкованого (пофарбованого) листа і середнього шару–утеплювача з поперечно орієнтованим напрямком волокон. В якості утеплювача використовується базальтове волокно або пінополістирол. Товщина панелі 60, 80, 100, 120, 150 мм довжина від 1,0–9,0 м, ширина 1152 мм.

Призначення будівлі, особливості технологічного процесу визначають конструктивне рішення покриття.

Покриття із збірних залізобетонних ребристих плит

Покриття будівель масового будівництва виконують із залізобетонних попередньо напружених панелей. Великорозмірні панелі укладають по верхньому поясу кроквяних балок чи ферм. При кроці несучих конструкцій 6м використовують плити 6х3 та 6х1,5м, при кроці 12м плити 12х3 та 12х1,5м. В місцях пропуску вентиляційних шахт, розташування зенітних ліхтарів та ділянок з легко скидальним покриттям укладають плити з отворами в полиці. Панелі шириною 1,5м призначені для ділянок з великими навантаженнями (в місцях «снігових мішків», перепаду висот, біля ліхтарів) або використовують в якості добірних елементів. Ребра 12-метрових плит спирають на залізобетонні чи сталеві балки на довжину не менше 90мм, а шестиметрових – відповідно на довжину не менше 75 та 65 мм. Закладні деталі плит приварюють до кроквяних конструкцій не менше ніж в трьох точках. Шви між укладеними плитами забивають бетоном, а при спиранні плит на сегментні ферми в шов закладають дошку, потім стик забивають бетоном.

Залізобетонні плити покриття виготовляють:

- неутепленими, що потребують улаштування пароізоляції, теплоізоляції та гідроізоляції в умовах будівельного майданчику;
- утепленими із легких або ніздрюватих бетонів, які поєднують функції настилу і утеплювача;
- комплексні, що мають шар утеплювача та гідроізоляції; на будівельному майданчику забивають шви і наклеюють покрівлю.

Покриття по прогонах

Покриття по прогонах застосовують для покрівлі з азбестоцементними, алюмінієвими й іншими легкими настилами, а також у тих випадках, коли необхідно влаштувати в них багато технологічних отворів. Настили укладають по сталевих або залізобетонних прогонах. Сталеві прогони виготовляють із прокатних або гнутих профілів швелерного, двотаврового або коробчатого перерізу.

Залізобетонні прогони виготовляють швелерного і таврового перерізу. Незважаючи на економію сталі (до 8 кг/м), залізобетонні прогони застосовують рідко через їхню велику масу. Довжина прогонів становить 6 м, що відповідає крокові несучих конструкцій покриття.

При кроці несучих кроквяних конструкцій 12 м для легкого покриття з нахилом покрівлі 1,5 % застосовують решітчасті прогони. Виготовляють їх із прокатних або гнутих профілів та круглої сталі. До несучих конструкцій покриття прогони закріплюють коротишами із кутиків, сталевими пластинами і болтами.

Покриття із азбестоцементних хвилястих листів та профільованого сталюого настилу

У будівлях з несучими металевими конструкціями огорожуючу частину покриття виконують із профільованого сталюого настилу по сталевих прогонах. При кроці кроквяних ферм 12 м таке покриття спирається на решітчасті прогони, при кроці 6 м — на прогони із швелерів. Прогони кладуть на верхній пояс ферм, балок, рам, структур через 3 м.

Профільовані сталеві листи виготовляють із сталі завтовшки 0,8—1,0 мм, з висотою ребра 60 - 80 мм, при ширині листів настилу до 1250 мм і довжині до 12 м. До прогонів їх закріплюють самонарізними болтами діаметром 6 мм. Листи настилу укладають із напуском і з'єднують між собою комбінованими заклепками діаметром 5 мм.

Зверху настилу влаштовують пароізоляцію, теплоізоляцію (із плитного пінополістиролу) і рулонну покрівлю (із чотирьох шарів руберойду на бітумній мастиці).

З метою підвищення довговічності та зменшення перегріву в літній період і для захисту від механічних пошкоджень зверху водоізоляційного килима кладуть захисний шар завтовшки 25 мм із чистого сухого гравію, розмір зерна 5—15 мм, втопленого в антисептовану бітумну мастику

Індустріальними рішеннями для таких покриттів являються:

- ✓ Панелі, виготовлені на будівельному майданчику з несучою основою з металюого листа. Вони мають довжину до 12 м. Жорсткість забезпечується кутиками, які закріплюють торці настилу, і поперечними пластинами в середній частині панелі. Після укладки панелі забивають стики та наклеюють покрівлю.
- ✓ Монопанелі складаються з профільованого сталюого листа з приформованим шаром пінопласту та гідроізоляційного покриття. Їх виготовляють в заводських умовах довжиною до 12 м. Міцне зчеплення утеплювача з металюою обшивкою підвищує жорсткість та несучу здатність панелі. Рулонна покрівля наклеюється після монтажу панелей та забиття стиків.
- ✓ Тришарові панелі мають зовнішню металюву обшивку з утепленням із зпіненого пінополіуретану. Їх виготовляють на технологічних лініях. Панелі мають довжину до 12 м, що виключає улаштування поперечних стиків в покритті. Поздовжні шви між панелями - внапуск. Листи зовнішньої обшивки з'єднують заклепками. Гребінь покривають

фасонними листами.

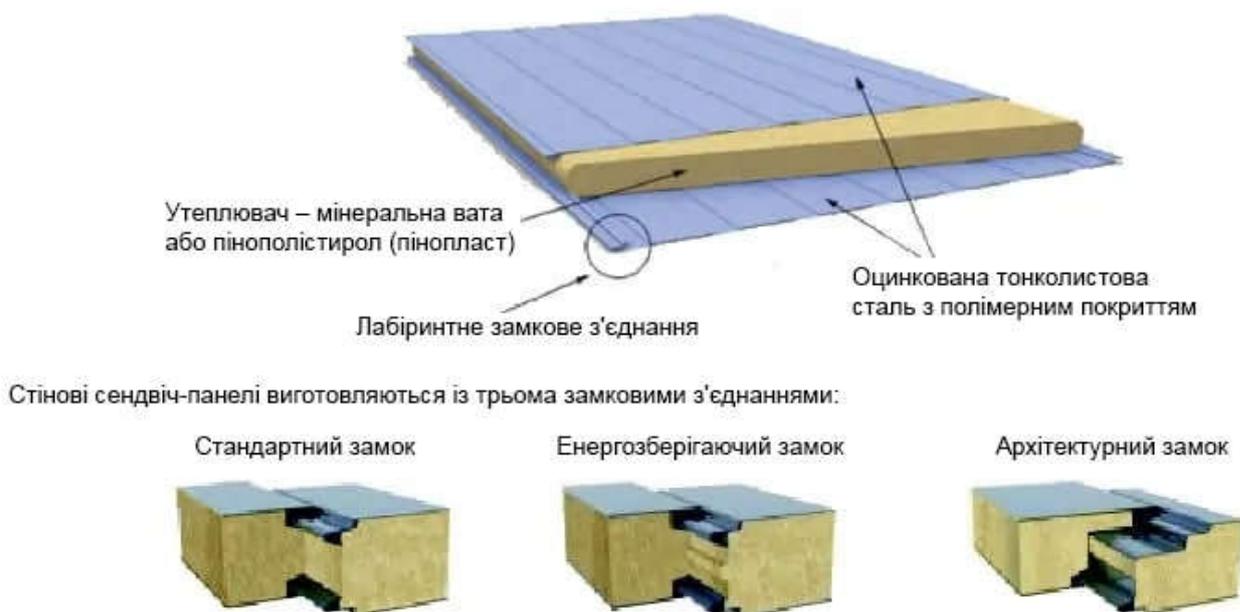


Рис. 2.41 Приклад примикання фасонних литствів

Тема 4. Світлові та аераційні ліхтарі

4.1 Класифікація ліхтарів

Ліхтарями називають засклені надбудови на покритті будівлі, призначені для верхнього освітлення, а також для природної вентиляції (аерації) виробничих будівель.

В останні роки обмежують застосування ліхтарів, маючи на увазі високу вартість їх, складність експлуатації, значні витрати на ремонт, очищення і особливо на відновлення тепловитрат через них у холодний час. Проте проведені фотометричні і гігієнічні обстеження виробничих будівель без ліхтарів показали, що в них не забезпечується світловий режим, еквівалентний режиму при раціональному природному освітленні

Якісне освітлення робочих місць і своєчасне очищення повітря від надлишкової теплоти і виробничих шкідливих виділень суттєво впливає на здоров'я робітників. Тому, щоб забезпечити хороше освітлення робочих місць, віддалених від віконних прорізів, і необхідний санітарно-гігієнічний режим для працюючих, виробничі будівлі проектують із ліхтарями.

Проблема влаштування ліхтарів обґрунтовується техніко-економічним порівнянням із урахуванням технологічних та санітарно-гігієнічних вимог, а також природно-кліматичними умовами району будівництва.

За призначенням ліхтарі поділяють на:

- світлові
- Аераційні
- комбіновані (світлоаераційні).

Світлові ліхтарі з глухими заксленими рамами призначені для освітлення приміщень.

Аераційні ліхтарі без скління застосовують тільки для аерації приміщень, в яких вона необхідна, а верхнє освітлення не потрібне. **Аерацією** називають природний керований і регульований повітрообмін.

Комбіновані (світлоаераційні) ліхтарі із заксленими стулками, що відкриваються, служать для освітлення і провітрювання приміщень.

Залежно від поперечного профілю у виробничих будівлях зустрічаються такі види ліхтарів:

П - подібні з вертикальним склінням, трапецієподібні і трикутні з похилим склінням, М – подібні, шедові, зенітні.

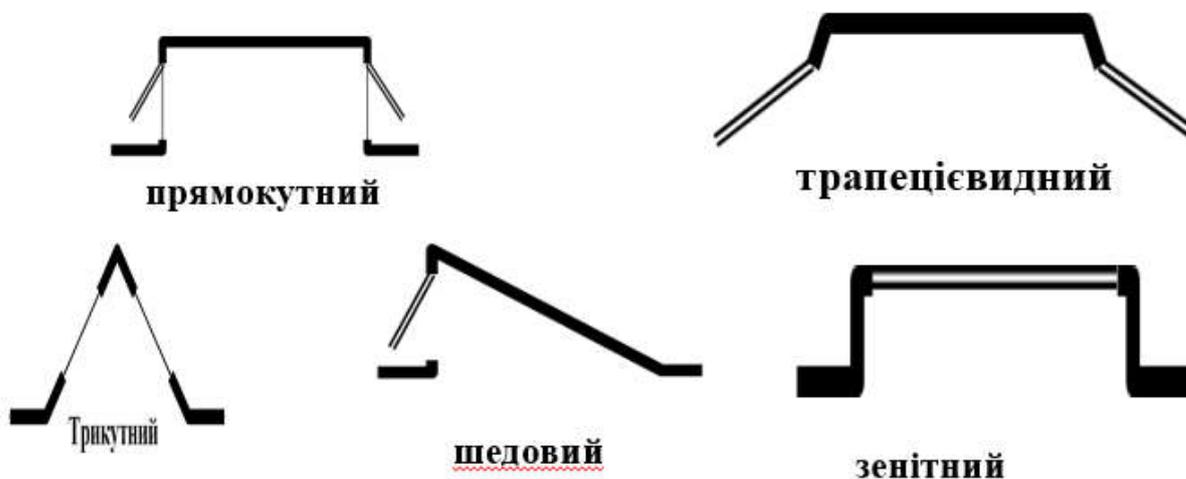


Рис. 2.42 Приклади ліхтарів

За характером скління – з одинарним або подвійним склінням рам.

За розташуванням ліхтарі бувають : *поздовжні* - влаштовуються в більшості будівель; *поперечні* - мають складну конструкцію і робляться рідко.

Ліхтарі розташовують по осі прольотів уздовж будівлі і своїми торцями вони не доходять на один крок, 6 чи 12м, до торця і поперечного температурного шва в будівлі. По протипожежним міркуванням довжина ліхтарів обмежена 84 м. При більшій довжині їх роблять з розривами не менше 6 м.

Відведення води з ліхтарів проектують зовнішнє і внутрішнє. Зовнішнє водовідведення влаштовують при ширині ліхтаря до 12 м в разі вертикального 94 скління та до 6 м — при похилому. Якщо водовідведення зовнішнє, то у відповідних місцях треба захистити покриття від пошкодження водою, що стікає з ліхтаря, гравійною засипкою по мастиці або спеціальними бетонними плитами.

Вертикальнє скління порівняно з похилим менш ефективно, проте воно має і свої переваги: зменшується інсоляція приміщень, менше забруднюється скло, простіша конструкція ліхтаря, легше забезпечується водонепроникність.

4.2 Конструктивні рішення ліхтарів

Основними складовими ліхтарів є:

- 1) несуча конструкція – каркас;
- 2) огорожувальні конструкції:
 - покриття;
 - стіни;
 - заповнення світлових або аераційних отворів

Залежно від вимог та розрахунків, вибирають вид, розміри та розташування ліхтарів. Для прольотів 12-18 м застосовують ліхтарі шириною 6 м, а для прольотів 24-36 м – шириною 12 м. Для зручності експлуатації (при очищенні) та згідно з протипожежними вимогами, довжина ліхтаря не повинна перевищувати 84 м.

За необхідності більшої довжини у місцях температурних швів роблять розриви у ліхтарях не менше одного прольоту (6 м), і у цих місцях розташовують пожежні сходи на будівлі, а посередині довжини ліхтарів та у їх торцях роблять пожежні драбини на різниці висот

Ліхтарі шириною 6 м виконують з зовнішнім водовідводом, а з шириною 12 м - як з зовнішнім, так і з внутрішнім.

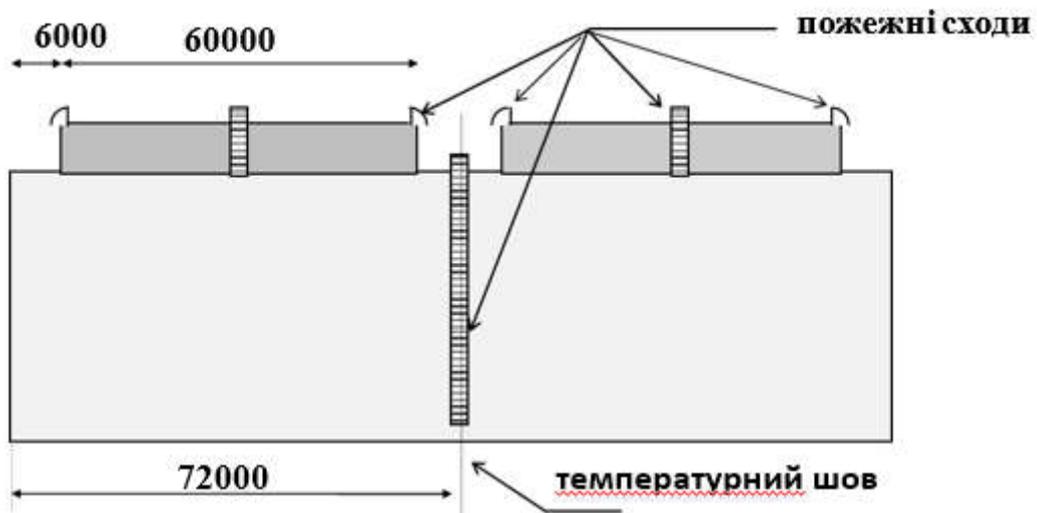


Рис. 2.43 Приклад влаштування ліхтарів

Ліхтарі незалежно від призначення мають однакову конструктивну схему. Розглянемо конструктивне вирішення світлоаераційного ліхтаря завширшки 6м із сталевим каркасом. Конструкція ліхтаря — **каркасна**. Каркас ліхтаря складається із поперечних рам і поздовжніх елементів. До поздовжніх елементів належать: бортові плити, прогони для кріплення стулок або зашкленних рам, плити покриття і зв'язки П-подібні сталеві ліхтарі встановлюють на верхні пояси ферм або балок покриття. Рама являє собою стержневу систему, яка складається з вертикальних стінок, верхнього пояса і розкосів. Всі елементи рами виконують із прокатного металу і з'єднують між собою за допомогою фасонки на зварюванні і болтах. Для взаємозв'язку розмірів конструктивних елементів покриття і ліхтаря прив'язку

крайніх стійок поперечних рам до координаційних осей беруть рівною 150 мм при 6-метровому кроці рам і 250 мм при 12-метровому кроці.

Опорні плити стійок поперечних рам ліхтаря закріплюють анкерними монтажними болтами із наступним приварюванням їх до закладних сталевих деталей у верхньому поясі несучої конструкції покриття. Бортові плити ліхтаря встановлюють на опорні столики, які розташовують у нижній частині крайніх стійок поперечних рам ліхтаря. При прольоті бортових плит 6 м і висоті 600 мм плити мають бути одношарові із легкого або ніздрюватого бетону чи ребристі із важкого бетону з утепленням, а при прольоті 12 м і висотою 800 мм — тільки ребристими із важкого бетону. Бортові плити кріплять за допомогою зварювання закладних сталевих деталей, закладених в кути плит, до сталевих елементів, закріплених на стійках рам. Прогони для кріплення стулок або рам ліхтаря виконують із прокатних або гнутих кутиків. Розташовують їх за висотою в залежності від кількості і розмірів стулок або рам ліхтаря. Довжина прогонів відповідає кроку рам. Прогони кріплять за допомогою болтів до елементів рами ліхтаря. При кроці поперечних рам 12 м для прикріплення ліхтарних рам завдовжки 6 м посередині між рамами розташовують проміжні стійки, Спирають їх на бортові плити, а зверху кріплять до поздовжніх ребер плит покриття. По верхньому поясу рам ліхтарів укладають залізобетонні плити покриття розміром 3х6 або 3х12м, які є несучим елементом огорожуючої частини і забезпечують просторову жорсткість ліхтаря, крім того, стійкість ліхтаря забезпечується влаштування зв'язків.

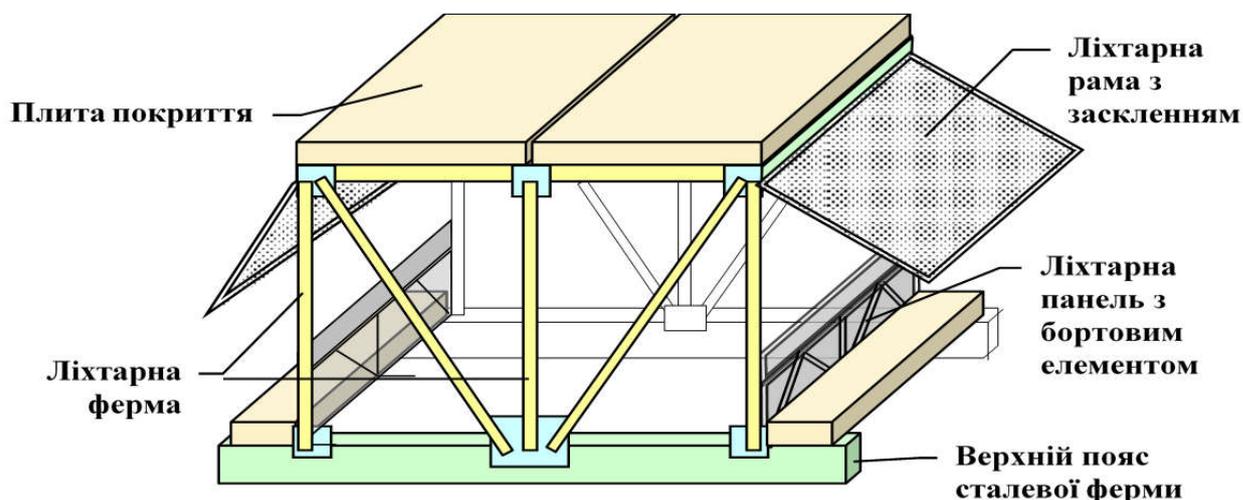


Рис. 2.44 Приклад будови прямокутного світлоаераційного ліхтаря

Останнім часом розроблено ефективні конструкції zenітних ліхтарів, що являють собою конструкцію для світлопропускання в покритті.

Світлові zenітні ліхтарі із оргскла виконують в точковому (купол) і протяжному (склепінчастому) варіанті. За допомогою їх можна рівномірно і активно освітлювати природним світлом виробничі будівлі. Світлопрозорі куполи

встановлюють над отворами в плитах покриття; склепінчасті (панельні) установлюють над отвором, утвореним пропуском плити.

Ліхтарі складаються із сталевго стакана трапецієподібного перерізу, який установлюється над отвором в покритті; *дерев'яної опорної рами*, заведеною у верхню частину стакана і *світлопрозорого огороження* у вигляді купола або склепіння. Теплоізоляційні властивості покриття зберігаються завдяки герметичному повітряному прошарку, розташованому між оболонками із оргскла. Сталеві «стакани» встановлюють на герметичні прокладки і зварюють із закладними елементами плит. Вони покриваються емаллю, а всередині — білою фарбою.

Стики елементів склепіння ущільнюються профільованими прокладками із морозостійкої гуми і накриваються дуговими накладками із оргскла.

