

**Бакулін Є.А., Бакуліна В.М., Костира Н.О.**

**ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ  
РІШЕННЯ  
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

**Навчальний посібник**

**Київ  
2024**

УДК 711:721/728

Б 19

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Національного університету біоресурсів і природокористування України  
(протокол №10 від 27 березня 2024 року)*

**Рецензенти:**

*Барабаш М.С.*, доктор технічних наук, професор, директор ТОВ «ЛІРА САПР»;

*Мартинів В.Л.*, доктор технічних наук, професор, професор кафедри архітектурний конструкцій Київського національного університету будівництва та архітектури;

*Мар'єнков М.Г.*, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри будівництва Національного університету біоресурсів і природокористуванням України.

**Б 19 Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – Київ : НУБіП України, 2024. – 264 с.**

ISBN 978-617-8368-04-3

*У навчальному посібнику викладені засади проектування об'ємно-просторових рішень будівель і споруд на території України та створення і підтримання штучного середовища для людини, що максимально забезпечить найбільш сприятливі умови щодо її існування, проживання та виробничої діяльності. Призначений для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і займаються вивченням та впровадженням сучасних технологій, конструкцій у будівельній галузі.*

ISBN 978-617-8368-04-3

**УДК 711:721/728**

© Бакулін Є.А., Бакуліна В.М.,  
Костира Н.О., 2024  
© НУБіП України, 2024

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



### **Бакулін Євгеній Анатолійович**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри будівництва НУБіП України. Викладає дисципліни «Архітектура будівель та споруд», «Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд», «Інженерний захист та підготовка територій» та ін. Наукові інтереси пов'язані із забезпеченням надійності та ризиків експлуатації будівель та споруд споруд. Автор понад 85-ти наукових та навчально-методичних праць, з яких 5 монографій, 5 навчальних посібники, 2 патенти.

Електронна адреса: [bakulin\\_evgeniy@nubip.edu.ua](mailto:bakulin_evgeniy@nubip.edu.ua)



### **Бакуліна Валентина Михайлівна**

Старший викладач кафедри будівництва НУБіП України. Викладає дисципліни «Історія та філософія будівництва», «Технологія будівельного виробництва», «Організація будівництва». Автор понад 70-ми наукових та навчально-методичних праць, з яких 3 монографії, 4 навчальних посібники.

Електронна адреса: [bakulina\\_valentina@nubip.edu.ua](mailto:bakulina_valentina@nubip.edu.ua)



### **Костира Наталія Олександрівна**

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва НУБіП України. Викладає дисципліну «Металеві конструкції». Наукові інтереси пов'язані з обстеженням будівель та споруд. Автор понад 45 наукових праць наукових та навчально-методичних праць, розробник 1 нормативного документа України, 2 навчальних посібників, 1 патенту.

Електронна адреса: [nataliia.kostyra@npp.nau.edu.ua](mailto:nataliia.kostyra@npp.nau.edu.ua)

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА.....</b>	<b>9</b>
<b>РОЗДІЛ 1. РОЗВИТОК АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Правове регулювання будівельної діяльності в Україні.....	12
<i>Питання до обговорення та самоперевірки         до розділу 1.....</i>	14
<b>РОЗДІЛ 2. КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ .....</b>	<b>16</b>
2.1. Класифікація житлових будинків .....	16
2.2. Класифікація громадських будівель.....	17
<i>Питання до обговорення та самоперевірки         до розділу 2.....</i>	21
<b>РОЗДІЛ 3. ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ ТА     КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ.....</b>	<b>23</b>
3.1. Конструктивні схеми і рішення громадських будівель.....	23
3.1.1. Особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель.....	26
3.2. Об'ємно-просторові рішення житлових будинків.....	27
3.3. Сучасні функціональні вимоги до житлових будинків .....	41
3.3.1. Приклади об'ємно-просторових і конструктивних рішень існуючих житлових будинків.....	49
3.4. Об'ємно-просторові рішення спеціалізованих житлових будинків.....	63
3.5. Особливості об'ємно-просторових рішень каркасно-монолітних житлових будинків .....	67
3.5.1. Конструктивні рішення каркасно-монолітних житлових будинків.....	67

3.6. Особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель.....	72
3.7. Об'ємно-просторові та конструктивні рішення промислових підприємств.....	73
3.8. Поліпшення об'ємно-просторових рішень промислових будівель.....	75
3.9. Макетний метод.....	78
3.10. Вибір профілю промислової будівлі.....	78
3.11. Принципи конструктивних рішень промислових будівель .....	80
3.12. Загальні протипожежні заходи до будівель.....	81
3.13. Конструктивні рішення сходів. Загальні положення та класифікація сходів.....	83
3.14. Вимоги до сходів.....	89
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 3.....</i>	101