У виробничих будівлях металургії, хімії та інших, де великі виділення надлишкового тепла і шкідливих виробничих викидів використовують **аераційні ліхтарі**, їх влаштовують, як правило, в гарячих цехах. Для забезпечення одночасної роботи витяжних отворів з обох боків ліхтаря застосовують так звані незадувні аераційні ліхтарі з вертикальним склінням. Установлюють також спеціальні вітрозахисні панелі (щити) на деякій відстані від ліхтаря.

Конструктивні схеми багатопверхових будівель

Тема 5. Каркаси багатопверхових промислових будівель

5.1 Каркасні будівлі з рамною конструктивною схемою

У просторовій каркасній системі таких будівель колони і ригелі з'єднують жорсткими вузлами у повздовжньому та в поперечному напрямках. Жорсткість системи забезпечується опором всіх її елементів, які сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження. За такою конструктивною схемою працюють будівлі з такими видами перекриттів:

Монолітно-ребристі з системою головних і другорядних балок, які проектують з поперечними або повздовжніми головними рамами (рис. 2.45, а, б). Балочний диск такого перекриття складається з *головних балок-ригелів*, з'єднаних з колонами одного напрямку, *другорядних балок*, з'єднаних з головними балками перпендикулярного напрямку і *залізобетонного настилу*, який бетонується разом з головними та другорядними балками і служить основою для підлоги. Такі перекриття проектують за необхідності розміщення важкого технологічного обладнання або влаштування великих технологічних отворів у міжповерхових перекриттях.

Перерізи головних і другорядних балок приймають переважно прямокутними з відношенням ширини до висоти 1:2 або 1:3. Розміри перерізів балок і плит та площу робочої арматури приймають на основі розрахунків за граничними станами, а конструктивно призначають: висоту головних балок $1/10B$, а висоту другорядних

балок $1/15B$, де B - довжина балки. Товщини плит перекриттів до 100 мм приймають кратними 10 мм, а більше 100 мм кратними 20 мм. Суттєвим недоліком таких перекриттів є велика висота головних балок, яка зменшує корисну висоту приміщень.

Конструкції колон, головних і другорядних балок можуть виготовлятися із металу: при невеликих навантаженнях на перекриття - із прокатних двотаврів або швелерів, а при значних навантаженнях - звареними двотаврового, коробчастого або круглого перерізу. Враховуючи, що сталь при температурах $600...700^{\circ}\text{C}$ повністю втрачає несучу здатність, основні несучі конструкції обов'язково необхідно захищати від впливів вогню та корозії: сталеві колони захищають обоймами із вогнестійких матеріалів (бетоном, кам'яною або цегляною кладкою, армованою штукатуркою, утеплювачем на основі базальту). Головні та другорядні балки захищають від високих температур армованим цементно-піщаним розчином.

Монолітно-ребристі з балками розташованими по колонах в обох напрямках, або часторебристі - кесонні перекриття (рис. 2.45, в). Кесонними називають ребристі перекриття, в яких балки в плані утворюють панелі з відношенням сторін $B_d:B_k < 1,5$. При такій схемі роботи плита розподіляє навантаження за чотирма напрямками і працює, як така що спирається по контуру. Кесонні перекриття можуть складатися: з *головних балок-ригелів*, розміщених у двох або більше напрямках, які спираються на колони, і *плити настилу*; з *головних балок-ригелів*, розміщених у двох напрямках, *системи другорядних балок*, розміщених у двох або більше напрямках, і *плити настилу*; з *головних балок-ригелів*, розташованих в двох напрямках, *системи другорядних балок* в одному напрямі та *вкладишів* із різноманітних матеріалів.

Конструктивно висоту таких балок-ригелів приймають $(1/16...1/24)B$, а висоту плити (виходячи з умов деформативності) - не менше $1/50B$ або 80...140 мм. Кесонні перекриття використовують в зальних приміщеннях з підвищеними архітектурно-художніми вимогами до інтер'єрів і великими прогонами - до 30 м.

Монолітні безбалочні перекриття, які складаються з плоскої багатопрогової залізобетонної плити, що спирається на колони каркаса (рис. 2.45, г). Безбалочними такі перекриття називають через відсутність виступаючих ребер - ригелів, їх роль виконують ділянки плит шириною $(0,2...0,3)B$, які працюють в прогонах між опорами по балочній схемі. За характером роботи, величиною зусиль, конструкцією та кількістю арматури в плиті настилу виділяють *надколонні, міжколонні та прогонові ділянки*. Найбільш значні зусилля діють в надколонних ділянках, тому їх підсилюють: влаштуванням капітелей, установкою додаткової повздовжньої арматури, в тому числі і жорсткої. Безригельні каркаси з монолітними залізобетонними плитами сприймають горизонтальні зусилля по рамній конструктивній схемі. Плоскі рами складаються з ряду колон і умовних ригелів, які включають полоси плит, розміри яких дорівнюють відстані між

серединами двох поперечних прогонів, що примикають до відповідного ряду колон. Конструктивно товщину плит приймають $1/32 \dots 1/35$ де B - довжина більшого прогону.

Колони із залізобетону або металу виготовляють квадратного або круглого перерізу з капітелями, які мають пірамідальну форму. Капітелі забезпечують сприйняття значних моментів на згин і поперечних сил від спертих на них плит і збільшують жорсткість каркасної системи. За необхідності виготовлення гладких поверхонь стелі без виступаючих капітелей, у межах товщини монолітної залізобетонної плити влаштовують скриту капітель - розвинуту в плані обійму із зварених сталевих профілей, "комір", - до якої по контуру приварюють арматуру плити.

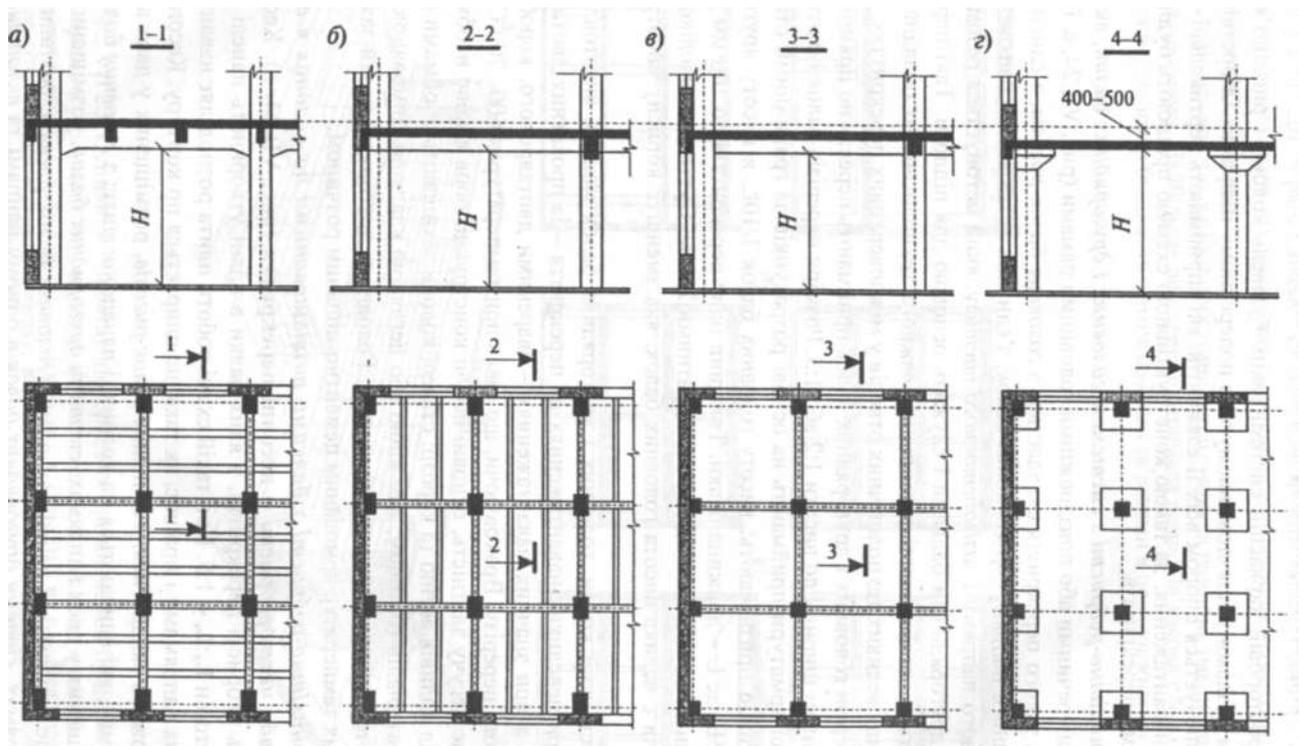


Рис. 2.45 Схеми монолітних залізобетонних каркасів багатоповерхових будівель (розрізи і плани):

а - з поперечними головними балками; б - з поздовжніми головними балками; з плитами, що спираються по контуру; г - з безбалочними перекриттями

Збірні безригельні каркаси або каркаси із збірними залізобетонними безбалочними перекриттями. Такі каркаси використовують для будівель з великими навантаженнями на перекриття ($5 \dots 30$ кН/м²), якщо за технологічними вимогами необхідні гладкі стелі з підвищеними вимогами до чистоти та вентиляції приміщень, для розміщення виробництв харчової промисловості. Багатоповерхові будівлі із збірними залізобетонними безбалочними перекриттями використовують для холодильників, м'ясокомбінатів, молокозаводів, рибопереробних підприємств, в яких необхідно забезпечити поліпшену провітрюваність приміщень, а це

забезпечується відсутністю виступаючих балок, які утворюють ділянки, що погано вентилуються.

Прив'язка всіх колон до координатних осей - центральна. Прив'язка зовнішніх повздовжніх стін до координатних осей каркаса прийнята 1550 і 600 мм, а поперечних - тільки 1550 мм.

Габаритні розміри конструктивних елементів відповідають умовам заводського виготовлення на серійному обладнанні. Колони квадратного перерізу розмірами 400x400, 500x500, 600x600 мм жорстко заробляють в фундаменти стаканного типу. Капітелі використовують двох типорозмірів в плані: основну, 2980x2980 мм - укладають по середнім рядам колон і напівкапітелей, 2980x2090 мм - укладають по крайнім рядам колон (рис. VII.26). У капітелях додаткових марок влаштовують отвори для пропускання інженерних комунікацій, вирізи для фахверкових колон, сходових кліток, шахт.

Міжколонні плити товщиною 160 мм приймають двох типорозмірів у плані: основну 3280x2980 мм - укладають по середнім рядам колон і скорочену 3280x2090 мм - по крайнім повздовжнім рядам колон. Прогонна плита товщиною 160 мм має розміри в плані 2980x2980 мм.

Конструкції безбалочних перекриттів призначені для будівель з неагресивним середовищем, але їх можна використовувати в слабо- та середньоагресивному середовищі при виконанні відповідних вимог до складу і щільності бетону та захисту арматури і закладних деталей від корозії.

Як стінове огороження використовують: збірні залізобетонні панелі в самонесучому або навісному варіанті; самонесучі стіни із цегляної кладки з ефективним утеплювачем.

Збірні безбалочні каркаси складаються з колон висотою в один поверх, залізобетонних капітелей (надколонних плит), міжколонних і прогонових (середніх) плит. Кожна колона має консоль, на якій закріплюють капітель пірамідальної форми - для спирання на неї міжколонних плит. Одночасно ця капітель є обіймою для замонолічування стику суміжних поверхів. Міжколонні плити своїми виступами спирають на заглиблені пази в капітельних плитах. Потім арматурні випуски цих плит приварюють до закладних деталей капітельних плит і бетонують. Такі з'єднання вважаються жорсткими, а міжколонні та капітельні плити разом з колонами працюють як багатопрогонні нерозрізні балки. Середню (прогонну) плиту з'єднують зваркою арматурних випусків до закладних деталей міжколонних плит, тому такі з'єднання вважаються шарнірними.

Збірно-монолітні перекриття. Найбільш поширені збірно-монолітні диски перекриттів балочного типу складаються з монолітних або збірно-монолітних ригелів (міжколонних плит), які спирають на колони, і збірних плит настилу, які спирають на чверті ригелів. Одну із збірних плит виставляють по центральній осі

колон і вона виконує роль розпірки між колонами каркаса. Об'єднання плит і ригелів в єдиний диск досягається за рахунок омонолічування арматурних каркасів, які встановлюють в міжплитних швах і пропускають через ригелі. Для забезпечення більшої просторової жорсткості зварюють випуски арматури збірних плит і арматурної сітки, яку укладають на міжколонні плити. Після бетонування збірно-монолітне перекриття має необхідну жорсткість і здатне сприймати всі види вертикальних і горизонтальних зусиль.

5.2 Каркасні будівлі з рамно зв'язковою конструктивною схемою

Такі будівлі складаються з системи *плоских багатоярусних рам* із жорсткими вузлами в місцях стикування ригелів з колонами в одному напрямі (переважно поперечному). В перпендикулярному напрямі жорсткість і стійкість рам забезпечують *вертикальними сталевими зв'язками або монолітними стінками*, які встановлюють всередині кожного температурного блока по кожному повздовжньому ряду колон. У тих випадках, коли цієї жорсткості недостатньо, встановлюють додаткові повздовжні ригелі (розпірки), які спирають на сталеві столики приварені до закладних деталей колон у рівні залізобетонних консолей. Така схема задовольняє експлуатаційні вимоги багатоповерхових виробничих будівель в багатьох галузях промисловості та дозволяє використовувати індустриальні залізобетонні та металеві конструкції з уніфікованими вузлами з'єднання колон і ригелів.

Для уніфікації габаритних схем багатоповерхових виробничих будівель розроблені типові конструкції та вузли на основі типової серії 1.430-12 "Конструкции многоэтажных производственных зданий с сетками колон бхбм и 9хбм под нагрузки 25 и 15 кН/м²", як доповнення до серії ИИ20/70.

Уніфікований каркас будівель цієї серії дозволяє проектувати промислові будівлі: висотою 2...5 поверхів; з однаковими прогонами на всіх поверхах або із збільшеними розмірами прогонів у верхніх поверхах; верхні поверхи дозволяється обладнувати підвісними кран-балками або мостовими кранами вантажопідйомністю не більше 10 т. Використовуючи типові уніфіковані конструкції, сітку колон нижніх поверхів приймають 6х6, 9х6 і 12х6 м, а верхнього поверху - 18х6, 18х12, 24х6 і 24х12 м. Висоти поверхів можуть складати: нижніх - 3,6, 4,8, 6,0 і 7,2 м; верхнього - 6,0, 7,2, 8,4, 9,6 і 10,8 м.

Фундаменти під колони мають конструктивне рішення, аналогічне з фундаментами одноповерхових каркасних промислових будівель. Колони замонолічують в стаканах фундаментів, верх яких розміщують на відмітці -0,150 м. Заглиблення колон у стаканах приймають в діапазоні 600... 1000 мм, залежно від навантажень на них. Цокольні стінові панелі спирають на фундаментні балки, які укладають на бетонні стовпчики фундаментів.

Колони уніфікованого каркаса поділяють на крайні та середні, вони мають

консолі для спирання ригелів. Для спрощення монтажу їх виготовляють дво- і триповерховими, а для верхніх поверхів - одноповерховими. Переріз колон єдиний - 400x400 мм; для нижніх поверхів 400x600 мм. Довжина колон відповідає висоті поверху, яку узгоджують із габаритною схемою будівлі. Монтажні стики колон розміщуються на висоті 600... 1000 мм вище плит перекриття. Установлюють колони на центруючі прокладки і з'єднують між собою накладками, які приварюють до оголовків колон із кутиків і пластин. Зазор між торцями колон заробляють розчином, після чого стик бетонують по сталевій сітці.

Ригелі перекриттів мають два типи поперечних перерізів: з полицками та без них. Висота і ширина всіх ригелів однакова і дорівнює, відповідно, 800 і 300 мм; для прогонів 9 і 12 м ригелі виготовляють з попередньо напруженою арматурою. Довжину ригеля приймають з урахуванням розмірів прогону, перерізів колон, типу з'єднання з колонами і зазорів між ригелем і колонами. З'єднують ригелі з колонами консольно і безконсольно. У першому випадку їх спирають на залізобетонні консолі колон і з'єднують з ними зварюванням закладних деталей та арматурних випусків і замонолічуванням стиків. При безконсольному стикуванні ригелів з колонами до залізобетонних колон приварюють опорні металеві монтажні столики, на які спирають ригелі із шпонками на торцях. Далі здійснюють ванне зварювання арматурних випусків ригелів і колон, а стик бетонують.

Плити перекриттів ребристі, двох типів: типу 1 - плити, які спирають на полицки ригелів; типу 2 - плити, які спирають на верхні площини ригелів. Другий тип перекриттів використовують при великих зосереджених навантаженнях від крупногабаритного провисаючого обладнання. Залізобетонні плити довжиною 5550 мм мають два номінальні розміри по ширині - 1500 і 750 мм. Плити шириною 750 мм призначені для укладки біля повздовжніх стін. Ці плити, а також плити шириною 1500 мм, які укладають симетрично відносно осей середніх колон, виконують функцію розпірок між колонами.

Усі плити перекриттів кріплять до ригелів і між собою зварюванням закладних сталевих деталей і заливають бетоном, внаслідок чого забезпечується необхідна жорсткість перекриттів для сприйняття горизонтальних зусиль.

Покриття проектують в двох варіантах: для будівель без збільшеного прогону верхнього поверху - із ригелів і плит, прийнятих для перекриттів; для будівель із збільшеним прогоном верхнього поверху - із кроквяних балок або ферм і плит покриттів, прийнятих для одноповерхових промислових будівель.

Сходові клітки проектують із уніфікованих залізобетонних конструкцій серії ИИ27-1 "Лестницы с кирпичными стенами. Марши, площадки, балки", як незалежні споруди, які не передають навантаження на основний каркас будівлі. Ширина збірних залізобетонних сходових маршів 1350 мм, а висота всіх поверхів кратна 1,2 м. Внутрішні розміри сходової клітки 4,8x2,8 м, а стіни з цегли товщиною 380 мм спирають на стрічкові фундаменти із збірних стінових

фундаментних блоків.

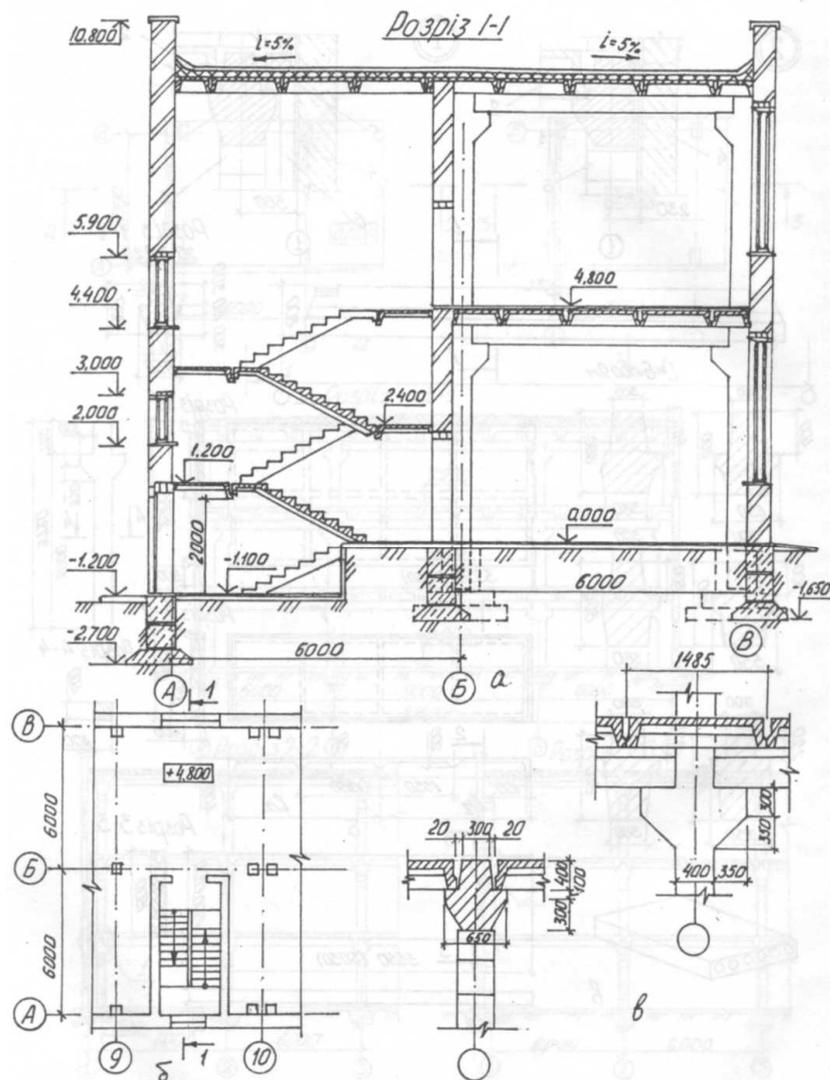


Рис. 2.47 Двоповерхова промислова будівля з балочними перекриттями:
а - розріз по сходовій клітці; б фрагмент плану: вузли перекриття

Рамно-зв'язкові сталеві каркаси. Колони проектують двотаврового або коробчастого перерізу із двох зварених швелерів, двотаврів або кутиків. Довжину колон найчастіше приймають рівній висоті двох ярусів каркаса, тобто в межах 8... 15 м. Стилки колон розміщують вище вузлів кріплення ригелів до колон і проварюють через фрезеровані торці. При монтажі колони з'єднують між собою болтами.

Конструкції металевих перекриттів, які входять до складу металевих каркасів, найчастіше мають в одному напрямі жорстке, а в другому напрямі шарнірне з'єднання з колонами. Монтажні вузли стикування балок металевих перекриттів виконують на болтах нормальної точності, на фланцях або на монтажній зварці. До складу цих вузлів часто входять монтажні столики, які сприймають вертикальні навантаження від балок на колони. З'єднання головних балок з другорядними найчастіше приймають шарнірним. Металеві перекриття, крім основного

а - колони; б - ригелі перекриття прогонами 6 і 9 м; в те саме, прогоном 12 м; г ребристі плити перекриттів; д - те саме, багатопустотні; е сполучення ригеля з колонами крайніх і середніх рядів, варіант спирання плит на полки ригеля; ж те саме, при спиранні плит по верху ригеля

5.3 Каркасні будівлі з зв'язковою конструктивною схемою

Каркаси зв'язкової конструктивної схеми з вертикальними діафрагмами жорсткості використовують для багатоповерхових житлових і нежитлових будівель з невеликими розмірами приміщень і коли виникає потреба суміщувати в одній будівлі приміщення з різними розмірами.

Зв'язкова конструктивна схема включає три види залізобетонних каркасів, які відрізняються за розмірами прогонів і типами перекриттів: дрібнокомірчасті з ригелями прогоном до 6 м, висотою перерізу 450 мм для спирання багатопустотних плит прогоном до 9 м і ребристих плит прогоном 6 м (рис. 2.49); середньокмірчасті з ригелями прогоном до 9 м, висотою перерізу 600 мм під багатопустотні та ребристі плити; багатопрогонні з ригелями прогоном 6 м, висотою перерізу 600 мм і панелями перекриття типу "подвійне Т" прогоном 9 і 12 м, які спирають на ригелі в підрізку.

Такі каркаси не мають рамних властивостей, а працюють по зв'язковій схемі з шарнірним з'єднанням ригелів з колонами. Всі навантаження, які викликають горизонтальні переміщення каркаса, сприймає система вертикальних діафрагм жорсткості у вигляді заповнень із збірних або монолітних стінок, металевих зв'язків, спарених ригелів тощо. Збірні залізобетонні діафрагми жорсткості є стінки, товщиною 140 мм, які влаштовують між двома ригелями та двома колонами. У збірному варіанті вони з'єднуються з колонами по висоті за допомогою металевих накладок, які приварюють до закладних деталей, а з вище- і нижчерозташованими конструкціями - шляхом омонолічування горизонтального шва дрібнозернистим бетоном класу В15. Омонолічування зазорів між діафрагмою жорсткості та колонами суттєво майже в 10 разів, збільшує жорсткість вертикального стикування на зсув.

Просторову жорсткість каркасів таких будівель забезпечують горизонтальні елементи перекриттів та покриття: зваркою закладних деталей ригелів з опорними виступами плит-розпірок (зв'язкових і пристінних) і замонолічуванням швів між усіма плитами.

Для уніфікації об'ємно-планувальних рішень та конструкцій в Україні використовують серію 1.020-1/83, яка передбачає проектування таких будівель висотою до 12-ти поверхів, з підвалами або без них, з висотою поверхів - 3,3; 3,6; 4,2; 6,0; 7,2 м і висотою підвалів 2,9; 3,2 і 3,8 м.

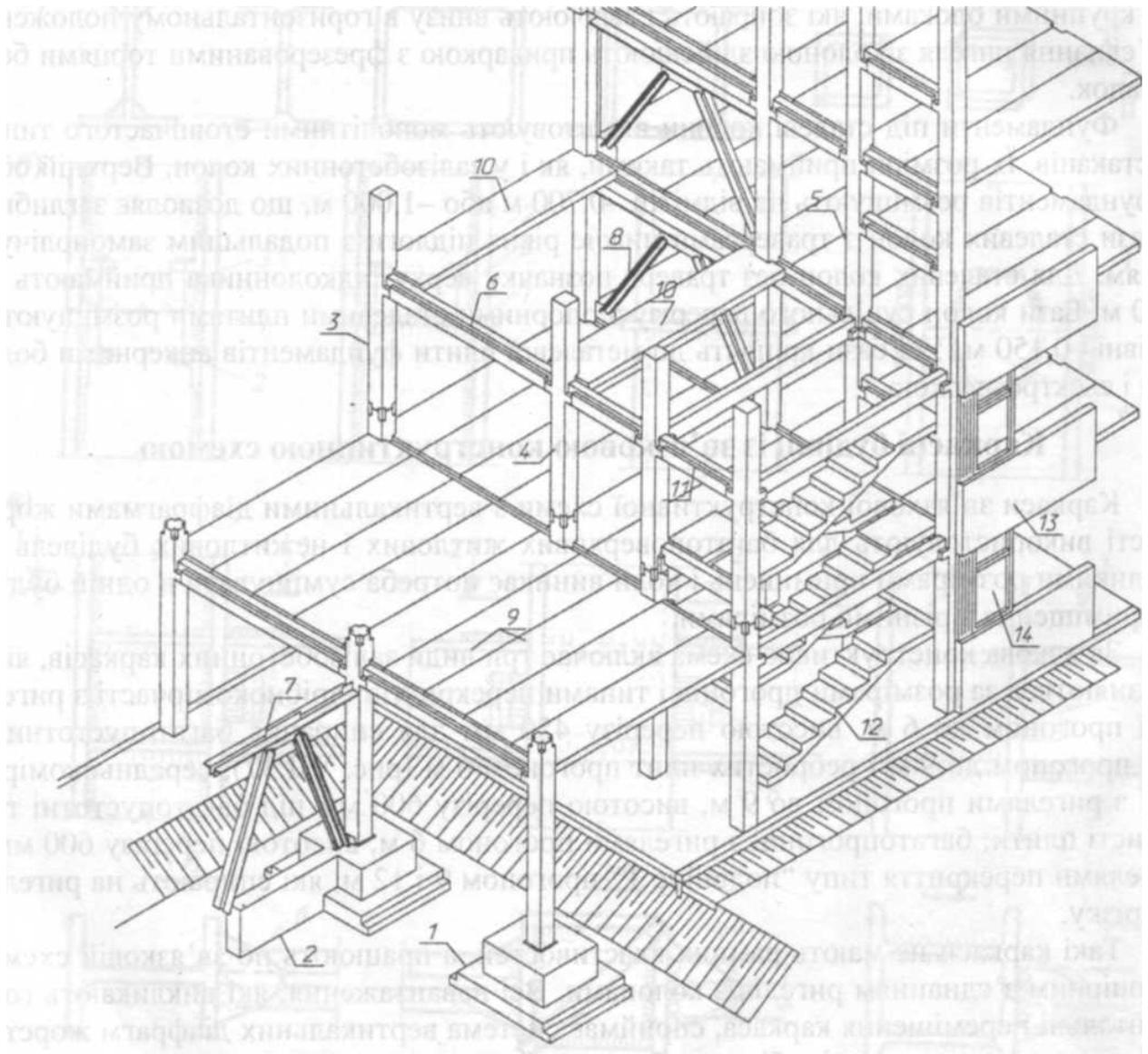


Рис. 2.49 Основні елементи багатоповерхової промислової будівлі із зв'язковим залізобетонним каркасом:

1 - фундамент; 2 - стрічковий фундамент під діафрагму жорсткості; 3 - крайня колона; 4- середня колона; 5 - колона сходової клітки; 6- ригель; 7 - повздожсні зв'язки; 8 поперечні зв'язки; 9 - рядові плити перекриття; 10 - зв'язкова плита перекриття; 11 - ригель сходової клітки; 12 - сходовий марш; 13 - стінова панель; 14- вікно

Фундаменти - це окремо розміщені залізобетонні, найчастіше монолітні, конструкції стаканного типу. Під зовнішні навісні панелі проектують фундаментні балки, а під діафрагми жорсткості - стрічкові фундаменти із монолітного залізобетону або стінових фундаментних блоків (рис. 2.50, а).

Колони каркаса - це основні несучі конструктивні елементи будівлі, які являють собою вертикальні лінійні залізобетонні конструкції, довжина яких суттєво перевищує розміри поперечного перерізу, призначені для сприйняття вертикальних навантажень. Збірні колони багатоповерхових будівель виготовляються постійного перерізу довжиною на 1...3 поверхи.

Залізобетонні збірні колони випускають перерізом 300x300 мм для будівель висотою до 5-ти поверхів і 400x400 мм - для будівель висотою 6... 12 поверхів. При більшій висоті будівель колони нижніх поверхів приймають перерізом 600x600 мм і 800x800 мм або використовують жорстку несучу арматуру для армування колон. Усі колони мають центральну прив'язку до повздовжніх і поперечних координатних осей.

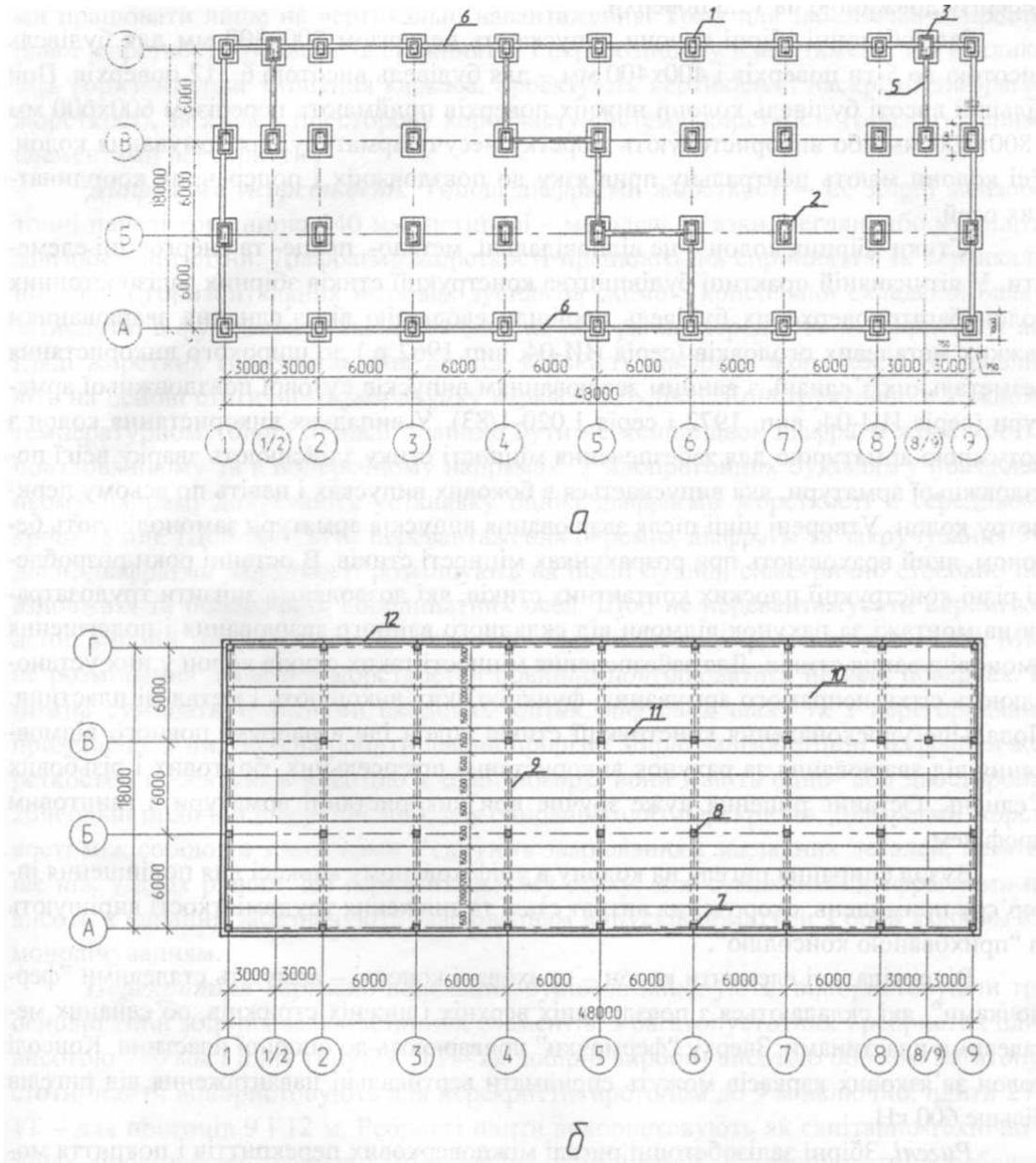


Рис. 2.50 Багатоповерхова промислова будівля із зв'язковим залізобетонним каркасом:

а - план фундаментів; б — план конструкцій покриття; 1 - фундамент під крайню колону; 2- фунда мент під середню колону; 3 фундамент під колону сходової клітки; 4 стрічковий фундамент під діафрагму жорсткості; 5- стрічковий фундамент під стіну сходової клітки; 6 фундаментна балка; 7 - крайня колона; 8 середня колона; 9 ригель; 10 рядова плита; 11 - зв'язкова плита; 12 - парпет стіни

Ригелі. Збірні залізобетонні ригелі міжповерхових перекриттів і покриття

можуть розміщуватись в повздовжньому та в поперечному напрямках або змінювати напрям у будь-якому місці будівлі. Вони мають тавровий переріз із полицкою внизу, для спирання плит перекриття, з метою зменшення сумарної конструктивної висоти перекриття. Використовують ригелі двох розмірів: висота - 450 і 600 мм і ширина - 550 і 600 мм. Вибір габаритів ригелів здійснюють у відповідності з наванта-

женням на плити перекриттів і типом останніх. Ригелі своєю верхньою подовженою частиною спирають на скриті консолі колон з розмірами 150x150 мм. Міцність таких вузлів забезпечують зварюванням закладних деталей ригелів та колон. У статичних розрахунках рам таких каркасів вузли вважають шарнірними, тобто здатними працювати лише на вертикальні навантаження. Тому для забезпечення просторової жорсткості будівель та сприйняття і перерозподілу навантажень, які викликають горизонтальні зміщення каркаса, проектують вертикальні наскрізні діафрагми жорсткості, зв'язані в просторову коробчасту систему жорсткості горизонтальними елементами перекриттів.

Діафрагми жорсткості. Типові діафрагми жорсткості - це збірні залізобетонні панелі товщиною 140 мм, нетипові - металеві зв'язки, цегляні або монолітні залізобетонні стіни. Діафрагми жорсткості працюють на сприйняття як вертикальних, так і горизонтальних вітрових зусиль за схемою консольної складеної балки, затиснутої в фундаменті. Навантаження на діафрагми передають перекриття, у вигляді жорстких горизонтальних дисків. Кількість діафрагм жорсткості устанавлюють на основі статичного розрахунку каркасної будівлі. Конструктивно в кожному температурному блоці будівлі повинно бути не менше двох діафрагм жорсткості в повздовжньому та в поперечному напрямках. У двопогонних будівлях у повздовжньому напрямі допускають устанавку однієї діафрагми жорсткості в середньому кроці колон. Щоб запобігти перевантаження окремих діафрагм та закручування будівлі, діафрагми жорсткості розміщують на плані будівлі симетрично стосовно повздовжніх та поперечних координатних осей. Щоб не перевантажувати окремі колони, в одній точці не повинно сходитись більше двох діафрагм жорсткостей. Місце розміщення діафрагм жорсткостей повинно повторюватися на всіх поверхах. Їх можна суміщати із стінами сходових кліток, ліфтових шахт та з перегородками приміщень, в них можна робити дверні прорізи. Збірні залізобетонні діафрагми жорсткостей проектують висотою в один поверх, вони мають одно- або двосторонні консольні полицки в верхній зоні, для спирання плит перекриття. Діафрагми жорсткості між собою та з колонами з'єднують зварюванням закладних деталей, не менше ніж у двох рівнях. По горизонтальному стику, між суміжними діафрагмами по висоті, з'єднання забезпечують зварюванням випусків арматури з обов'язковим замонолічуванням.

Перекриття каркасно-панельних будівель виконують, використовуючи три основні типи збірних залізобетонних елементів: з багатопустотних і ребристих

плит висотою 220 мм і плит типу 2Т (1Т - як добірні вироби) висотою 600 мм. Багатопустотні плити використовують для перекриттів прогоном до 9 м включно, плити 2Т і 1Т - для прогонів 9 і 12 м. Ребристі плити використовують як санітарно-технічні в зонах проходу вертикальних інженерних комунікацій. Багатопустотні і ребристі плити проектують в двох модифікаціях: рядові та зв'язкові (плити-розпірки). Зв'язкові плити розміщують по осям колон і жорстко з'єднують між собою і з колонами для забезпечення стійкості колон з площини рами каркаса. Номінальні розміри плит по ширині: багатопустотних - 1,2 і 1,5 м; ребристих - 1,5 м; 2Т - 3,0 м; 1Т - 1,3; 1,5 і 1,7 м.

Покриття проектують безгорищними, пологими, з внутрішнім відводом атмосферної вологи, з рулонною покрівлею по шару утеплювача і пароізоляції. Як несучі елементи покриття використовують багатопустотні або ребристі плити із спіранням їх на ригелі з розкладкою рядових та зв'язкових плит за аналогією із міжповерховими перекриттями (рис. 2.50, б).

Зовнішні стіни в будівлях з конструкціями серії 1.020-1 проектують самонесучими або навісними. Розрізка стін на панелі - дворядна. В номенклатуру збірних елементів входять поясні, простіночні, підкарнизні, парпетні, цокольні, кутові та добірні панелі. Конструкція панелей тришарова з ефективним утеплювачем товщиною 300 мм. Конструктивні розміри панелей по висоті: 900; 1200; 1500; 1800 і 2100 мм.

Сходову клітку розміщують впоперек або вздовж будівлі, але з обов'язковою установкою додаткових колон для утворення комірок 6х3 м. Конструкції сходів проектують за серією 1.020-1/83 у вигляді збірних залізобетонних ребристих маршів Х-подібної форми. В межах нахиленої частини маршу розміщують сходи, відформовані разом з косоурами, а горизонтальні ділянки утворюють сходові напівплощини. При висоті поверху 3,3 м сходи мають два марші висотою по 1,65 м, а при висоті 4,2 м - три марші висотою по 1,4 м. Сходові марші мають довжину 5770 мм, а ширину 1155 мм і своїми короткими кінцями горизонтальних поверхових та міжповерхових площадок спираються на збірні залізобетонні або сталеві балки довжиною 3,0 м. У свою чергу, ці балки спираються на сталеві консолі колон, які приварюють до спеціальних закладних деталей колон сходової клітки.

За зв'язковою конструктивною схемою працюють також **каркасні будівлі з монолітними залізобетонними перекриттями, які зводять методом підйому перекриттів** На рівні першого поверху бетонують плити перекриттів усіх поверхів розміром на секцію, які розділяють ізоляційними прошарками з поліетиленової плівки. Навколо отворів плит, через які проходять колони, влаштувають жорсткі сталеві елементи, які використовують для підйому плит, закріплення їх у стадії монтажу і з'єднання з колонами. Ці елементи забезпечують передачу навантажень від перекриттів на колони в стадії експлуатації. Сприйняття горизонтальних навантажень забезпечують в таких безригельних каркасах за

зв'язковою конструктивною схемою з допомогою діафрагм або ядра жорсткості та жорстких дисків перекриття. Колони сприймають всі вертикальні навантаження і проєктують з металевих труб або із збірного залізобетону. Після твердіння бетону перекриттів їх піднімають на проєктні рівні поверхів і закріплюють фіксованими болтами до металевих опорних капітелей колон з допомогою механічних підйомників (домкратів), закріплених на змонтованих колонах будівлі

Тема 6. Великопанельні будівлі

6.1 Конструктивні схеми будівель

Будівлі, в яких стіни, перегородки, перекриття монтують із великорозмірних (порівняно невеликої товщини) заздалегідь виготовлених елементів, називають **великопанельними**.

Спорудження будівель із великих панелей підвищує ступінь індустріальності будівництва та продуктивності праці, зменшує витрати матеріалу й строки зведення будівель.

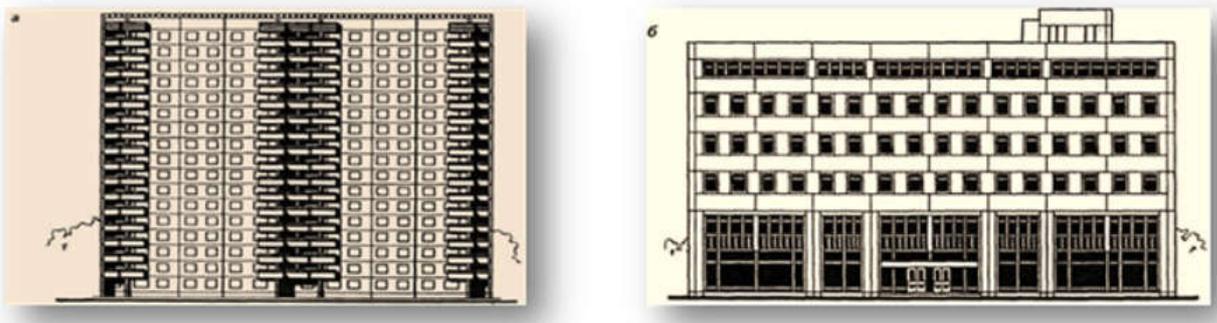


Рис. 2.51 Приклади великопанельних будинків

Конструктивні типи великопанельних будівель:

Безкаркасні - які складаються з приміщень, утворених панелями, які виконують функції несучих і огорожувальних елементів;

Каркасно-панельні - несучим елементом яких є збірний залізобетонний каркас, а зовнішні стіни виконують тільки функції огороження;

Комбіновані - нижня частині яких – каркасна, а верхня безкаркасна.