## **РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ТА ПОКРИТТЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ.....104**

4.1 Конструкції елементів каркасу .....	104
4.2. Конструкції тришарнірних рам в одноповерхових будівлях .....	109
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 4.....</i>	122

## **РОЗДІЛ 5. ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ РІШЕННЯ СПОРУД ТРАНСПОРТУ.....124**

5.1. Основні типи споруд транспорту.....	124
5.2. Загальні вимоги до споруд транспорту.....	125
5.3. Класифікація рам (пандусів).....	129
5.4. Вимоги вогнестійкості для конструкцій транспортних споруд.....	131
5.5. Вимоги вогнестійкості для транспортних споруд.....	136
5.5.1. Наземні гаражі закритого типу.....	136
5.5.2. Наземні гаражі відкритого типу .....	137
5.5.3. Підземні гаражі.....	138

<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 5</i> .....	140
<b>РОЗДІЛ 6. МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ</b> .....	<b>141</b>
6.1. Розвиток просторових конструкцій.....	141
6.2. Класифікація просторових конструкцій.....	142
6.3. Схеми та особливості перехресно-стрижневих просторових конструкцій.....	148
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 6</i> .....	150
<b>РОЗДІЛ 7. СКЛАДКИ</b> .....	<b>151</b>
7.1. Різновидність архітектурно-конструктивних рішень складок в будівництві.....	151
7.2. Залізобетонні складки .....	152
7.3. Складені залізобетонні складки.....	154
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 7</i> .....	156
<b>РОЗДІЛ 8. СКЛЕПІННЯ</b> .....	<b>158</b>
8.1. Види склепінь.....	158
8.2. Залізобетонні склепіння.....	161
8.3. Складчасті і хвилясті склепіння.....	166
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 8</i> .....	169
<b>РОЗДІЛ 9. КУПОЛА</b> .....	<b>171</b>
9.1. Просторова конструкція купола.....	171
9.2. Залізобетонні купола.....	173
9.2.1. Монолітні купола.....	174
9.2.2. Купола із великорозмірних плит.....	176
9.2.3. Купола з плоских плит.....	178
9.2.4. Куполи, що монтуються навісною зборкою.....	179
9.2.5. Ребристо-кільцеві куполи.....	180
9.2.6. Складені купольно-складчасті оболонки.....	181

<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 9</i> .....	183
<b>РОЗДІЛ 10. ОБОЛОНКИ</b> .....	<b>184</b>
10.1. Пологі оболонки.....	184
10.2. Збірні залізобетонні оболонки.....	187
10.3. Циліндричні оболонки.....	190
10.3.1. Короткі циліндричні оболонки.....	195
10.3.2. Довгі циліндричні оболонки.....	195
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 10</i> .....	200
<b>РОЗДІЛ 11. МЕТАЛЕВІ ТОНКОСТІННІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ</b> .....	<b>201</b>
11.1. Металеві просторові конструкції з перехресно-стрижневих решітчастих систем.....	201
11.2. Металеві решітчасті складки.....	201
11.3. Металеві склепіння.....	203
11.4. Металеві купола.....	209
11.5. Металеві гіпари.....	211
11.6. Мембранні покриття.....	215
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 11</i> .....	219
<b>РОЗДІЛ 12. ВАНТОВІ ПОКРИТТЯ</b> .....	<b>220</b>
12.1. Класифікація вантових покриттів.....	220
12.2. Опорні конструкції.....	224
12.3. Покриття із вант і балок.....	227
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 12</i> .....	231
<b>РОЗДІЛ 13. М'ЯКІ ОБОЛОНКИ</b> .....	<b>232</b>
13.1. Пневмоконструкції.....	232
13.2. Пневматичні лінзи.....	233
13.3. Пневматичні споруди типу опору повітря.....	236
13.4. Опорні пристрої.....	240
13.5. Пневмооболонки підсилені канатами та сітками.....	242

13.6. Пневматичні конструкції, що несуть повітря.....	244
<i>Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 13.....</i>	<i>249</i>
<b>ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ.....</b>	<b>251</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>255</b>

## ПЕРЕДМОВА

У навчальному посібнику викладено мету об'ємно-просторових рішень будівель і споруд [3, 5, 21], що призначені для розкриття сучасних наукових концепцій [50], понять, методів та технологій комп'ютерного проектування будівель і споруд та їх комплексів [13, 20, 47, 48] у відповідності з функціональними вимогами, фізичними законами і законами архітектурної естетики [32, 35].