Вибір конструктивного типу залежить від виду будівлі, яку проєктують, кількості поверхів у ній та інших чинників. Великопанельні житлові будинки проєктують, як правило, безкаркасними.

Вони складаються з меншої кількості збірних елементів, характеризуються простотою монтажу, мають менші трудозатрати, порівняно з каркасно-панельними будівлями.

Проте, каркасно-панельні будівлі, порівняно з безкаркасними, мають меншу витрату матеріалів на 1 м² житлової площі, більшу жорсткість і стійкість, що особливо важливо для висотних будівель. Найчастіше ці конструктивні типи застосовують під час проєктування громадських будівель.

Конструктивні схеми безкаркасних великопанельних будівель

Безкаркасні великопанельні будівлі являють собою сукупність просторових незмінних житлових комірок (приміщень), утворених панелями стін і перекриттів.

Для безкаркасних великопанельних будівель характерні такі конструктивні схеми:

З малим кроком несучих поперечних стін, 2700 – 3600 мм (рис. 2.52, а). У цих будівлях поперечні та поздовжні стіни – несучі. Панелі зовнішніх стін одношарові або тришарові, внутрішніх стін – залізобетонні 120 – 160 мм завтовшки. Плити перекриття – залізобетонні суцільні, 120 мм завтовшки, як правило оперті по контуру.

З великим кроком несучих поперечних стін. Величина кроку від 3600 до 7200 мм. У них несучі поперечні стіни виготовляють з плоских залізобетонних панелей 160 мм завтовшки. Зовнішні поздовжні стіни – самонесучі однорядної або поясної розрізки, виготовлені з легких або ніздрюватих бетонів. Міжкімнатні перегородки – гіпсобетонні 80 мм завтовшки. Плити перекриття – суцільні залізобетонні 160 мм завтовшки або багатопорожнинні 220 мм завтовшки. Таку конструктивну схему застосовують у проєктах житлових будівель, дитячих садків, шкіл.

Зі змішаним кроком несучих поперечних стін (рис. 2.52, в). Зовнішні стіни – самонесучі однорядної розрізки з керамзитобетонних панелей. Плити перекриття суцільні 160 мм завтовшки, які спираються у вузьких комірках по контуру, а в широких комірках – на два бока.

З поздовжніми несучими стінами (рис. 2.52, г). В цих будівлях зовнішні поздовжні стіни – несучі з керамзитобетонних панелей 400 мм завтовшки. Внутрішня поздовжня стіна – несуча з плоских залізобетонних панелей 160 – 200 мм завтовшки. Плити перекриття – залізобетонні суцільні 160 мм завтовшки. Висота будівель цієї схеми може бути до дев'яти поверхів і застосовуються такі схеми під час проєктування гуртожитків, готелів.

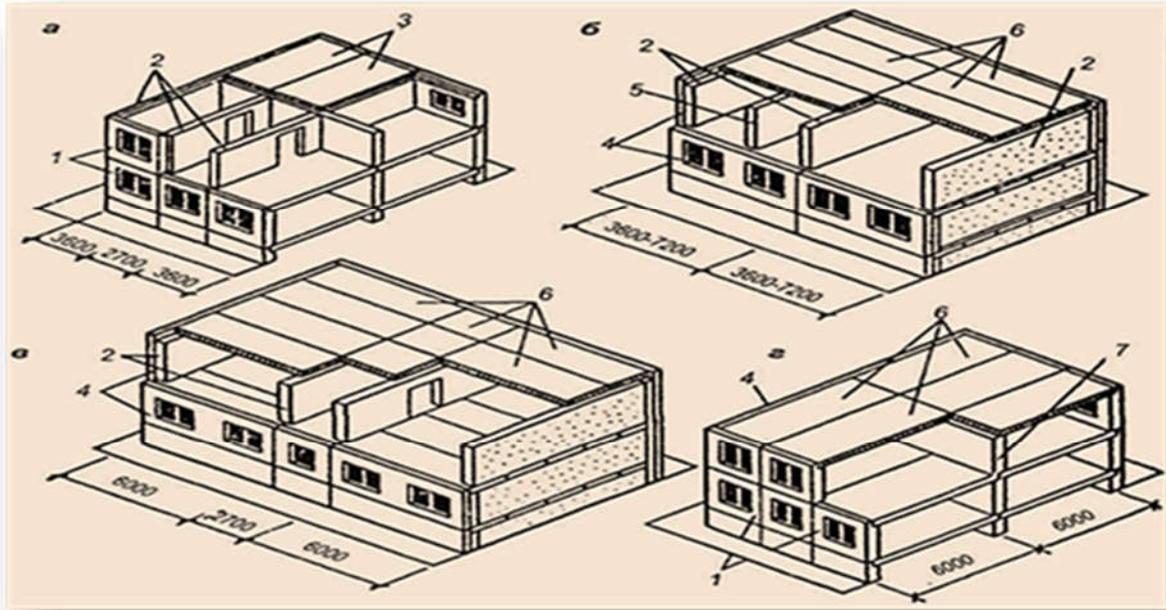


Рис. 2.52 Конструктивні схеми безкаркасних великопанельних будівель
а – з малим кроком несучих поперечних стін;
б – з великим кроком несучих поперечних стін;
в – зі змішаним кроком несучих поперечних стін;
г – з поздовжніми несучими стінами;

Каркасно-панельні будівлі. Елементи збірного залізобетонного каркаса.

Будівлі з несучою основою зі збірного залізобетонного каркаса й стінами з панелей називають **каркасно-панельними**.

Каркасно-панельну систему застосовують у громадських будівлях, де необхідно мати великі вільні від перегородок приміщення. В цих будівлях чітко розділені функції між несучими й огорожувальними елементами. В них каркас сприймає всі навантаження від будівлі й передає їх через фундамент на основу, а стіни виконують огорожувальну функцію й можуть бути самонесучими та ненесучими (навісними).

Каркасно-панельні будівлі можуть бути з **поперечним** розміщенням ригелів або з **поздовжнім** розміщенням ригелів (рис. 2.53). В сучасному будівництві найбільш поширені схема з поперечним розміщенням ригелів.

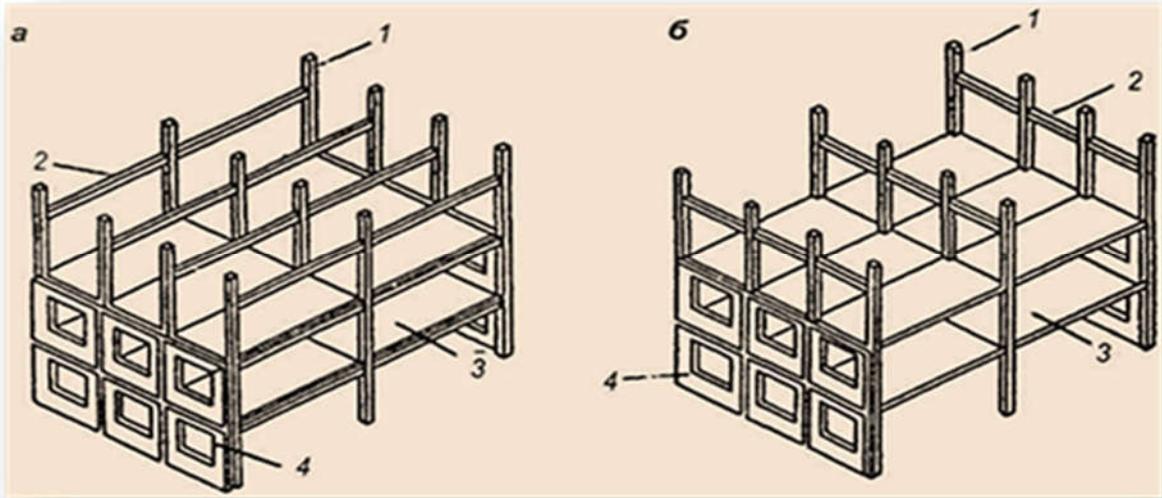


Рис. 2.53 Приклади каркасно-панельних будівель

а – з поперечним розміщенням ригелів; 1 – колони; 3 – плити перекриття;
б – з поздовжнім розміщенням ригелів; 2 – ригелі; 4 – стінові панелі

За характером статичної роботи каркасно-панельні будівлі є:

Рамні з жорстким з'єднанням елементів каркаса, в яких утворюють поздовжні і поперечні рами, здатні сприймати вертикальні та горизонтальні навантаження.

Рамно-зв'язкові, що являють собою сполучення плоских поперечних рам і поздовжніх зв'язків, які сумісно сприймають вітрові (горизонтальні) та вертикальні навантаження.

Зв'язкові, в яких рами (колони та ригелі) сприймають тільки вертикальні навантаження, а вітрові навантаження сприймаються зв'язками.

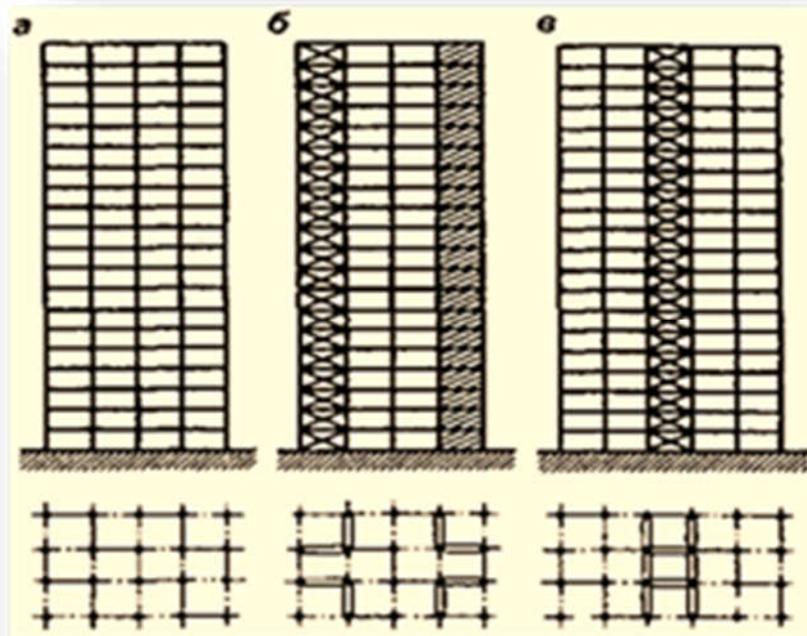


Рис. 2.54 Схеми каркасних будівель:

а – рамна; *б* – рамно-зв'язкова; *в* – зв'язкова

В сучасному будівництві застосовують збірний залізобетонний каркас, запроєктований за зв'язковою схемою.

Габаритні схеми цих будівель можуть мати: крок колон у площині рам каркаса – 3; 6; 7,2; 9 м; крок колон у площині настилів перекриття – 3; 6; 7,2; 9; 12 м; висоту поверху – 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6; 7,2 м. Основними елементами збірного залізобетонного каркаса є: колони, ригелі, перекриття, стіни-діафрагми жорсткості.

6.2 Типи панелей

Важливим етапом проєктування великопанельних будівель є вибір схеми розрізки стін, яка залежить від конструктивного типу та схеми, умов монтажу, виду будівлі та її розмірів.

Систему розкладки панелей у межах площини стіни називають **розрізкою**. У великопанельних будівлях найчастіше застосовують **однорядну** розрізку (рис. 2.55, а) з панелей заввишки в один поверх і розміром на одну, дві кімнати та **дворядну** розрізку (рис. 2.55, б) із простінкових і поясних панелей.

До стінових панелей, крім основних вимог, які ставляться до звичайних стін (міцність, стійкість, мала теплопровідність, невелика маса, економічність, вогнестійкість), ставляться спеціальні вимоги: технологічність виготовлення в заводських умовах, простота монтажу, досконалість конструкцій стиків, високий ступінь заводської готовності.

Панелі зовнішніх стін великопанельних будівель виготовляють: **одношарові** з легких бетонів керамзитоперлітобетону, пінополістиролкерамзитобетону і та ін. 300 – 350 мм завтовшки.

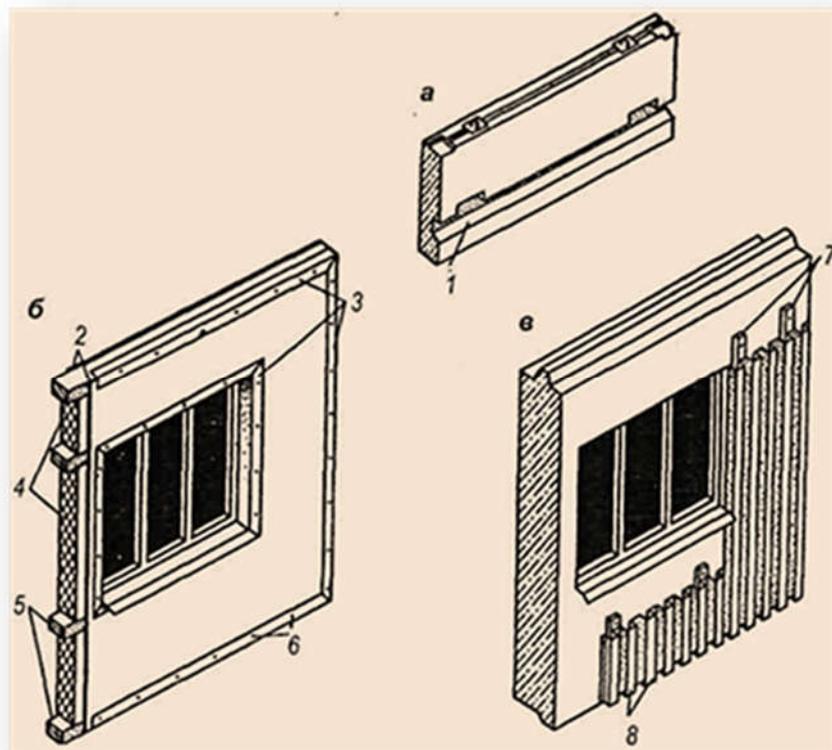


Рис. 2.55 Приклади панелей

- а – одношарова поясна; б – шарувата;*
- в – те саме з екраном із профільного листа;*
- 1 – паз для плит міжповерхового перекриття;*
- 2 – азбестоцементні листи; 3 – профілі з алюмінію;*
- 4 – утеплювач із пінопласту; 5 – дерев'яний каркас;*
- б – шурупи; 7 – дерев'яна рейка;*
- 8 – стальний профільований лист*

Такі панелі використовують у несучих, самонесучих і навісних стінах. Одношарові поясні панелі виготовляють із ніздрюватого бетону 300 мм завтовшки і застосовують у самонесучих і навісних стінах.

Шаруваті – 160 мм завтовшки, з каркасом із дерев'яних брусків, обшитих з обох боків азбоцементними листами й утеплених усередині пінополістиролом.

Шаруваті зі зовнішнім екраном – із листових або інших матеріалів, закріплених на виступі. Екран призначений для захисту стіни від перегріву.

Зі зовнішнього боку поверхню панелей оздоблюють фактурним шаром або обкладають плиткою, може мати рельєфну фактуру, всередині – підготовлена під фарбування чи під шпалери.

Тришарові – з внутрішнім і зовнішнім шаром бетону та утеплювачем всередині. Внутрішній шар бетону, 200 мм завтовшки, – несучий, зовнішній – декоративно-огороджувальний, 50 мм завтовшки. Утеплювач – мінеральна вата, пінополістирол або інший матеріал. Товщину утеплювача приймають згідно з теплотехнічним розрахунком. Арматурні стрижні пронизують утеплювач і зв'язують бетонні шари панелі. В сучасному будівництві застосовують ще тришарові панелі з піноцементперліту в несучих або самонесучих стінах.

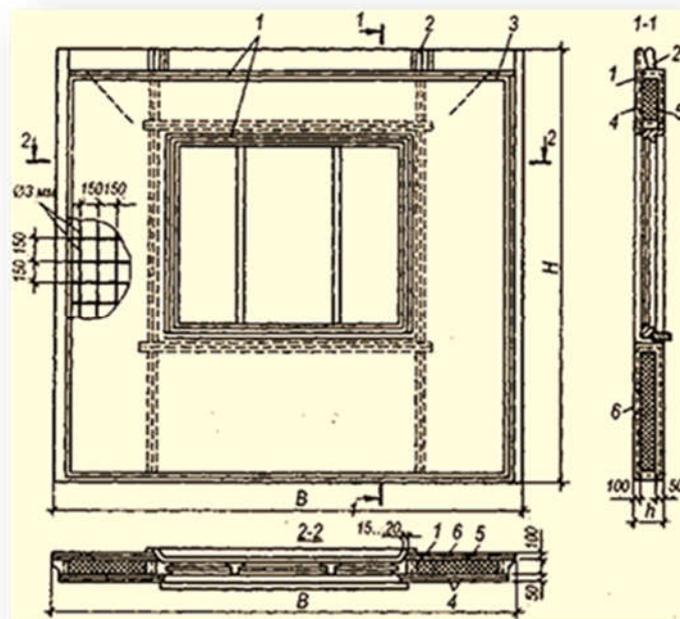


Рис. 2.56 Тришарова стінова панель:

*1 – зварні каркаси; 2 – монтажні петлі; 3 – закладні деталі;
4 – арматурні сітки; 5 – утеплювач; 6 – важкий бетон*

Панелі внутрішніх стін виготовляють із важкого бетону 120 і 160 мм завтовшки. Висота їх відповідає висоті поверху, а довжина кратна розмірам конструктивної чарунки будівлі. Панелі поперечних стін виконують розміром на кімнату, панелі поздовжніх стін – на одну, дві кімнати.

Панелі внутрішніх стін мають мати канали й заглиблення для електропроводу або замонолічену електропроводку. Виготовляють вентиляційні панелі й застосовують як вентиляційні шахти в будівлях

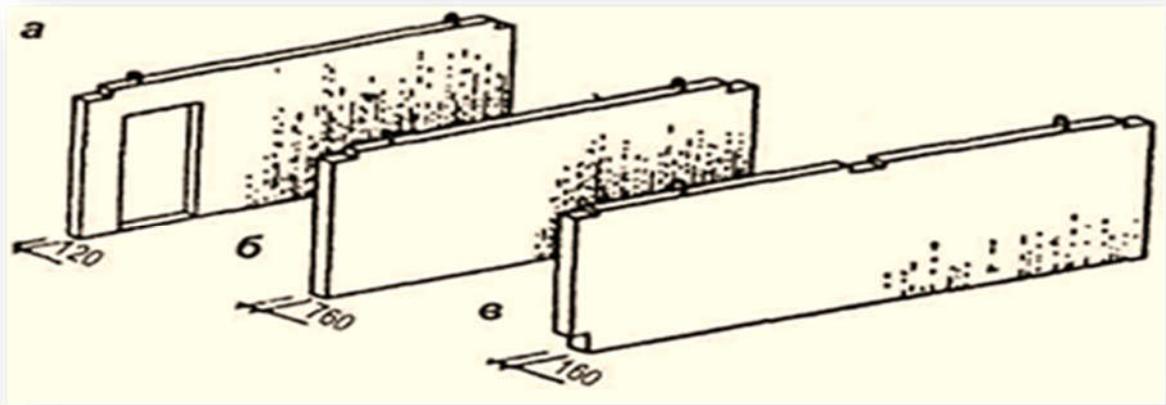


Рис. 2.57 Внутрішні панелі

а – поперечна міжкімнатна;

б – те саме міжквартирна;

в – поздовжня міжквартирна

6.3 Конструкції і спряження елементів будівлі

Спряження панелей стін між собою і з перекриттям називають стиками.

Вони є найбільш відповідальними та складними місцями у великопанельних будівлях, оскільки від якості виконання стиків залежать експлуатаційні властивості будівель. Стики мають бути міцними, довговічними, герметичними (тобто мати малу повітропроникність і виключати проникнення дощової води всередину конструкції), не допускати утворення конденсату в місцях стику, мати достатній теплозахист і бути нескладним за способом обробки (забивання).

За розташуванням стики зовнішніх стін поділяють на горизонтальні та вертикальні.

Горизонтальні стики є:

- **Плоскі** – в панелях 400 мм завтовшки. Герметичність таких стиків забезпечується герметизуючою мастикою, пружною прокладкою з герниту або пароізолу, шаром розчину і утеплювальним вкладишем з мінеральної вати;
- **З протищовим бар'єром або зубом у вигляді гребеня** в панелях 300

– 350 мм завтовшки. Герметизуючі й теплозахисні матеріали в таких стиках укладають на трьох плоских гранях. Для влаштування горизонтальних стиків верхню стінову панель укладають на нижню на цементному розчині.

Вертикальні стики за особливостями обробки зовнішньої частини є:

- **Закриті**, де повітро- і водонепроникність забезпечує герметизація устя стику. Зовні стик захищають цементним розчином, герметизуючою мастикою, пружною прокладкою, а всередині шаром руберойду, утеплювальним пакетом і монолітним бетоном.
- **Відкриті** з роздільним водо- і повітронепроникними перешкодами. В них устя залишається відкритим, а для захисту від проникнення вологи всередині стику служить водовідбивна стрічка з пластмаси або алюмінієвих сплавів. Вона не допускає вологу в середину стику й відводить її назовні. Такі стики мають менші затрати праці й можливість заміни водовідбивних стрічок.
- **Дреновані** із зовнішнього боку захищені так, як і закриті стики. Проте конструкція їх дає відведення вологи з кожного поверху, що потрапляє в середину стику. Волога через декомпресійний канал стікає донизу, тут через дренажний отвір на перетині вертикального та горизонтального стиків водовідвідним фартухом виводиться назовні.

Отже, дреновані стики за способом заробки належать до закритих, а за характером роботи – до відкритих.

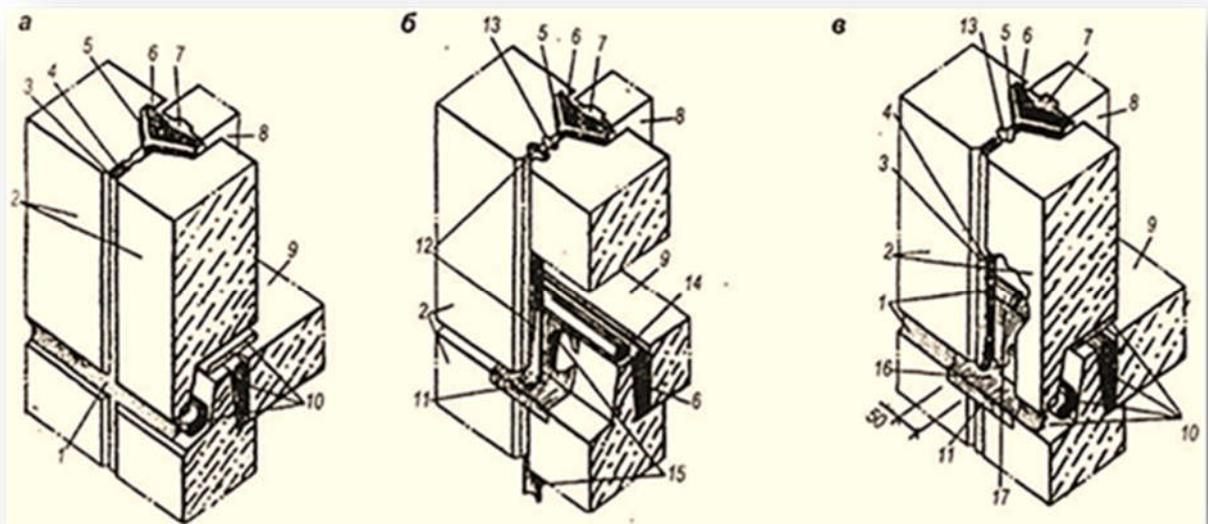


Рис. 2.58 Вертикальні стики великопанельних стін:

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <i>a</i> – закритий; | 5 – повітронепроникна | 11 – оцинкований |
| <i>б</i> – відкритий; | клейка з руберойду; | звідвідний фартух; |
| <i>в</i> – дренаований; | 6 – утеплювальний пакет | 12 – водовідвідна |
| 1 – захисне покриття | ераловатні | ічка; |
| ентний розчин); | пи/пінополістирол); | 13 – декомпресійний |
| 2 – зовнішні панелі; | 7 – монолітний бетон; | ал; |
| 3 – герметизуюча мастика; | 8 – панелі внутрішніх стін; | 14 – пружна |
| 4 – ущільнювальна прокладка | 9 – плита перекриття; | кладка; |
| ніт/пароізол); | 10 – горизонтальний стик; | 15 – водовідвідна |
| | | ічка; |
| | | 16 – дренажний отвір; |
| | | 17 – пружна прокладка |

З'єднання зовнішніх стін між собою та з панелями внутрішніх стін виконують:

- **в'язками-скобами** (рис.2.59 в), що встановлюють в отвори петельних випусків арматури примикальних панелей. Такі зв'язки влаштовують у верхній та нижній частині вертикального стику;
- **стальними накладками** (рис.2.59, г), які зв'язують за допомогою зварювання закладних деталей панелей, що примикають. Таке з'єднання застосовують у будівлях з великим кроком несучих поперечних стін.

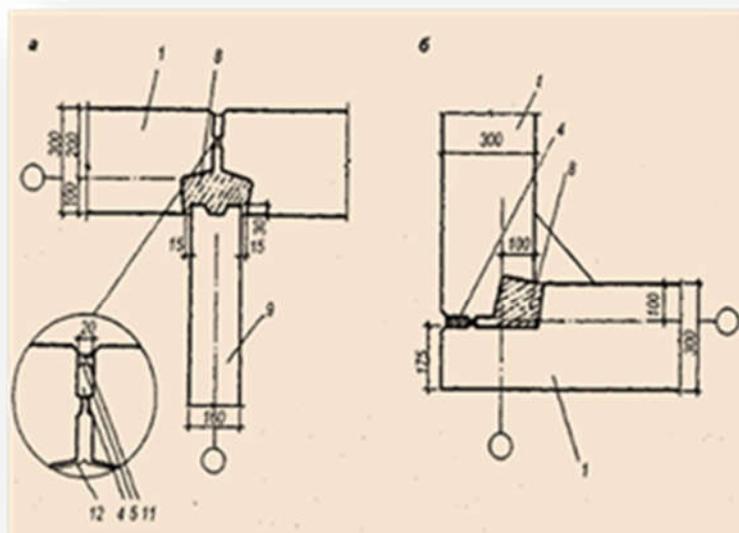


Рис. 2.59 Стики панелей легкобетонних стін:
а – вертикальний стик панелей внутрішніх і зовнішніх стін;
б – вертикальний стик кута зовнішніх стін;

в – з'єднання зовнішніх стін між собою та з внутрішньою стіною зв'язками-скобами;

г – те саме стальними накладками;

1 – зовнішня панель; 2 – анкер;

3 – дренажний канал; 4 – пороізолюючий шнур;

5 – герметик; 6 – прокладка;

7 – скоби; 8 – бетон;

9 – внутрішня панель; 10 – петлі; 11 – розчин;

12 – смуга гідроізолю або руберойду;

13 – термовкладиш; 14 – закладна деталь; 15 – стальна накладка

Стики внутрішніх стін за розташуванням є горизонтальні та вертикальні:

- **Горизонтальні стики** проектують платформеного типу (рис., в), особливістю якого є опирання перекриттів на половину товщини стінових панелей, за якого зусилля у верхній стіновій панелі на нижню передаються через опорні частини панелей перекриттів. Шви між панелями та плитами виконують на розчині.
- **Вертикальні стики** – це колодязі, утворені ребрами примикальних панелей, які заповнюють монолітним бетоном.

З'єднання внутрішніх стінових панелей (рис., а) виконують за допомогою зварювання сталих накладок до закладних деталей у панелях у місцях примикання.

Спряження збірних елементів здійснене на опорі називається вузлом. В збірному каркасі розрізняють основні вузли: стик колон, спряження ригеля з колоною, спирання плит перекриття на ригель. Вузли збірного каркаса і його елементи повинні забезпечувати достатню міцність і просторову жорсткість всієї будівлі.

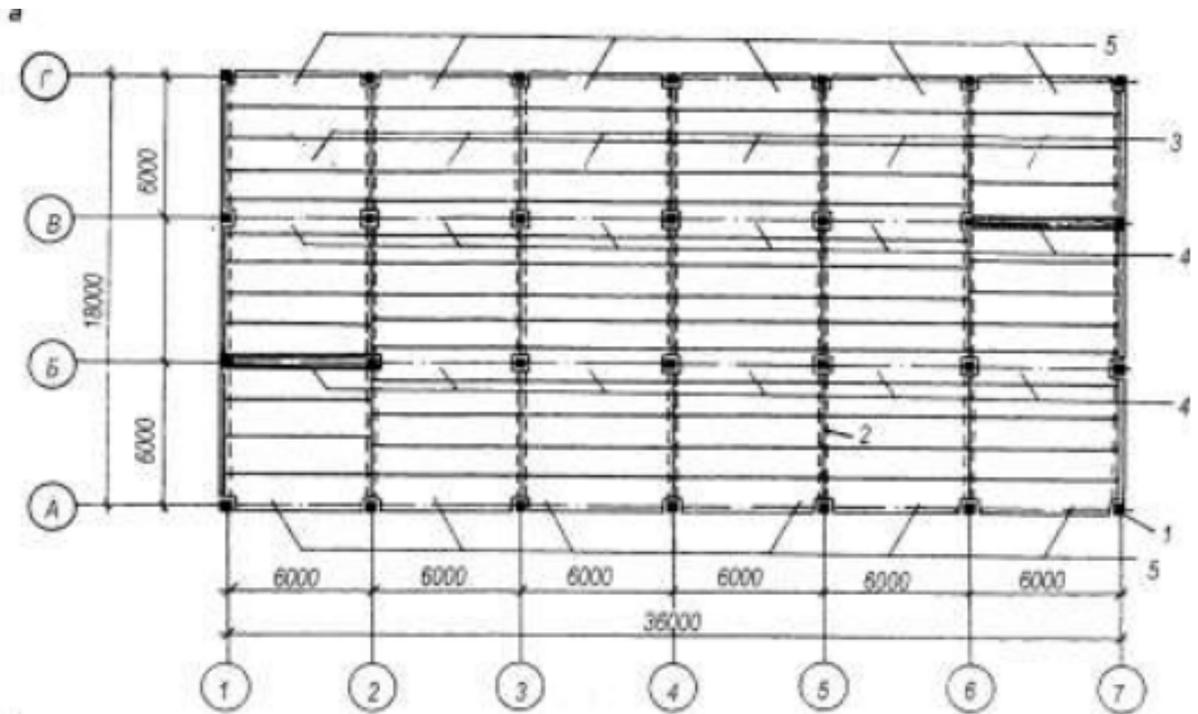


Рис. 2.60 Переkritтя збірного залізобетонного зв'язкового каркаса:
а – монтажна схема плит переkritтя; *б* – номенклатура плит; 1 – колона;
 2 – ригель; 3 – рядові плити переkritтя; 4 – зв'язкові плити; 5 – пристінні
 зв'язкові плити

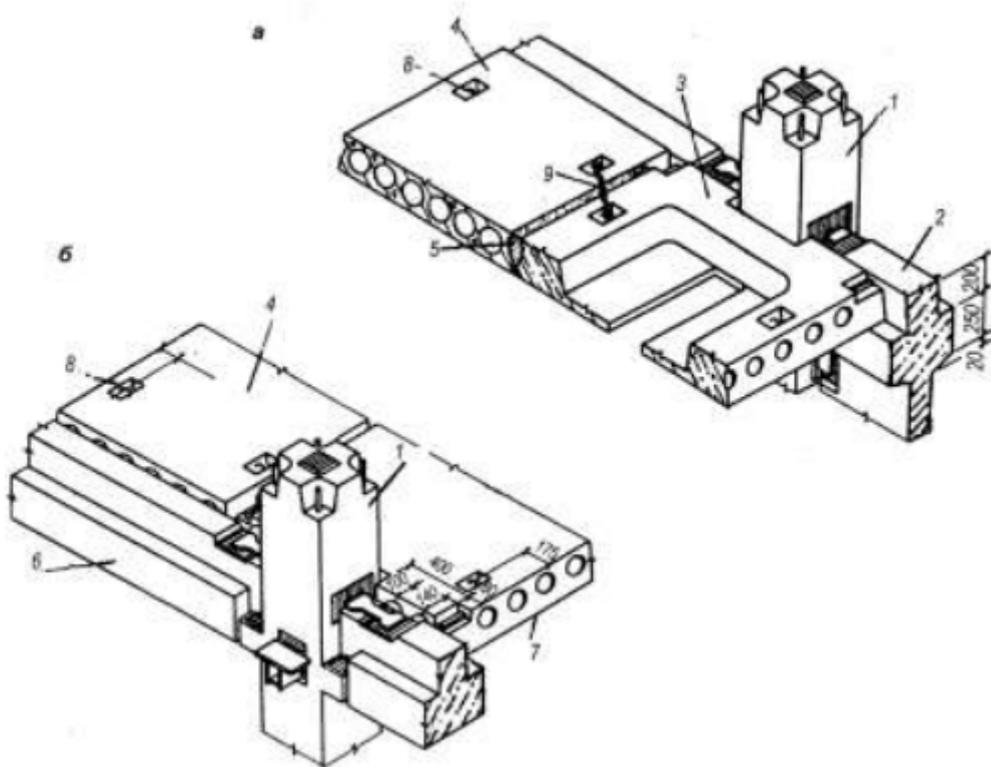


Рис. 2.60 Вузли спряження елементів переkritтя:
а – багатопустотної рядової плити з ребристою зв'язковою плитою; *б* –
 багатопустотної рядової плити з багатопустотною зв'язковою плитою; 1 –

колона;

2 – діафрагма жорсткості; 3 – ребриста зв'язкова плита;

4 – багатопустотна рядова плита; 5 – розчин; 6 – ригель;

7 – багатопустотна зв'язкова панель; 8 – петля; 9 – сталеві зв'язки.

6.4 Деформаційні шви

Деформаційний шов — призначений для зменшення навантажень на елементи конструкцій у місцях можливих деформацій, що виникають при коливанні температури повітря, сейсмічних явищ, нерівномірного осідання ґрунту та інших впливів, здатних викликати небезпечні власні навантаження, які знижують несучу здатність конструкцій. Він являє собою розріз в конструкції будівлі, що розділяє споруда на окремі блоки і, тим самим, надає споруді деяку ступінь пружності.

Деформаційні шви проектуються конструкторами ще на ранніх етапах проектів, і є обов'язковими для конструкцій, тим більше для великих. Навіть при ідеальних ґрунтах, оптимальних геометричних розмірах будівель, сейсмічно безпечній районі розташування, температурні коливання можуть викликати внутрішні напруження в конструкції, які можуть призвести до руйнувань аж до втрати несучої здатності.

Для нормального функціонування шва його слід захистити від зовнішніх впливів, таких як волога, пил і бруд. Також, важливим є додання шву естетичної привабливості, оскільки більшість швів поділяють споруди по всій висоті і ширині, а закрити шов звичними оздоблювальними матеріалами, в більшості випадків, технічно неможливо. Для цього існують спеціальні конструктивні профільовані системи влаштування деформаційних швів (в «народі» саме їх і прозвали деформаційними швами, а не конструктивні розриви в конструкціях). Дані накладки підбираються виходячи з ширини шва, розрахункових переміщень конструкцій (які власне і повинен компенсувати шов), і навантаження на конструкцію шва, якщо така передбачається.

Вторинними умовами відбору, тієї чи іншої системи, буде вигляд профілю (накладна або вбудована; гідроізолюючі системи, системи для антисейсмічних швів), а також, естетична складова (матеріали профілів).

Деформаційний шов між будівлями - це не просто розріз, а конструктивний елемент, який обов'язково повинен бути оформлений правильно. Це стосується і його естетичної обробки, заповнення і герметизації. Деформаційний шов влаштовують між будівлями для того, щоб компенсувати деформаційні навантаження. Навантаження виникають від того, що будівлі стоять на різних фундаментах і мають різні величини осідання конструкцій. До інших чинників, які впливають на несучу здатність конструкції, відносяться: коливання температури повітря, сейсмічні явища, нерівномірне осідання ґрунту та інші впливи, які

викликають власні навантаження.

Деформаційні шви поділяють **по їхньому розташуванню**: *деформаційні шви в підлогах; деформаційні шви в покрівлі; деформаційні шви в стінах.*

По розміщенню розділяють на: *зовнішні деформаційні шви й деформаційні шви всередині приміщень*. Класифікуючи **по типу навантажень** деформаційні шви можна розділити на *осадові, усадкові, антисейсмічні та температурні*.

Температурні шви поділяють будівлю на відсіки від рівня землі до покрівлі включно, не зачіпаючи фундаменту, який, перебуваючи нижче рівня землі, відчуває температурні коливання в меншій мірі і, отже, не зазнає суттєвих деформацій. Відстань між температурними швами приймають в залежності від матеріалу стін і розрахункової зимової температури району будівництва.

Осадкові. Окремі частини будівлі можуть бути різної поверховості. У цьому випадку ґрунти підстави, розташовані безпосередньо під різними частинами будівлі, будуть сприймати різні навантаження. Нерівномірна деформація ґрунту може привести до появи тріщин в стінах і інших елементів будівлі. Іншою причиною нерівномірного осідання ґрунтів основи споруди можуть бути відмінності у складі та структурі підстави в межах площі забудови будівлі. Тоді в будівлях значної протяжності, навіть при однаковій поверховості, можуть з'явитися осадкові тріщини. Щоб уникнути появи небезпечних деформацій у будівлях влаштовують осадкові шви. Ці шви, на відміну від температурних, розрізають будівлі по всій їх висоті, включаючи фундаменти. Якщо в одному приміщенні необхідно використовувати деформаційні шви різних видів, їх, по можливості, поєднують у вигляді так званих температурно-осадкових швів.

Сейсмічні шви застосовуються в будівлях, що будуються в районах, схильних до землетрусів. Вони ділять будинки на секції, які в конструктивному відношенні повинні представляти собою самостійні стійкі обсяги. По лініях сейсмічних швів мають подвійні стіни або подвійні ряди несучих стійок, що входять в систему несучої конструкції відповідної секції.

Усадочні шви роблять в стінах, зведених з монолітного бетону різних видів. Монолітні стіни при твердінні бетону зменшуються в об'ємі. Усадочні шви перешкоджають виникненню тріщин, що знижують несучу здатність стін. У процесі твердіння монолітних стін ширина усадочних швів збільшується; по закінченні усадки стін шви наглухо закладають.

При використанні **закритих деформаційних швів** горизонтальні переміщення торців проїзних частин забезпечуються деформаціями заповнювача, який розташований в зазорі між торцями суміжних проїзних частин. У таких швах зазор між торцями закритий звичайним покриттям, який укладається над зоною стику без розриву. Основу конструкції цього типу складає петлеподібний компенсатор, закріплений у вирівнюючому шарі, пористий заповнювач петлі,

мастика в рівні захисного шару і гідроізоляція. Опір покриття утворенню тріщин підвищують армуванням його сіткою і частковим відділенням покриття від захисного шару спеціальними прокладками. Також прокладки істотно зменшують відносні деформації в покритті у зв'язку з розподілом повної деформації на великій довжині.

Деформаційні шви з гумовими компенсаторами застосовують при переміщеннях до 30 мм в мостах і шляхопроводах. На дорогах I категорії та в містах допускається пристрій модульних швів з двома рядами компенсаторів, що забезпечують переміщення до 100 мм.

У деформаційних швах з технологією перекриття горизонтальні переміщення торців пролітних будов забезпечуються зміною положення елемента, який перекриває зазор. Деформаційні шви перекритого типу застосовують при переміщеннях до 400 мм.

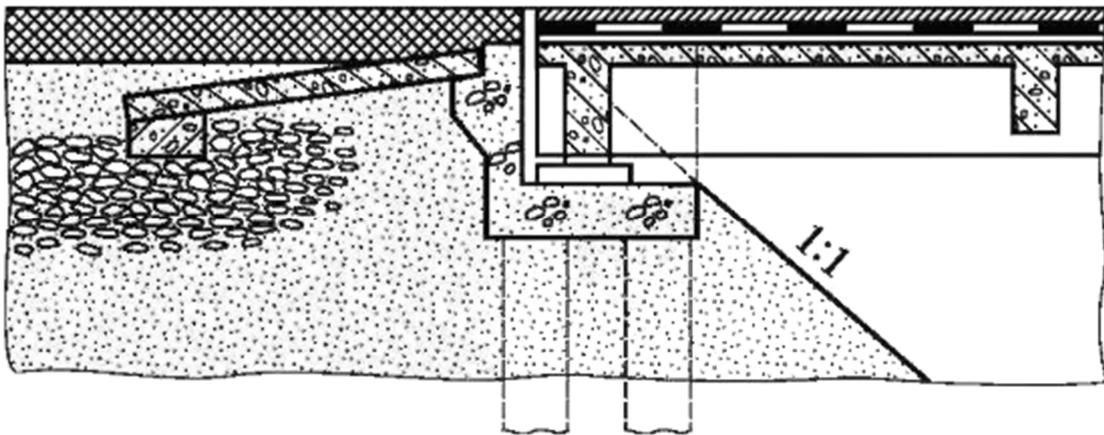


Рис. 2.61 Конструкція перекриття торців пролітних будівель

Великорозмірні елементи будівель

Тема 7. Об'ємно блочні будівлі

7.1 Конструктивні схеми об'ємно блочних будівель

Просторові елементи будівлі у вигляді окремих приміщень називаються об'ємними блоками. Об'ємні блоки виготовляють у заводських умовах з опорядженням та внутрішнім обладнанням приміщення і доставляють спеціальними транспортними засобами на будівельний майданчик, де їх монтують (рис. 2.62).