Об'єднати та систематизувати науково-технічну інформацію в галузі проектування довести та формувати знання та навички проектування будівель і споруд та їх комплексів у відповідності з функціональними вимогами [7, 11, 14–18, 24], правовими законами України [1, 2] для забезпечення надійного та безпечного використання будівель і споруд [9, 42, 45, 46]. Завданням навчального посібника є створення і підтримання середовища для людини, що максимально забезпечить найбільш сприятливі умови для її існування [6, 11, 19, 29, 32].

Даний посібник орієнтований на застосування новітніх методів проектування відповідно до існуючих норм і правил України [6–18, 22–26] та організації в будівельній галузі [34].

Головним завданням є вивчення та створення житла для здорового та небезпечного проживання людей та їх роботи, об'ємно-просторові рішення багатоквартирних житлових будівель, об'ємно-просторові рішення та інженерного забезпечення каркасно-монолітних багатопверхових житлових будинків [55], об'ємно-просторові та конструктивні рішення промислових підприємств [33]. Використання зонування виробничих будівель [24], їх використання по можливості, в рамках об'єму будівлі, раціональне групування діляниць і зон у відповідності з деякими ознаками (рівень виробничої шкідливості, пожежо- та вибухобезпеці [12, 36–38, 49], неправильність транспортних і людських потоків).

## РОЗДІЛ 1. РОЗВИТОК АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

На початку ХХІ ст. в економіці України почали відбуватися процеси, що призвели до значного скорочення соціальних програм, у тому числі до зменшення державного забезпечення населення житлом.

Якщо у 1987 р. організації України ввели в експлуатацію 12,63 млн  $m^2$  житла, то у 1997р. – 1,29 млн  $m^2$ .

За даними Держкомстату України, в 2003 р. житловий фонд становив 1,35 млрд  $m^2$ , в середньому на 1 жителя припадало 21,6  $m^2$  житла. У європейських країнах та США цей показник коливається в межах від 50 до 100  $m^2$ .

Постановою Кабміну від 27.08.2000 р. № 1347 було затверджено план розвитку житлового будівництва, яким передбачалося введення житла за рахунок залучення коштів із:

- державного бюджету – 2 %;
- місцевих бюджетів – 9 %;
- іпотечне кредитування – 20 %;
- населення – 45 %;
- підприємства, організації – 21 %;
- інші джерела – 3 %.

Існує низка програм із забезпечення житлом, а саме: державні житлові програми «Доступне житло», «Молодіжне житлове будівництво», «Власний дім».

Державна спеціалізована фінансова установа «Державний фонд сприяння молодіжному житловому будівництву» за рахунок держбюджету надає пільгові довготермінові державні кредити молодим сім'ям та самотнім молодим громадянам. На будівництво та придбання житла заплановано виділити 37,8 млн грн під 3 % річних.

Впроваджуються бюджетні програми «Надання пільгового довготермінового державного кредиту молодим сім'ям та самотнім молодим громадянам на будівництво та придбання житла» (КПКВК 2751390), «Надання кредитів на будівництво (придбання) житла для науково-педагогічних та педагогічних

працівників» (КПКВК 2201460). Станом на 01.04.2012р. видано 75 пільгових довготермінових державних кредитів на загальну суму 23,994 *млн грн*. Загальна кількість сімей, які перебувають в черзі фонду, становить 19 809 тис. осіб станом на 2012 рік.

У рамках соціальних ініціатив Президента України Міністерство регіональної політики України опікується двома бюджетними програмами забезпечення громадян доступним житлом, а саме «Надання державної підтримки для будівництва (придбання) доступного житла» (КПКВК 2751190), що реалізується згідно з постановами Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2009 р. № 140 та від 29 лютого 2012 р. № 193, якими затверджено Порядок забезпечення громадян доступним житлом та Порядок використання коштів, передбачених у державному бюджеті для надання державної підтримки для будівництва (придбання) доступного житла відповідно та «Здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов» (КПКВК 2751470), в рамках виконання яких діє Порядок здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 25 квітня 2012 р. № 343.

На сьогодні з ініціативи Мінрегіону внесено низку змін до законодавства, якими встановлено податкові пільги в рамках будівництва доступного житла [2].