Упровадження в будівництво об'ємних блоків служить основною передумовою для розвитку індустріального будівництва.

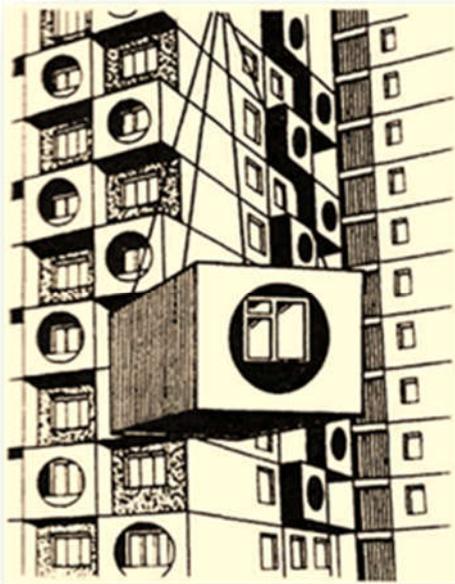


Рис. 2.62 Приклад монтажу блоків

Об'ємно-блокове будівництво *дозволяє*: зменшити кількість монтажних елементів, а отже монтажних і транспортних операцій на будівельному майданчику; виготовити об'ємні блоки розміром на кімнату в заводських умовах на більш високому якісному рівні і з меншими затратами праці; значно зменшити трудомісткість за рахунок оздоблювальних робіт, монтажу та влаштування інженерного обладнання. Проте об'ємно-блокове будівництво має і свої *недоліки*, пов'язані з необхідністю розробки нової конструктивної схеми; складністю виробництва, транспортування та монтажу об'ємних блоків; обмеженістю архітектурно-планувальних рішень будівель. Об'ємні елементи застосовують для спорудження житлових будинків, готелів, пансіонатів та інших будівель з однаковою кімнатною структурою.

Конструктивні системи об'ємно-блокових будівель

Будівлі з об'ємних блоків проєктують на основі об'ємно-блокової, блоково-стінової, каркасно-блокової та стовбурно-блокової конструктивних систем. На практиці будівництва поширені такі конструктивні системи об'ємно-блокових будівель: **блокові та блоково-панельні**.

За **блокової системи** (рис. 2.63, а, б) будинки складають з окремих блоків, які встановлюються поряд і один на одного. Така схема дає можливість більшу частину робіт перенести в заводські умови, тому є найбільш індустріальною. В будівлях у дванадцять поверхів нижні поверхи монтують із блоків-кімнат більшої міцності, ніж верхні поверхи. Блоки в межах поверху можуть западати або виступати за площину фасаду, збагачуючи зовнішній вигляд будівлі.

У **блоково-панельній системі** (рис. 2.63, в) поряд з блоками застосовують панелі, які дають змогу мати одношарові стіни. У проміжках між блоками

утворюють приміщення збільшеної площі.

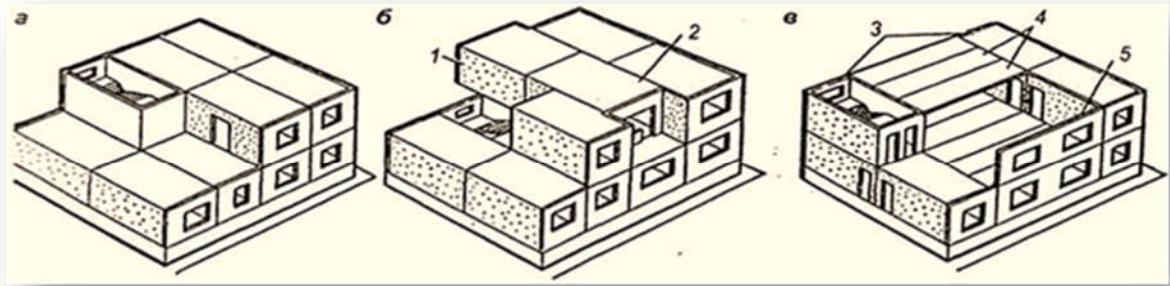


Рис. 2.63 Конструктивні системи об'ємно-блокових будівель

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| <i>а</i> – блокова; | <i>в</i> – блоково-панельна; | <i>3</i> – стовпчате влаштування об'ємних блоків; |
| <i>б</i> – блокова із блоками, що западають та виступають; | <i>1</i> – блок, що виступає; | <i>4</i> – плити перекриття; |
| | <i>2</i> – блок, що западає; | <i>5</i> – зовнішня стінова панель |

В практиці проектування та будівництва широко застосовують комбіновані системи. Вони являють собою розвиток великопанельного будівництва з введенням об'ємних елементів, які вимагають найбільших затрат праці: санітарно-технічних кабін, кухонь, блоків ліфтових і вентиляційних шахт.

Ці системи сполучають найкращі технічні й архітектурні якості панельних і об'ємно-блокових будівель.

До об'ємно-блокових будівель ставлять ті самі вимоги, що й до будівель, вирішених в інших конструктивних схемах.

Об'ємно-планувальні рішення мають відповідати вимогам функціонального процесу, сучасним поняттям композиційної та художньої виразності в забудові, а конструктивні рішення мають відповідати природно-кліматичним умовам.

7.2 Типи блоків

Класифікація об'ємних блоків:

за призначенням – житлові кімнати, кухні, санітарно-технічні вузли, сходи, ліфти та інше;

- за умовами замкнутості об'єму – замкнуті, незамкнуті;
- за формою у плані: прямокутні, косокутні, криволінійні;
- за змінюваністю форми – незмінні, складані;
- за ступенем заводської готовності – повної готовності, неповної готовності;
- за несучою здатністю – несучі, ненесучі;
- за конструктивним рішенням – каркасні (з відкритим або прихованим

каркасом), безкаркасні;

- за типом матеріалу – з бетону, з небетонних матеріалів, змішані;

- за способом виготовлення – монолітні (цільноформовані) та збірні (складені) з окремих плоских елементів;

- за розмірами – на кімнату з однією конструктивно-планувальною коміркою (кімната, коридор тощо) або на групу приміщень (частину квартири або секції будинку);

- за умовами спирання – з точковим спиранням у кутах, з лінійним спиранням по двох протилежних боках або по контуру;

- за конструктивно-технологічним типом монолітних залізобетонних блоків – «ковпак», «стакан», «лежачий стакан», «труба», «стіл», «кільце».

Будівлі з об'ємних блоків являють собою систему зв'язаних один з одним стовпів з об'ємних блоків. Поздовжні розміри блоків – 2,7; 3,0; 3,3; 3,6 м. Поперечні – 4,8; 5,1; 5,4; 5,7; 6,0; 6,6 м.

Розміри блоків лімітовані габаритами транспорту й вантажністю кранів.

Суцільноформовані об'ємні блоки (рис. 2.64), виготовлені з монолітного бетону, називають умовно «ковпак» – у вигляді перевернутої донизу коробки, до якої потім приєднують плиту підлоги; «стакан», що являє собою п'ятистінну комірку, накриту зверху плитою-стелею; «лежачий стакан» – у вигляді комірки з відсутньою передньою стіною, куди потім вставляють зовнішню панель.

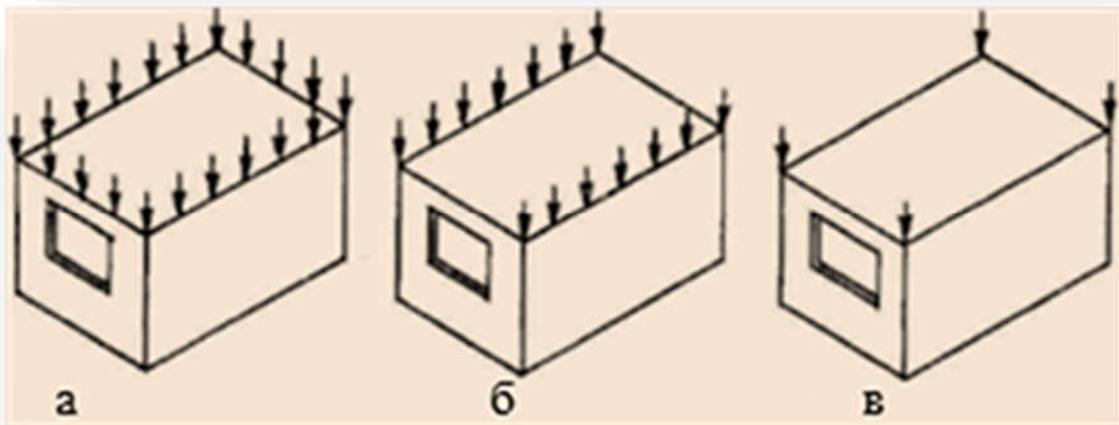


Рис. 2.64 Опирання об'ємних блоків
а - по контуру; б - на два боки; в - по кутах

7.3 Будівлі із збірних об'ємних блоків–кімнат і квартир

Перевагами блочного будівництва є:

- виробництво в заводських умовах за стандартизованими технологіям, що дозволяє максимізувати якість і виключити вплив зовнішніх факторів, присутніх на будмайданчику;
- скорочення обсягу монтажних робіт;
- зменшення часу, необхідного на зведення будівлі;

- більш висока екологічність процесу будівництва.

До недоліків ринку блочного будівництва можна віднести:

- необхідність використання транспорту та будівельної техніки з великою вантажопідйомністю;
- складність транспортування важких і великогабаритних блоків в міських умовах;
- великі вкладення фінансових коштів до початку будівництва;
- однотипний дизайн та неможливість перепланування квартири.

У залежності від положення об'ємних відносно стовпа розрізняють конструктивні системи плоскі і зі зсувом. Зсування блоків може бути поздовжнім, горизонтальним з утворенням консольних-виступів, чи западання за площину фасаду блоків.

Об'ємні блоки в житловому будівництві *за типологічними ознаками поділяються на блоки: житлових кімнат; санітарно-кухонні; змішані, які становлять проміжний тип блоку (можуть містити в своєму складі кухню, або житлову кімнату, санітарний вузол і частину коридору); блок-сходи; допоміжні, наприклад блоки шахт ліфтів, комунікацій; блоки лоджій і т. д.* У **залежності від розмірів блоки поділяють на** блоки розміром на кімнату і блоки розміром на групу приміщень.

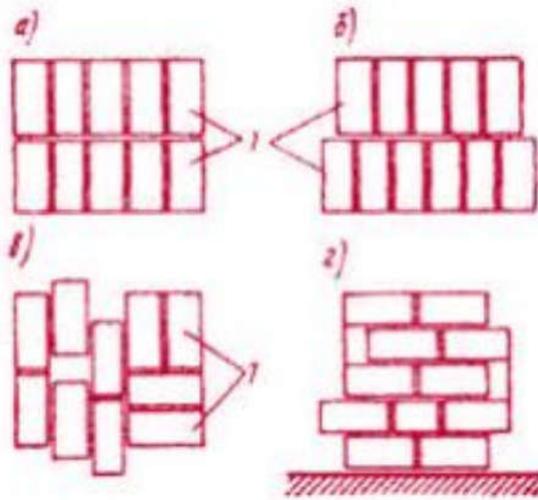


Рис. 2.65 Схеми будівель із об'ємних блоків
а - плоска; б - із повздовжнім зсувом; в зв зсувом по двох осях; з із вертикальним зсувом; 1 - об'ємні блоки

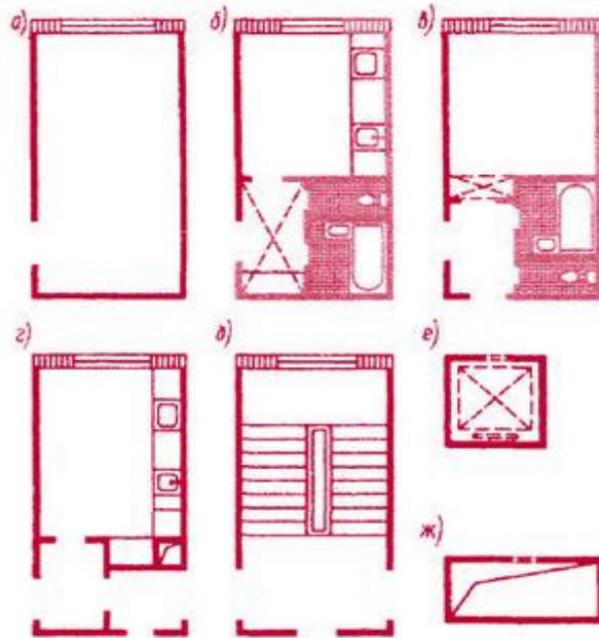


Рис. 2.66 Типи об'ємних блоків в залежності від функціонального призначення:

а – кімната; б – санітарно-кухонний блок; в, г – блоки змішаного призначення; д – блок-сходи; е, ж – допоміжні блоки (шахти ліфтів, шахти комунікацій та ін.)

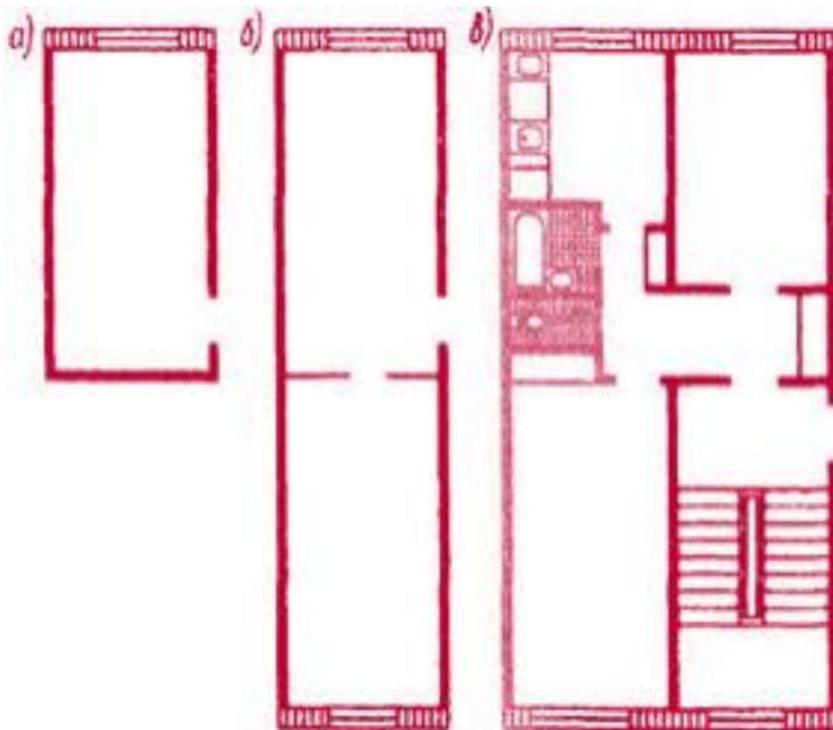


Рис. 2.67 Типи об'ємних блоків в залежності від розмірів:
а – на кімнату; б – на групу приміщень; в – на квартиру

Залежно від форми блоку, їх поділяють на: прямокутні, косокутні і криволінійні. Крім того, блоки розрізняють по застосовуваних матеріалах, ступеню заводської готовності та характеру сприйняття навантажень. За останньою ознакою блоки ділять на несучі, тобто ті, які сприймають навантаження від верхніх

та передають її на нижні блоки, або інші опорні конструкції, які не є несучими, і сприймають тільки власну масу і корисні навантаження на блок. Несучі блоки є основою блочної та блочно-панельної конструктивних систем будівлі, а не несучі - основним елементом заповнення блокових систем з несучим остовом.

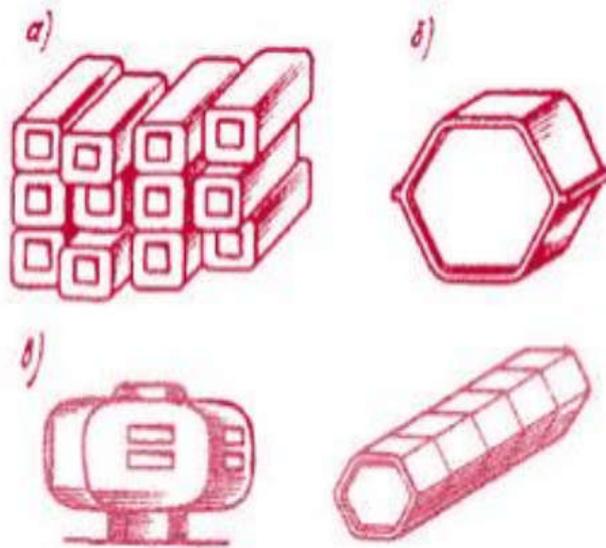


Рис. 2.68 Типи об'ємних блоків в залежності від їх форми:

а – прямокутні; б – косокутні; в - криволінійні

За умовами виготовлення залізобетонні об'ємні блоки поділяються на блоки типу ковпак, склянка, лежачий стакан. Найбільшого поширення набули блоки типу ковпак. Блоки типу ковпак представляють собою призматичні оболонки, що складаються з п'яти монолітно пов'язаних граней і панелі підлоги. За умовами обпирання блоки мають два різновиди: з точковим і лінійним обпиранням. У блоках з лінійним обпиранням, їх вертикальні елементи працюють на стиснення з поздовжнім вигином. Для запобігання втрати стійкості стін при малій товщині їх виконують ребристими (вертикальні ребра). При точковому обпиранні блоків навантаження сприймаються кутковими ділянками, утвореними перетинами граней і, як правило вони виготовляються потовщеними. Стелі об'ємних блоків в експлуатаційній стадії сприймають порівняно невеликі зусилля, що виникають від дії навантаження власної маси, а при лінійному обпиранні - від позацентрної дії по контуру стелі вертикального навантаження від верхніх поверхів. Для сприйняття опорних моментів при опорні зони посилюють шляхом потовщень. Товщину стін блоку приймають за умовами звукоізоляції не менше 50 мм для важкого бетону і не менше 60 ... 80 мм - для легкого.

Плиту стелі виготовляють окремо і з'єднують з блоком у процесі його комплектації шляхом зварювання закладних деталей. Блоки типу лежачий стакан являють собою просторову залізобетонну об'ємну клітинку, що складається з п'яти монолітно пов'язаних площин: трьох стін, підлоги і стелі; одна стіна приєднується до блоку в процесі його складання. Збірні об'ємні блоки збирають в заводських

умовах із плоских елементів з ребрами тільки по контуру для стін та з горизонтальними ребрами (у напрямку меншого прогону) - для перекриттів підлоги і стелі. Обпирання блоків найчастіше здійснюється по чотирьох кутах через металеві закладні деталі. Горизонтальні шви між блоками заповнюють матами з мінеральної повсті, що укладаються по контуру нижнього блоку перед установкою верхнього. Вертикальні шви зовнішніх стін блоків заповнюють великопористим керамзитобетоном. Зовнішні шви герметизують.

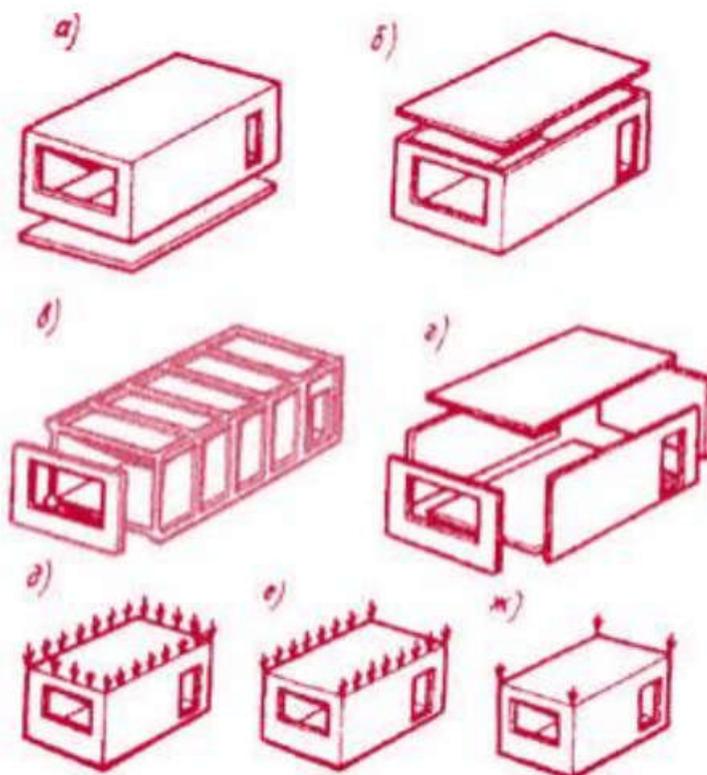


Рис. 2.69 Типи об'ємних блоків в залежності від способу виготовлення і умов обпирання:

а – ковпак; б – стакан; в – лежачий стакан (а, б, в – монолітні); г – збірний; д – передавання навантажень по периметру; е – передача навантажень по двох довгих сторонах; ж – передача навантажень по чотирьох кутах

Сходові клітки в об'ємно-блочних будівлях із залізобетонних блоків, як правило, влаштовують із спеціальних об'ємних блок-сходів з двохмаршевіми сходами, розташованою своєю поздовжньою віссю перпендикулярно зовнішній стіні будинку. Зовнішні стіни об'ємних блоків виконують з бетонних матеріалів одношаровими або тришаровими з різними утеплювачами або з не бетонних матеріалів у вигляді багатошарових конструкцій з ефективними утеплювачами. У блоках типу ковпак і лежачий стакан зовнішня стіна – не несуча.