Зокрема, ст. 165.1.34 Податкового кодексу України (далі – Кодекс) врегульовано питання щодо невключення до загального оподаткованого доходу громадян суми державної підтримки на будівництво (придбання) доступного житла:

- комплексна програма забезпеченням житлом військовослужбовців і членів їх сімей – 1,2 *млн м<sup>2</sup>*;
- програма забезпечення житлом військовослужбовців, звільнених у запас – 0,5 *млн м<sup>2</sup>*;
- держпрограма забезпечення житлом молоді відповідно до закону № 1659- IV від 23.03.04 р. (вік до 35 років) – 1,2 *млн м<sup>2</sup>*;
- програма «Власний будинок» (житло в сільській місцевості) – 1,2 *млн м<sup>2</sup>*;

- чорнобильська будівельна програма – 0,2 млн м<sup>2</sup>;
- будівництво соціального житла – 0,8 млн м<sup>2</sup>;
- створення фонду тимчасового житла – 0,1 млн м<sup>2</sup> та інші програми, що діють у регіонах – 0,5 млн м<sup>2</sup>.

### **1.1. Правове регулювання будівельної діяльності в Україні**

У 2019 році відбулися зміни в будівельному законодавстві [2]:

1) «Про архітектурну діяльність» від 20.05.1999 №687-XIV. Змінами передбачено, що обов'язок по здійсненню технічного нагляду може бути покладено замовником на спеціалізовану організацію або фахівця з технічного нагляду або на інженера-консультанта, з визначенням в договорі підряду їх повноважень. Зразкові форми договорів про здійснення технічного нагляду та про надання інженерно-консультаційних послуг у будівництві будуть затверджені центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері архітектури. Зміни вступили в силу 01.12.2019 року.

2) «Про будівельні норми» від 11.05.2009 №1704-VI. Найголовнішими змінами є те, що введені параметричний, розпорядчий і цільовий методи нормування в будівництві. Крім того, зміни передбачають, що Тексти державних будівельних норм, включених до центрального фонду будівельних норм і галузевих будівельних норм, включених до фондів галузевих будівельних норм, повинні бути оприлюднені на офіційних сайтах відповідних суб'єктів нормування в будівництві. Доступ до таких текстів буде безкоштовним. Зміни вступили в силу 19.10.2019 року.

3) «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 №3038 – VI. Відповідно до останніх змін, внесених до Закону, детальний план території в межах населеного пункту розглядатиметься та затверджуватиметься виконавчим органом сільської, селищної, міської ради протягом 30 днів з дня її

подання, а за відсутності затвердженого в установленому цим Законом порядку плану зонування території – відповідною сільською, селищною, міською радою, крім випадків, передбачених цим Законом. Детальний план території в межах населеного пункту щодо земель державної власності, що підлягають передачі в оренду для цілей здійснення державно-приватного партнерства, зокрема концесії, розглядатиметься та затверджуватиметься відповідною державною адміністрацією протягом 30 днів з дня його подання. Зміни вступили в силу 01.12.2019 року.

Верховною Радою також були прийняті:

1) 20.09.2019 Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання інвестиційної діяльності в Україні» (законопроект №1059 від 29.08.2019), який був підписаний Президентом України 11.10.2019, набрав чинності 17.10.2019. Ним більш детально буде врегульовано право довірчої власності та змінено (суттєво зменшено, а в деяких випадках повністю скасовано) право пайової участі.

2) 17.10.2019 Закон України «Про вдосконалення порядку надання адміністративних послуг у сфері будівництва, введення єдиної електронної системи» (законопроект №1081), який був підписаний Президентом України 14.11.2019 і набрав чинності 01.12.2019. Зазначеним законом було змінено регулювання щодо: 1) визначення умов забудови (здійснення будівництва) та використання землі на приаеродромній території; 2) запроваджено електронний кабінет у будівництві; 3) було запроваджено.

Реєстр будівельної діяльності, який включатиме містобудівні умови та обмеження, завдання на проектування та технічні умови, інформацію про ліцензування господарської діяльності з будівництва об'єктів, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, інформацію про професійну атестацію виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних зі створенням об'єктів архітектури, енергоаудиторів та фахівців з обстеження інженерних систем, інформацію про експертні

організації, що здійснюють експертизу проектної документації на будівництво об'єктів, інформацію про об'єкти будівництва та закінчені будівництвом об'єкти, відомості про саморегульовані організації у сфері архітектурної діяльності та делегування їм повноважень на проведення професійної атестації, про саморегульовані організації у сфері енергетичної ефективності; контрольний примірник будівельних норм, обов'язкових для виконання національних стандартів, кодексів усталеної практики, інших нормативних документів технічного характеру.

Також, зміни були прийняті і до Постанови КМУ від 07.06.2017 №406 «Про затвердження переліку будівельних робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та по закінченню яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію», якими передбачено, що будівництво тимчасових контрольних пунктів в'їзду на тимчасово окуповану територію України / виїзду з неї для автомобільного сполучення та зон сервісного обслуговування перед ними не потребує оформлення дозвільних документів на будівництво.

Додатково, було прийнято ряд нових Державних будівельних норм (ДБН). Зокрема:

- 1) Зміни до ДБН В.2.2-20:2008 щодо проектування готелів;
- 2) Зміни до ДБН В.2.5-56:2014 щодо системи протипожежного захисту;
- 3) нові ДБН щодо житлових будинків В.2.2-15:2019;
- 4) нові ДБН з планування та забудови територій В.2.2-12:2019;
- 5) Зміни до ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів».

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 1***

1. Перерахуйте державні програми для забезпечення житла в Україні та наведіть приклади їх застосування.

2. Який план передбачив Кабінет Міністрів України для розвитку житла? Наведіть приклади введення житлових

сертифікатів для ветеранів бойових дій та їх сімей.

3. Перерахуйте зміни що відбулись в будівельному законодавстві да три останні роки.

4. Перерахуйте закони прийняті Верховною Радою за останні роки.

## **Практична робота 1**

**Тема:** Кому та як отримати кредити на житло в Україні?

**Мета:** Навчитися визначати за якими законами можливе кредитування в Україні, до кого звертатись та як держава фінансує будівництво.

**Завдання:** Для закріплення матеріалу за темою практичної роботи *необхідно врахувати:*

1) введені параметричний, розпорядчий і цільовий методи нормування в будівництві;

2) детальний план території в межах населеного пункту та як розглядатиметься та затверджуватиметься виконавчим органом сільської, селищної, міської ради;

3) зміни що регулюють:

– визначення умов забудови (здійснення будівництва) та використання землі на приаеродромній території;

– запроваджено електронний кабінет у будівництві;

– яким чином це було запроваджено?

4) змінами де передбачено, обов'язок щодо здійснення технічного нагляду.

## РОЗДІЛ 2. КЛАСИФІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ

### 2.1. Класифікація житлових будинків

В Україні об'єкти будівництва, які називають спорудами, класифікуються відповідно до положень Державного класифікатора ДК-018-2000.

Об'єктами класифікації у «Державному класифікаторі будівель та споруд» є будівлі виробничого і невиробничого призначення, житлові будинки та інженерні споруди.

«Державний класифікатор будівель та споруд» (ДК) побудовано за ієрархічним методом класифікації з використанням послідовної системи кодування. Кожна позиція містить п'ятизначний цифровий код і назву відповідних класифікаційних груп. Структура цифрового коду ДК відповідає схемі: X-розділ; XX-підрозділ; XXX- група; XXXX- клас; XXXX.X-підклас. Цифрові коди відповідають класифікації типів споруд Статистичної комісії Європейського Союзу.

Житлові будинки за функціональним призначенням поділяються на одноквартирні (індивідуальні будинки), багатоквартирні та загального проживання (гуртожитки, інтернати, притулки) [21].

Залежно від кількості поверхів виділяють малоповерхові (1–3), середньої поверховості (до 5), багатоповерхові (6–9), з великою кількістю поверхів (10–25), висотні (25 і більше) [62, 63].

За використанням будівельних матеріалів житлові будинки поділяються на залізобетонні, бетонні, кам'яні, дерев'яні, металеві.

За об'ємно-просторовим рішенням – одноквартирні, блоковані, секційні, коридорні, галерейні.

За конструктивним рішенням – стінові, об'ємно-блочні, зі змішаним каркасом.

За благоустроєм квартир – з повним інженерним обладнанням (ліфт, водопостачання та водовідведення,

сміттєпровід, газопостачання, теплопостачання); з неповним інженерним обладнанням (водопостачання та водовідведення, опалення від печі, газопостачання, люфт-клозет).

## 2.2. Класифікація громадських будівель

За функціональним призначенням і особливостями експлуатації громадських будівель і споруд можуть бути поділені на спеціалізовані і універсальні, табл.2.1.

Спеціалізовані громадські будівлі мають спеціальне призначення, як правило, не змінне на протязі всього періоду їхньої експлуатації (дитячі садки, школи, лікарні, театри і інше).

Спеціалізовані громадські будівлі за своїм призначенням поділяють на групи, види і підвиди.

Група об'єднує значне коло громадських будівель, що співпадають загальному призначенню.

Вид визначає основне функціональне призначення.