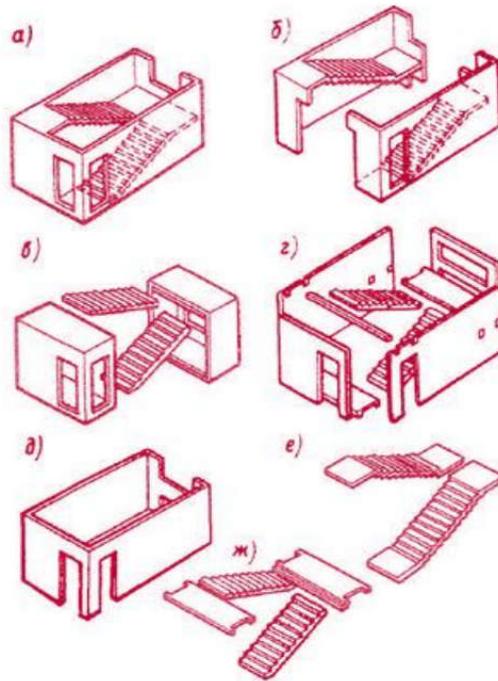


Рис. 2.70 Об'ємні блоки сходиноквих кліток

а – цільноформований блок-сходинка; б – блок-сходинка із двох просторових блоків і окремо монттованих сходиноквих маршів; в – те ж саме із двох маршів і двох об'ємних елементів; г – блок-сходинка зібраний із окремих елементів; д – блок-сходинка монолітного типу; е – елементи маршів з двома напівсходинками; ж – те ж саме із окремими площадками і маршами

Балкони об'ємно-блочних будинків конструюють як консоль підлоги у вигляді суцільної плити з прорізами для пропуску утеплювача. Лоджії утворюють шляхом зсування не несучої зовнішньої стіни всередину блоків, або шляхом використання блоків різної довжини, або приставних просторових блоків-лоджій.

Блочно-панельні системи використовують для випадків, коли необхідні великі прольоти і простір, вільні від конструкцій, а також для підвищення ступеню індустріальності великопанельних будинків. Іноді ці системи в залежності від співвідношення в них панелей і блоків називають панельноблоковими. Для санітарно-технічних вузлів, кухонь, спалень, ліфтових в підсобних приміщень блочнопанельних будинків використовують об'ємні блоки типу ковпак, лежачий стакан і склянка.

Для утворення коридорів в багатоквартирних секціях житлових будинків, в гуртожитках, готелях та інших будівлях застосовують об'ємні блоки типу труба (без торцевих стін).

Для сходових клітин використовують блок-сходи, або сходові просторові елементи із середньою несучою стіною.

7.4 Конструкції і спряження елементів будівлі

Характер статичної роботи блоків та їх конструкції залежать від способу

опирання блоків один на одного. Опірання об'ємних блоків може бути лінійним по шару розчину вздовж контуру зовнішніх стін або по чотирьох кутках через прошарок із розчину або з приварюванням закладних деталей у кутках блока.

В будівлі об'ємні блоки працюють, як окремо стоячі стовпи, які сприймають всі вертикальні та горизонтальні навантаження. Стійкість їх забезпечується сталевими накладками (рис. 2.71, а, б), які приварюють до закладних деталей суміжних блоків.

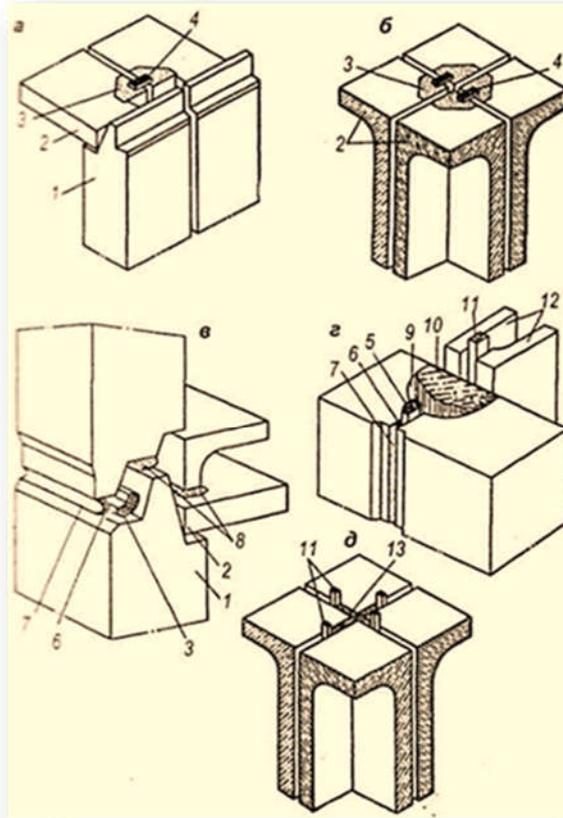


Рис. 2.71 Спряження та стики об'ємно-блокових будівель
а – спряження блоків із зовнішньою частиною будівлі;
б – те саме із внутрішньою частиною будівлі;
в – горизонтальний стик; *г* – вертикальний зовнішній стик;
д – те саме внутрішній;
1 – зовнішня частина блока; *2* – стеля блока;
3 – закладні деталі; *4* – металева накладка;
5 – ущільнювальна прокладка; *6* – герметизуюча мастика;
7 – захисне покриття; *8* – розчин; *9* – руберойд;
10 – керамзитобетон; *11* – рейка-пробка;
12 – вертикальні стійки блока; *13* – монолітний бетон

Зовнішні стики об'ємних блоків мають бути герметичними, тобто володіти тепло-, водо- і повітрязахистом.

У горизонтальних стиках це досягається влаштуванням протидощового

гребеня й забивки устя ущільненою прокладкою, герметизуючою мастикою та водостійкою фарбою: у вертикальних стиках— замонолічуванням керамзитобетоном і забивкою устя. Вертикальні стики у внутрішній частині будівлі забивають монолітним бетоном.

Існує декілька напрямків конструктивно-технологічних вирішень об'ємно-блокових будівель, серед них Кременчуцьке та Придніпровське. З урахуванням досягнень кожного з них рекомендовано уніфіковане конструктивно-технологічне вирішення.

Придніпровський напрямок оснований на об'ємно-блоковій конструктивній системі з використанням блоків типу «ковпак», відформованих із важкого бетону класу В15, В25 з навісними двошаровими бетонними панелями зовнішніх стін, утеплених мінераловатними плитами.

Кременчуцький напрямок об'ємно-блокового будівництва базується на сполученні блокової та блоково-панельної конструктивної системи. Об'ємний блок типу «ковпак» формують із важкого бетону з замонолічуванням одношарової легкобетонної зовнішньої стіни. «Ковпак» ставлять на ребристу залізобетонну панель підлоги

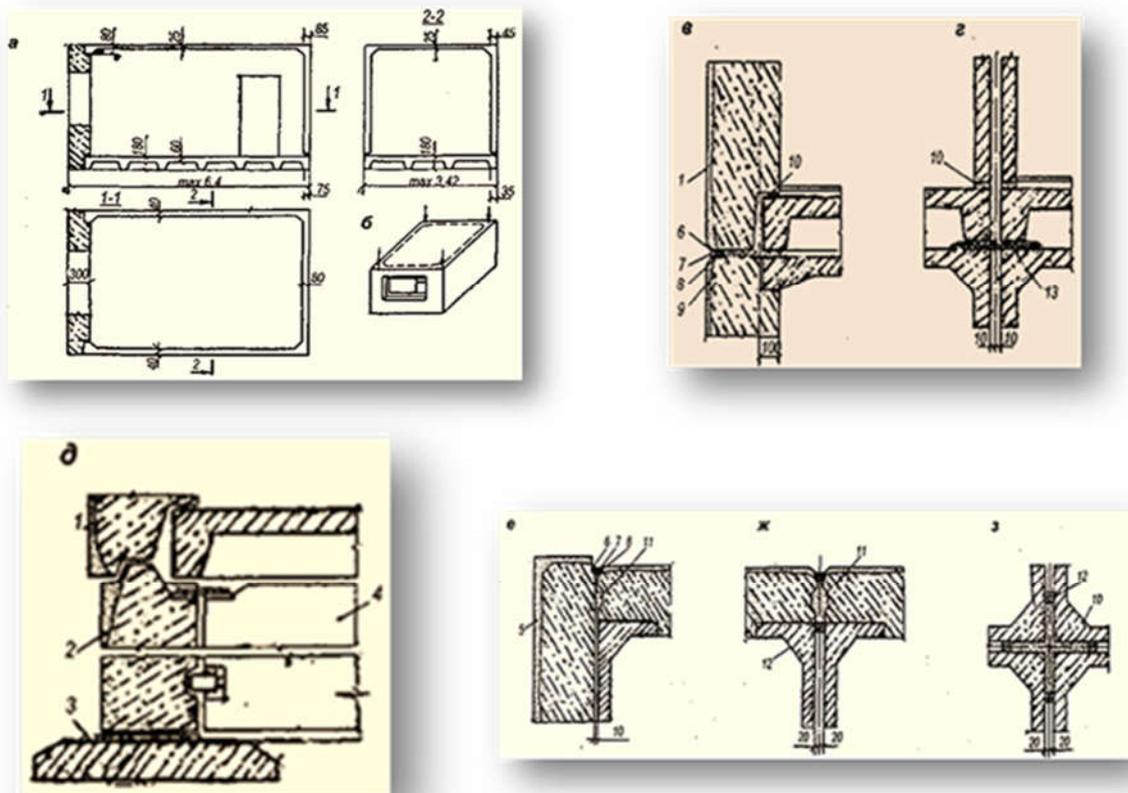


Рис. 2.72 Основні конструкції
Кременчуцького об'ємно-блокового будівництва:

- а – конструкція об'ємного блока;
 б – схема передачі вертикального навантаження;
 в – горизонтальний стик зовнішньої стіни об'ємного блока;
 г – те саме внутрішніх стін;
 д – цокольний вузол зовнішніх стін;
 е – кутовий стик зовнішніх стін;
 ж – вертикальний стик зовнішніх стін;
 з – вертикальний стик внутрішніх стін;
 1 – об'ємний блок;
 2 – цокольна зовнішня панель;
 3 – фундаментний блок;
 4 – внутрішня цокольна панель;
 5 – торцева навісна панель зовнішньої стіни;
 6 – захисне покриття;
 7 – герметизуюча мастика;
 8 – пружна прокладка;
 9 – конопатка;
 10 – цементний розчин;
 11 – замонолічування керамзитобетоном;
 12 – дерев'яна рейка;
 13 – смуга руберойду і шар мінеральної вати

Таблиця 1. Конструкції об'ємно-блокових будівель

| № з/п | Характеристика | Технічний напрямок об'ємно-блочного будівництва | | |
|-------|--|--|--|--|
| | | Кременчуцький | Придніпровський | Уніфікований |
| 1 | Тип блоку | Ковпак | Ковпак | Ковпак |
| 2 | Конструктивна система будівлі | Блочна і блочно-панельна | Блочна | Блочна і блочно-панельна |
| 3 | Найбільші розміри блоку (в осях) мм | 6,4х3,42 | 6х3,3 | 6,6х3,6 |
| 4 | Бетон блоку | Тяжкий | Тяжкий | Тяжкий або з пористим заповнювачем |
| 5 | Клас бетону | B15-B25 | B15-B25 | B15-B25 |
| 6 | Щільність бетонного блоку, кг/м ³ | 2500 | 2500 | 2500-1400 |
| 7 | Спирання блоків | По чотирьох кутах | По чотирьох кутах | По контуру, по чотирьох кутах |
| 8 | Товщина внутрішніх повздовжніх стін (мм) | 30-45 | 50 | 55-65 |
| 9 | Товщина поперечних внутрішніх стін (мм) | 75-85 | 45-55 | 75-85 |
| 10 | Товщина плити -стелі (мм) | 25-80 | 20-70 | 50-90 |
| 11 | Плита підлоги (мм) | 60 | 70 | 50^10 |
| 12 | Висота контурних ребер плити підлоги (мм) | 180 | 170 | 180 |
| 13 | Примикання підлоги до стін | Ковпак ставлять на плиту підлоги по шару цементно-піщаного розчину зі зварюванням по закладних деталях | Ковпак ставлять на плиту підлоги зі зварюванням по закладних деталях | Ковпак ставлять на плиту підлоги зі зварюванням по закладних деталях |
| 14 | Зовнішні стіни | Одношарові | Тришарові з навісною двошаровою панеллю | Шарувата з навісною панеллю |
| 15 | Утеплювач | Легкий бетон | Мінераловатні плити | Будь-який |
| 16 | Максимальна маса блоку (т) | 14 | 16 | 20 |
| 17 | Технологія формування | Касетна вібровакууванням | Пересувний сердечник | Будь-яка |

Фундаменти об'ємно-блокових будівель мають забезпечувати мінімальну

рівномірну осадку суміжних опор. Тому рекомендується влаштовувати їх пальовими зі збірно-монолітним або монолітним ростверком. У звичайних умовах будівництва для будівель не вище дев'яти поверхів застосовують безростверкові пальові та збірні стрічкові фундаменти

Дахи об'ємно-блокових будівель проєктують горищними, найчастіше з внутрішнім водовідведенням. Конструкції дахів виконують із плоских елементів так само, як у великопанельних будівлях; із об'ємно-просторових елементів з наскрізними ребристими стінками (формують на обладнанні для виготовлення блоків типу «лежачий стакан» без торцевої стінки), доповнених плоскими парапетними стінками; або з просторових елементів покриття завширшки як будівля, що спирається на фасадні парапетні стінки.

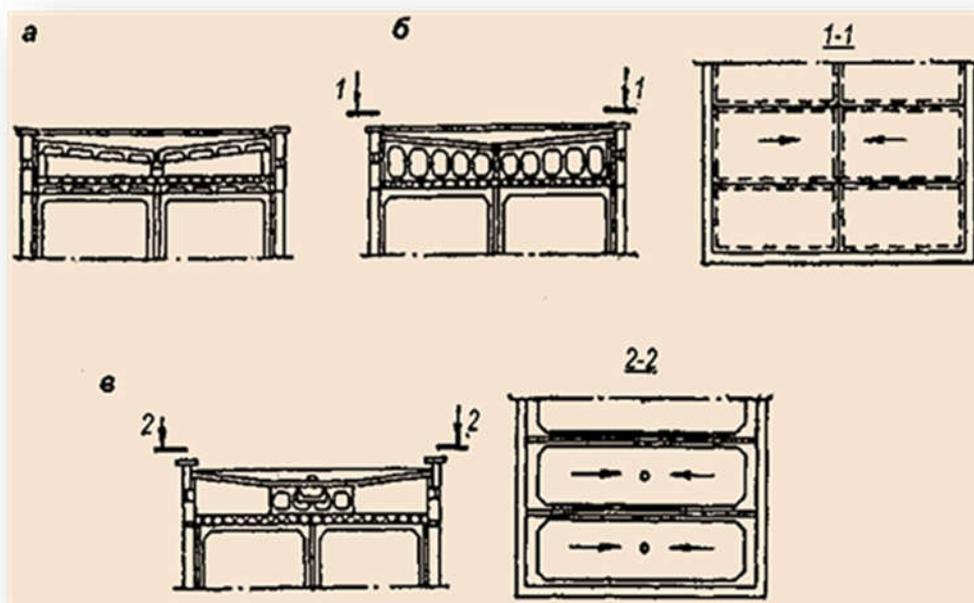


Рис. 2.73 Конструкції дахів об'ємно-блокових будівель
а – із площинних елементів; б – з об'ємних блоків; в – із просторових елементів покриття

Сучасний досвід

WZMH Architects створила концепт реконструкції «хрущовки» – бетонно-панельної чи цегляної п'ятиповерхівки, які зводили в СРСР в період холодної війни. Проєкт має назву Speedstac. Це збірно-модульна будівельна система, виготовлена з ISP (розумної структурної панелі), яку розробила компанія разом з Stephenson Engineering та Intelligent Engineering.

Панель ISP виготовляється за межами об'єкту, встановлюється на місці за допомогою мінімальної робочої сили та є на 100% готовою після «підключення». Бетонні модулі значно зменшують обробку (наприклад, гіпсокартон, ковролін, плитку), що економить матеріали та потребує менше робочої сили.

Якщо будинок зруйнований лише частково – заміна модуля буде відносно

простою, адже тогочасна забудова є прикладом блокового будівництва. Комплексну відбудову зруйнованих будинків доведеться почати з розчистки знищених секцій. Після цього на їхнє місце накладають бетонні модулі. Під час монтажу конструкції вже матимуть вмонтовані інженерні комунікації – їх доведеться лише під'єднати до наявної інфраструктури будинку.

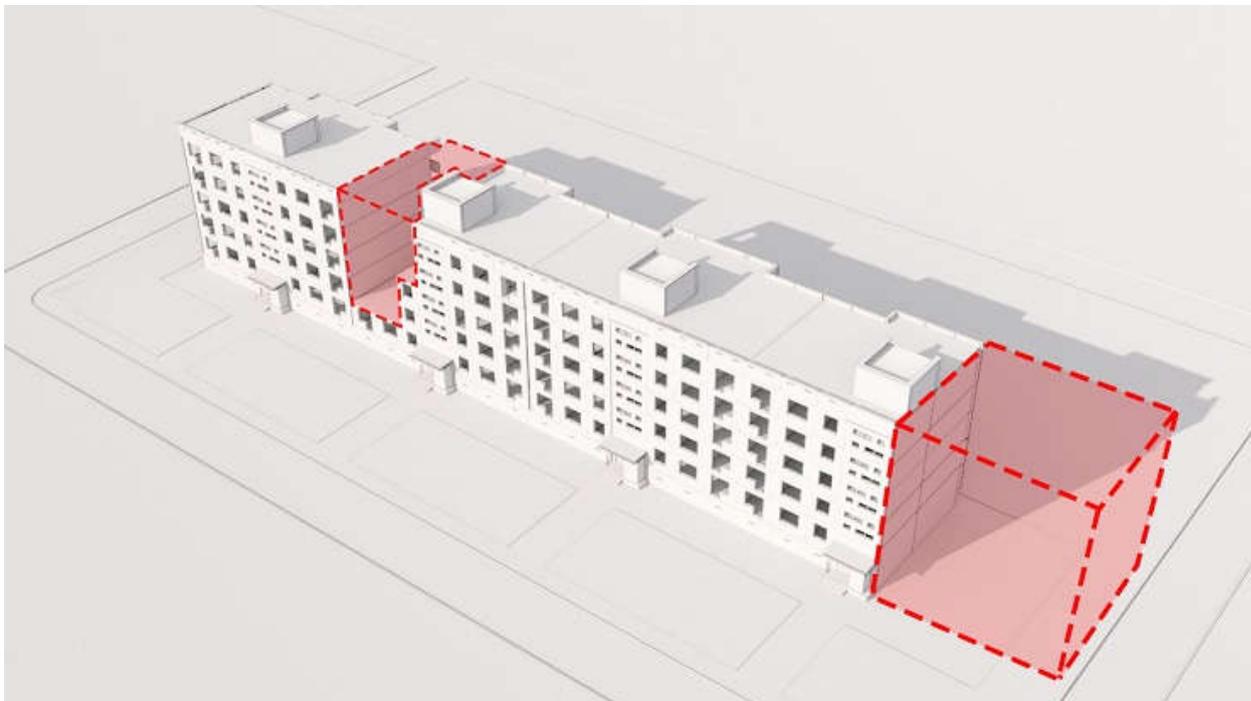


Рис. 2.74 Приклад заміни модуля

Розробники стверджують, що завдяки високоміцному бетону з усіх сторін блоків, споруди зможуть продовжити свій житловий цикл з урахуванням будівельних норм. Цей бетон також містить «спеціальний з'єднувач», який полегшує процес складання будівель разом, прискорює час зведення та робить рішення економічно ефективним.

Інтелектуальні структурні панелі були представлені у 2018 році. Вони створені для впровадження інтелектуальних технологій в будівництво. Система сендвіч-плит складається з двох металевих пластин, що з'єднані поліуретановим еластомером. Вони створюють тверду панель товщиною від одного до двох дюймів, яку можна використовувати як альтернативу залізобетону для підлоги та основних стін будівлі.

Панелі мають роз'єми по краях, які з'єднують їх між собою. Кожна панель також має кілька універсальних з'єднувачів на поверхні, які дозволяють підключати, наприклад, освітлення, опалення, вентиляцію, кондиціонування повітря тощо.