Підвид – функціональну особливість.

**Таблиця 2.1. Класифікація громадських будівель**

<i>Види</i>	<i>Підвиди</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Група I – Установи оздоровчі, фізичної культури і соціального забезпечення</i>	
Лікувально-профілактичні установи	Лікарні, диспансери, амбулаторії поліклініки, пологові будинки, санаторії та інші
Санітарно-профілактичні установи	Санітарно епідеміологічні станції, дезінфекційні станції і лабораторії
Будинки відпочинку	Пансіонати, будинки відпочинку літні дитячі табори, туристичні станції
Фізкультурні і спортивні організації	Спортивні будівлі (стадіони, басейни та будівлі іншого призначення)

**Продовження табл. 2.1**

<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Група II – Установи освіти</i>	
Загально-освітні школи та установи по вихованню дітей	Школи, дитячі садки, дитячі будинки
Учбові установи по підготовці кадрів	Університети, інститути, коледжі, професійно технічні училища
<i>Група III – Установи культури</i>	
Бібліотеки	Бібліотеки, читальні
Музеї і виставки	Музеї різного призначення і постійні виставки
Клубні установи	Будинки культури, клуби, будинки народної творчості
<i>Група IV – Установи і підприємства мистецтва</i>	
Видовищні підприємства і установи	Театр, цирк, кінотеатр, концертні зали, студії, мистецькі майстерні.
<i>Група V – Організації і установи науки</i>	
Установи, що займаються науковою діяльністю	НДІ, обчислювальні центри, наукові лабораторії
Конструкторські і проектні організації	Проектні інститути, конструкторське бюро та інші
Державні архіви	Державні архіви, що займаються науково-дослідною діяльністю
<i>Група VI – Організації і установи управління</i>	
Державні установи	Адміністративні будинки різного призначення (міська рада, райрада)
Юридичні і судові установи	Суди, нотаріальні контори, юридичні консультації

**Закінчення табл. 2.1**

<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Група VII – Підприємства побутового обслуговування населення</i>	
Підприємства побутового обслуговування	Лазні, перукарні, ремонтні майстерні
Хімчистки	Механізовані хімчистки і приймальні пункти
Підприємства по наданню послуг	Комунальні контори, підприємства прокату
<i>Група VIII – Підприємства торгівлі і громадського харчування</i>	
Підприємства торгівлі	Універмаги, ринки
Аптечні установи	Аптеки і аптечні магазини
Підприємства громадського харчування	Ресторани, кафе і інші

Для забезпечення культурно-побутовими послугами населення в невеликих містах, селах необхідно будувати невеликі загальні установи. Розміщення їх в декількох будинках не економічно і збільшує протяжність доріг і інженерних комунікацій [29].

Економічно розміщувати загальні установи в одному відносно великому будинку (блокування загальних установ), а також їх кооперування, спільного для блокованих в одному будинку установ використовувати частину приміщень в різний час доби. Блокування і кооперування невеликих загальних установ в одному будинку забезпечує більш раціонально їх експлуатацію, зменшення експлуатаційних витрат.

Універсальні загальні будівлі можуть бути двох видів.

До першого відносяться будівлі багатоцільового призначення, у яких приміщення протягом декількох годин

можуть бути перероблені для використання за призначенням. До другого виду відносяться будівлі, в яких можливо періодично змінювати розміри приміщень і групування, а також обладнання, розміщення у відповідності до функціонування.

Перший та другий вид загальних будівель забезпечує економічну експлуатацію і відповідає сучасним формам загальної діяльності людей.

До **першого виду** загальних будівель відносяться: кіноконцертні комплекси, клуби.

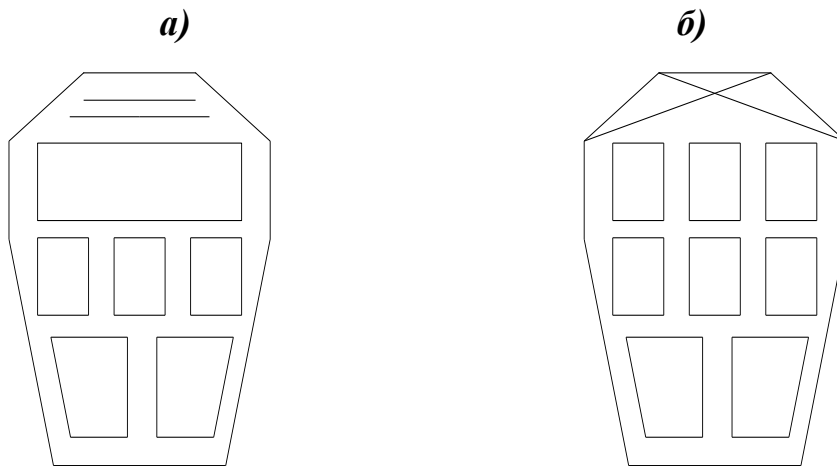


Рис. 2.1. Будівлі першого типу:  
а) – зал для тенісу; б) – зал для кінофільмів

До **другого виду** загальних будівель відносяться: адміністративні, проектні організації, великі торговельні підприємства.

Функціональний процес в цих будівлях розвивається, змінюється, що призводить до заміни обладнання, зміни приміщень їх групування. Періодичність декілька місяців, років.

Періодичні видозміни приміщень в універсальних загальних будівлях досягаються спеціальними об'ємно-просторовими і конструктивними рішеннями на базі використання великих прогонів і кроків несучих конструкцій.

## ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 2***

1. Наведіть та охарактеризуйте класифікацію житлових будинків? За якими ознаками вони поділяються?

2. Наведіть та охарактеризуйте класифікацію громадських будівель? За якими ознаками вони поділяються?

3. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до першої групи громадських будівель?

4. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до другої групи громадських будівель?

5. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до третьої групи громадських будівель?

6. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до четвертої групи громадських будівель?

7. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до п'ятої групи громадських будівель?

8. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до шостої групи громадських будівель?

9. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до сьомої групи громадських будівель?

10. Дайте визначення та характеристику наступним поняттям: «група», «вид», «підвид». Назвіть заклади, які відносяться до восьмої групи громадських будівель?

11. Опишіть та охарактеризуйте основні відомості щодо універсальних громадських будівель?

12. У чому полягають відмінності між житловими та громадськими будинками? Обґрунтуйте відповідь.

13. Наведіть характеристику Державного класифікатора ДК-018-2000. Які розділи входять до його складу?

## Практична робота 2

**Тема:** Розробити об'ємно-планувальне рішення квартири у багато-поверховому житловому будинку.

**Мета:** Навчитися визначати до якого класу відноситься житло що проектується та врахувати всі умови відповідно до вимог.

**Завдання:** Для закріплення матеріалу за темою практичної роботи необхідно врахувати:

– до якого класу відноситься будівля яка проектується згідно ДБН В.2. 2-15:2019.Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

– правила проектування для осіб з обмеженими фізичними можливостями.

– вимоги державних санітарних норм і правил утримання територій і населених міст.

– знання та застосовувати їх при проектування вимог до окремих елементів будинків.

## РОЗДІЛ 3. ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ

### 3.1. Конструктивні схеми і рішення громадських будівель

Об'ємно-просторове рішення будівель залежить від прийнятої конструктивної схеми. При будівництві громадських будівель малої (до 3-х) і середньої (до 9-ти) поверховості використовують панелі, блоки, цеглу. Конструктивні схеми аналогічні житловим будинкам.

У нежитлових будівлях громадського призначення, каркасні схеми вирішують за рамно-зв'язковою системою (рис. 3.1).

Висотні каркасні будівлі застосовують при ширині не більше 12–15 м, при більшій ширині проектування не економічно, так як для забезпечення стійкості будівлі від вітрових навантажень потрібно до 50% загальних витрат матеріалів.

Рамні системи каркасів складаються із колон і жорсткого з'єднання з ними ригелів, перекриттів, що складають просторову конструктивну систему. На жорсткі з'єднання з колонами витрачається на 25–30% більше металу ніж в інших схемах. Вертикальні елементи рамних каркасів мають змінну товщину за висотою будівлі. Каркаси з монолітного залізобетону мають більшу просторову жорсткість, ніж збірні, але більш трудомісткі. Сталеві рамні каркаси потребують значних витрат сталі і спеціальних вогнестійких заходів (бетонування, облицювання керамікою або покриття інтумісцентними поліфосфатними розчинами), це призводить до збільшення вартості конструкції та обмеження їхнього використання.

Сприйняття горизонтальних навантажень у рамно-зв'язкових схемах досягається спільною роботою зв'язків у вигляді вертикальних стінок (діафрагм) і рам.

Стіни-діафрагми використовуються по всій висоті будівлі, жорстко закріплюються в фундаменті і жорстко з'єднуються (зварка з подальшим замоноличуванням).