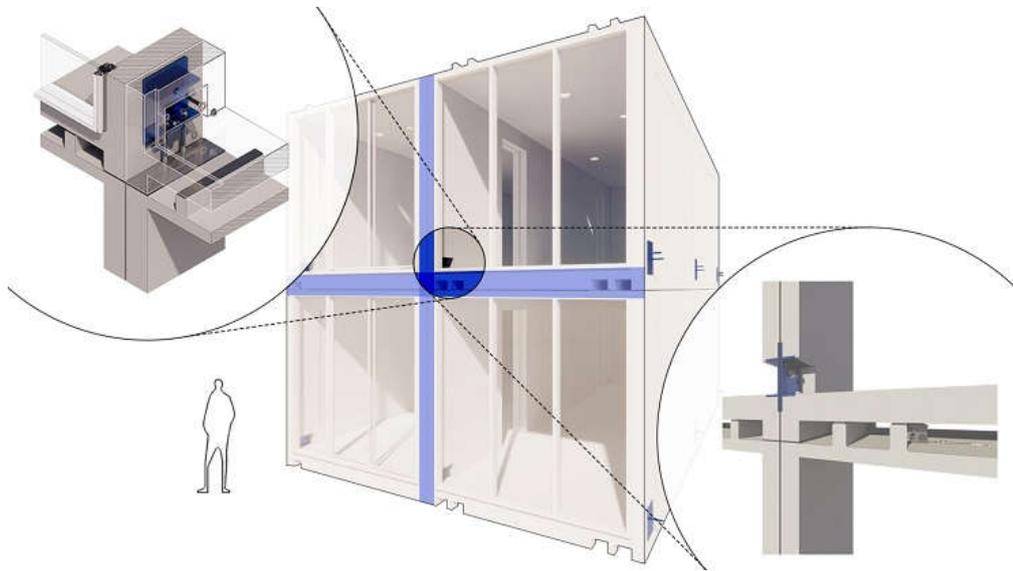


Рис. 2.74 Інтелектуальні структурні панелі

Тема 8. Моноліти і збірно-монолітні будівлі

8.1 Конструктивні схеми монолітних будівель

Монолітні будівлі — це споруди, всі або більшість несучих конструкцій яких виконуються безпосередньо на будівельному майданчику з монолітного бетону чи залізобетону. Для зведення застосовують опалубку, в яку встановлюють арматуру та заливають бетонну суміш. Після набору міцності опалубку знімають або залишають як частину конструкції (незнімна опалубка).

Застосування монолітних конструкцій поширене у:

- житловому багатоповерховому будівництві;
- громадських і торговельно-офісних центрах;
- промислових і складських будівлях;
- унікальних та висотних спорудах (хмарочоси, стадіони, транспортні вузли).

Вибір конструктивної схеми залежить від призначення будівлі, висоти, розмірів у плані, навантажень і вимог до архітектурного рішення.

За конструктивними схемами монолітні будівлі є:

1. з поздовжніми несучими стінами (прибл. 12 поверхів): збільшена площа внутрішніх приміщень (щитова опалубка, горизонтальні блок-форми).

2. з поперечними несучими стінами: зовн. Стіни з будь-якого матеріалу (тунельна опалубка, блок-форми, що демонтуються горизонтально в зовнішні проєми будівлі).

3. змішаної структури: ядро жорсткості (блок-форми, що демонтуються вертикально, щитова опалубка, ковзна опалубка).

4. будівлі з неповним каркасом: є колони, є елементи ядер жорсткості, немає

ригелів, є монолітне перекриття.

5. купольні і склепінчасті будівлі (пневматичні опалубки).

Методи зведення:

1. в ковзній опалубці-безперервне зведення;
2. в блок-формах, що демонтується горизонтально- горизонтальні несучі конструкції.
3. в блок-формах, що демонтуються вертикально- вертикальні несучі конструкції.
4. в щитових опалубках- вертикальні і горизонтальні ні несучі конструкції.
5. в підйомно перставній опалубці, механізованих системах або агрегатах.
6. в пневматичних опалубках.

Сучасні об'ємно-просторові рішення будівель підвищеної поверховості оснований на поєднанні конструкцій з монолітного і збірно-монолітного залізобетону.

Будівлі із монолітними залізобетонними стінами (рис.2.75) характеризуються складною конструкцією в плані, групуванням квартир навколо ліфтових шахт, часто криволінійним обрисом зовнішніх стін. Висота таких будівель досягає 36 поверхів.

Будівлі з монолітним стовбуром, оббудованим збірними залізобетонними конструкціями (рис.2,75,б,в), являють собою монолітний стовбур (шахту) де розміщені ліфти, сходи, санітарно-технічні комунікації, призначений для забезпечення просторової жорсткості будівлі і сприйняття горизонтальних навантажень. Оточуючі центральне ядро збірні конструкції сприймають тільки вертикальні навантаження. Висота таких будівель до 50 поверхів. Застосування монолітного залізобетону надає будівлі необхідну індивідуальність, своєрідне архітектурне вирішення. Крім того, значно зменшуються основні витрати на зведення будівель з монолітним стовбуром жорсткості, порівняно з витратами на будівлю із звичайних збірних конструкцій: сталі – на 20%; цементу – 10%; собівартість виготовлення і монтажу конструкцій – до 15%; капітальні вкладення – до 15%

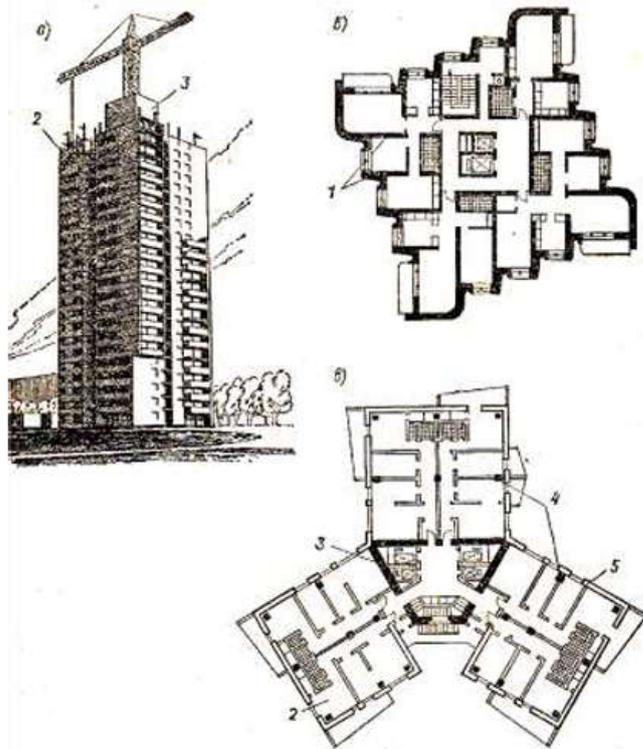


Рис. 2.75 Будівлі підвищеної поверховості:

а – спорудження будівлі з монолітним стовбуром і збірними конструкціями;

б – план типового поверху будинку з монолітними стінами; в – план типового поверху будинку з монолітним стовбуром;

1 – стіни (зовнішні і внутрішні) з монолітного бетону; 2 – поверх, змонтований із збірних конструкцій; 3 – монолітний стовбур (шахта);

4 – колони каркасу; 5 – панелі зовнішніх стін

8.2 Конструктивні схеми збірно монолітних будівель

Конструктивна система безригельного збірного залізобетонного каркаса

КУБ - 2,5 дозволяє в різноманітних кліматичних умовах практично повністю забезпечити будівництво усього спектру міських споруд: житла, будівель адміністративного, соціально-культурного і побутового призначення, багатоярусних гаражів, складів, деяких виробничих споруд (з прольотами до 12 м).

Усі залізобетонні конструкції системи дають можливість проектувати (будувати) будівлі аж до I ступені вогнестійкості, що забезпечує використання її для будівель різної висотності: котеджі, малоповерхові і багатоповерхові (до 75 метрів) будинки.

Рис. 2.76 Будівля з безригельним збірним залізобетонним каркасом



Безригельний каркас складається з колон квадратного перерізу і плоских панелей перекриття. Панелі перекриттів мають розміри в плані 2,98 x 2,98 м, таким чином, проміжок між ними всього 20 мм і це дає можливість замонолічування швів без установки опалубки. Товщина панелей 160 мм. В системі передбачені двохмодульні

панелі, що отримуються шляхом об'єднання двох сусідніх панелей: - 1. надколонна і міжколонна; - 2. міжколонна і середня Це дозволяє удвічі прискорити монтаж і заощадити на замонолічуванні стиків. Панелі перекриттів, залежно від розташування їх в плані, підрозділяються на надколонні, міжколонні і вставки. Монтаж конструкцій ведеться в наступному порядку: монтуються колони і замонолічуються в стаканах фундаментів, встановлюються і приварюються до арматури колон надколонні панелі, потім монтуються міжколонні панелі і панелі-вставки. Мінімальна кількість вертикальних елементів каркаса і відсутність ригелів дозволяє створювати у межах несучих і огорожуючих конструкцій вільні планування приміщень різного призначення. Перегородки можуть бути розташовані у будь-якому місці архітектурного плану як під час проектування і будівництва, так і під час експлуатації будівлі. Система забезпечує можливість перепланувань приміщень (дає свободу в організації на перших поверхах в житлових будинках офісів, магазинів, спортивно-оздоровчих і побутових комплексів). Каркас будівлі складається тільки з внутрішніх елементів (колон, перекриттів і при необхідності зв'язків або дифрагм). В якості зовнішніх огорожуючих конструкцій (стін), можуть використовуватися практично будь які фасадні рішення: полегшені теплоефективні кам'яні (в т.ч. облицьовані цеглою), різні навісні панелі, вентилявані фасади, вітражні огороження і т. д.

Стики елементів, з яких складається безригельний каркас в цілому, замонолічується, утворюючи рамну конструктивну систему, ригелями якої служать перекриття. Розчленування перекриття запроектовано з таким розрахунком, щоб стики панелей розташовувалися в зонах, де величина вигинаючого моменту дорівнює нулю. Збереження поперечного перерізу колон 400×400 , є можливим за рахунок використання в колонах бетонів підвищених класів (до В60). Колони можуть бути як одноповерховими так і багатоповерховими, максимальна їх довжина сягає 15 метрів. Вертикальні rischi на колонах передбачені для зручності геодезичного контролю при їх монтажі.

Зовнішні стіни не є несучими, під них не треба влаштовувати фундаменти, їх не потрібно проектувати такими міцними, як у будівлях безкаркасного типу. Навантаження на основу каркаса на 25% нижче, ніж в монолітному виконанні.



Рис. 2.77 Приклади планувального рішення будівель з безригельним збірним

Збірно-монолітні будинки (система АРКОС) Враховуючи вимоги ринку житла, проекти будинків повинні мати можливість гнучких планувальних рішень і різноманітність фасадів. Такі вимоги можна успішно вирішити за допомогою будівництва житлових будинків в системі "АРКОС."

Домобудівна система АРКОС має ряд фундаментальних переваг, що відрізняють її від інших домобудівних систем:

- складається із стандартних пустотних плит перекриття і колон: АРКОС - єдина система, для зведення збірно-монолітного каркаса в якій використовуються стандартні пустотні плити перекриття і збірні колони заввишки в два поверхи, збірні панелі шахт ліфтів, збірні сходові марші з двома напівмайданчиками, збірні діафрагми жорсткості, що випускаються у величезній кількості у будь-якому регіоні.

- забезпечує вільне планування: Відсутність виступаючих ригелів, при будь-якому кроці колон, аж до 8,4 м, відсутність жорстких вимог за розміром сітки і можливість зміщувати колони уздовж монолітних ригелів дозволяють вписати каркас АРКОС у будь яке архітектурне рішення і дають необмежені можливості трансформації об'ємно-планувальних рішень.

Домобудівна система АРКОС дозволяє зводити об'єкти різного призначення: житлові будинки будь-якого рівня комфорту, громадські і адміністративні будівлі, багаторівневі гаражі и.т.д. Система має багатоваріантне виконання від максимально збірного до повністю монолітного.

Це єдина у вітчизняній практиці конструктивна система будівель, в якій основою є збірно-монолітний каркас з плоскими дисками перекриттів. Вони утворені багатопустотними плитами без частин перекриттів, що виступають в об'єм будівлі. Це забезпечує розміщення огорожуючих конструкцій у будь-якому місці. Житлові і громадські будівлі системи "АРКОС", з висотою до 30 поверхів включно, енергоефективні і відрізняються мінімальними витратами на зведення і утримання; мають сучасні споживчі якості, що включають вищий рівень комфорту, вільні і трансформовані планувальні рішення, реалізують різноманітні забудови без додаткових витрат. Будь-яка будівельна компанія може приступити до будівництва комфортного житла з мінімальною собівартістю, оскільки не потрібні високі капіталовкладення на придбання опалубки.

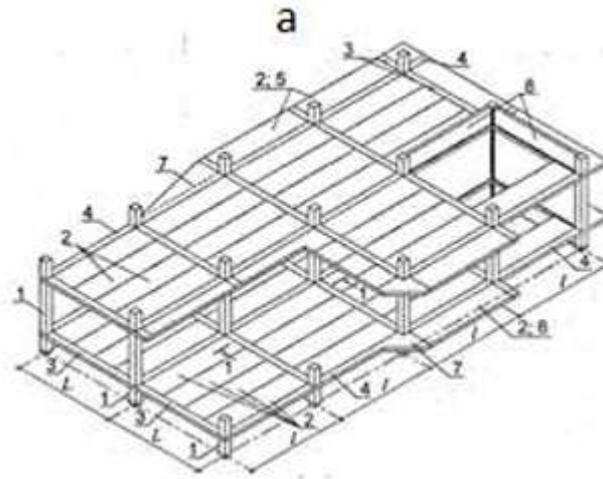


Рис. 2.78. Збірно-монолітна будівля системи АРКОС:

а – схема розташування елементів каркасу; б – спряження колон і ригелей; 1 – збірні або монолітні залізобетонні колони; 2 – пустотні плити (типові або безопалубочного формування); 3 – несучі монолітні ригеля; 4 – зв'язові монолітні ригеля; 5,6 – консолі для влаштування еркерів і балконів; 7 – монолітні ділянки перекриття; 8 – вертикальні діафрагми жорсткості

8.3 Типи монолітних будівель

Будівельний процес зведення такого будинку передбачає будівництво опалубки з арматурним каркасом всередині, який заливають піщано-цементним розчином, при цьому виходить, що у будівлі немає швів. За особливостями будівельної технології розрізняють такі види монолітних будинків:

1. монолітно-каркасні;
2. монолітно-цегляні.

Особливості монолітно-каркасних будинків

Каркасно-монолітна технологія - це своєрідне об'єднання міцності моноліту і позитивних властивостей інших будівельних матеріалів. Будівництво таких будинків проходить за чітким планом:

1. Спочатку здійснюються фундаментні роботи - застосовуючи спеціальну пильову техніку, облаштовують опори споруди, заливаються фундаментні плити.
2. Зводять несучу частину будівлі - для опорного суцільнолитого каркаса, кутовим методом споруджують перекриття, стіни, заливаючи їх з армованого бетону.
3. Проводять монтаж додаткових перегородок - стін, що не несуть навантаження і складаються з різних будівельних матеріалів. Для цього використовують газобетонні блоки, керамзитобетон, арболіт, цеглу, багатошарові стінні панелі.

Така технологія дає численні переваги:

- будівля має всі переваги монолітної будівлі - тривалий термін

експлуатації, високу міцність, сейсмостійкість, можливості перепланувати приміщення, відносно швидке виконання будівельних робіт;

- додаються корисні властивості й інших використовуваних матеріалів - наприклад, застосування цегляної кладки для зовнішніх стін покращує звукоізоляцію і знижує втрати тепла; стіни з пінобетону знижують загальну масу споруди;

- перед архітекторами відкриваються нові безмежні можливості.

Монолітно-каркасний будинок має і певні моменти, які потрібно врахувати, зазвичай пов'язані з особливостями характеристик стінових матеріалів. Наприклад, цегляна кладка збільшує терміни робіт, а стіни, викладені з пористих будматеріалів, вимагають гідроізоляції та утеплення.



Рис. 2.79 Приклад монолітно-каркасного будівництва

Особливості монолітно-цегляних будинків

Монолітно-цегляна технологія - одна з різновидів монолітно-каркасної. У таких будівлях проміжки між опорами заповнюють цегляною кладкою. Будівництво здійснюється в такому порядку:

- заливають бетонним розчином фундамент;
- потім вручну викладають цегельні перегородки;
- здійснюються внутрішні роботи.

Монолітно-цегляні будинки мають солідний перелік переваг, оскільки поєднують у собі переваги монолітних і цегляних будівель. Найважливіші з них:

- тривалий термін експлуатації;
- висока міцність;
- відмінні теплоізоляційні, шумоізоляційні властивості.

Плюси і мінуси монолітних будинків

Монолітні будинки дуже популярні по ряду причин:

- будівництво відбувається досить швидко (швидше, ніж цегляні, але повільніше панельних);
- усадка об'єкта зовсім незначна, і до того ж - рівномірна, що виключає появу тріщин; приступати до внутрішнього оздоблення можна практично відразу;
- можливе будівництво на проблемному ґрунті - вага будови набагато менше, ніж інших видів будівель;
- висока надійність - витримують підземні поштовхи до 8 балів;
- відсутність швів значно підвищує рівень міцності;
- розподіл навантаження на фундамент рівномірний, що дозволяє зменшити матеріалоемність ундаменту;
- товщина стін менше, ніж в цегляному аналозі, це збільшує кількість корисної площі;
- можливі різні конфігурації самої будівлі та планування всередині;
- водонепроникність;
- довговічність.

До мінусів таких будинків можна віднести:

- складність і високу вартість проведених робіт;
- необхідність спочатку ідеально провести планування і розрахунок всіх каналів для комунікацій, переробити це буде не можливо;
- заливка бетону можлива при температурі не нижче + 5 ° С, інакше бетон доведеться прогрівати або додавати спеціальні речовини (що збільшить вартість роботи);
- стіни потрібно утеплювати;
- хороша звукопровідність бетону створює відмінну чутність сторонніх звуків, потрібна додаткова звукоізоляція;
- необхідність чіткого дотримання безперервності заливки бетонного розчину, часто - відразу в декількох точках.

8.4 Конструкції і спряження елементів будівлі

Монолітно-каркасні будівлі найбільш поширені в сучасному житловому та громадському будівництві.

В цих будівлях каркас виконують у монолітному залізобетоні й сприймає все навантаження від перекриття, а стіни виконують тільки огорожувальну функцію і, як правило, вони цегляні.

Такий тип будівлі дозволяє проектувати будівлі підвищеної поверховості будь-якої конструкції з приміщеннями великих розмірів. При цьому за однакових розмірів будівлі збільшується її корисна площа, а в житлових будівлях – загальна площа квартир.

Крім того, в таких будівлях за необхідності, без великих зусиль і затрат праці, можна зробити перепланування.

Особливості монолітно-каркасної конструкції зводяться до наявності забетонованих колон підвищеної жорсткості, які мають у своєму розпорядженні в зонах, схильних до максимального тиску. Монолітні колони стають перехідним елементом, що зв'язує воедино монолітне перекриття і фундамент.

Таким чином, будинок складається з 3 основних елементів: *фундаменту, монолітних колон та армуючого поясу*, який з'єднує колони і виступає в ролі перемички віконних прорізів (кількість поясів залежить від кількості поверхів у будинку). При цьому технологія дозволяє вести будівництво ударними темпами, що особливо важливо для приватного житлового будівництва.

Завдяки зв'язку між монолітними перекриттями і залізобетонними колонами вдається забезпечити неперевершену міцність і надійність будинку. При цьому монолітні стіни тонші ніж цегляні. Тобто, внутрішній вільний простір монолітного будинку буде більше аналога з цегли.

Використана література

1. ДБН В.2.2-27:2025 "Промислові будівлі".
2. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.
3. ДСТУ Б В.2.6-143:2010 Конструкції будинків і споруд. Балки фундаментні залізобетонні для стін будівель промислових і сільськогосподарських підприємств. Технічні умови (ГОСТ 28737-90, MOD).
4. Будівельні конструкції: навчальний посібник / авт.. кол. Т.М. Пашенко, О.О. Сліпич, І.Б. Дремова – К. : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. – 310 с.
5. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник / З.І.Котеньова. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 170 с.
6. Основні вимоги до проектної та робочої документації ДСТУ Б А.2.4 4:2009. – Київ : Держбуд України, 2009.
7. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – Київ : Держбуд України, 2009.
8. Буга П. Г. Громадські, промислові ті сільськогосподарські будівлі : підручник / П. Г. Буга. – Київ : Вища шк., 1983. – 383 с.
9. Карвацька Ж. К., Карвацький Д. В. К21 Будівельні конструкції. - Видання 2-е, перероблене й доповнене. - Чернівці: Прут, 2008. - 516 с. ІБВМ 978-966-560-424-2.
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
11. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови.
12. ДСТУ Б В.2.7-51-96 Бетони. Структурно-механічний метод визначення морозостійкості (ГОСТ 10060.4-95).
13. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні.
14. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ).

Будівельні конструкції [Текст]: конспект лекцій Частина II «Промислові будівлі» для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G 19 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С. М. Савчук – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 112 с.

Комп'ютерний набір і верстка : С. М. Савчук
Редактор: С. М. Савчук

Підп. до друку _____ 2025 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5 Обл. вид. арк. 3,4.
Тираж 15 прим.