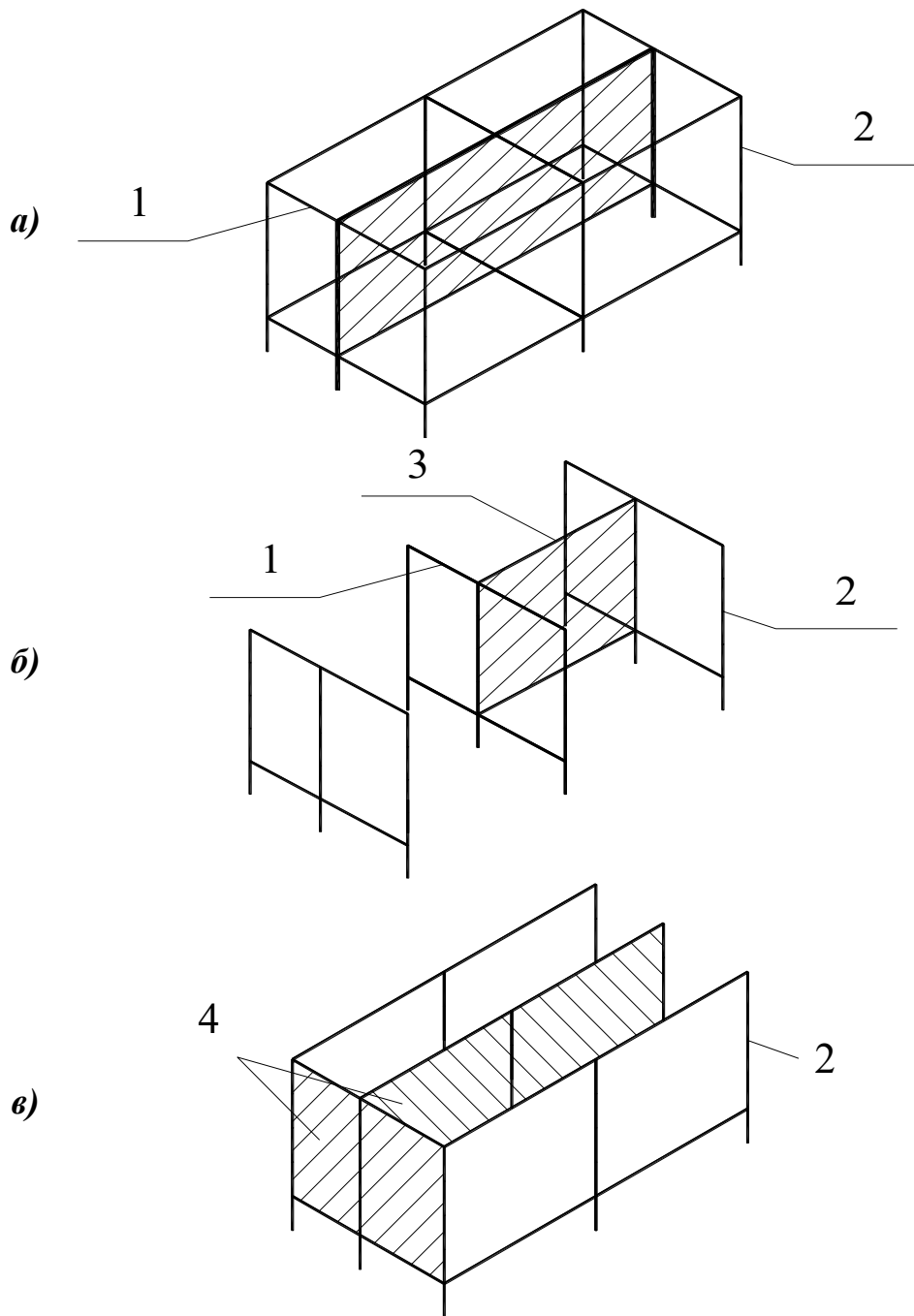


Рис. 3.1. Основні конструктивні схеми громадських будівель: *а)* – рамна з розташуванням рам у взаємно-перпендикулярних напрямках; *б)* – рамно-зв’язкова; *в)* – змішана; 1 – ригель; 2 – колона; 3 – діафрагма жорсткості; 4 – площино-зв’язковий елемент

Діафрагми розміщуються перпендикулярно в напрямку рам і їх площині. Поперечні діафрагми необхідно робити на всю ширину будівлі.

Для громадських багатоповерхових будівель необхідно використовувати просторові зв'язки, або жорсткі просторові елементи, що проходять по всій висоті будівлі і мають „ядра жорсткості”. Ці просторові зв'язкові елементи жорстко закріплюються в фундаментах і закріплюються перекриттям, поверхові горизонтальні зв'язки – діафрагми (диски).

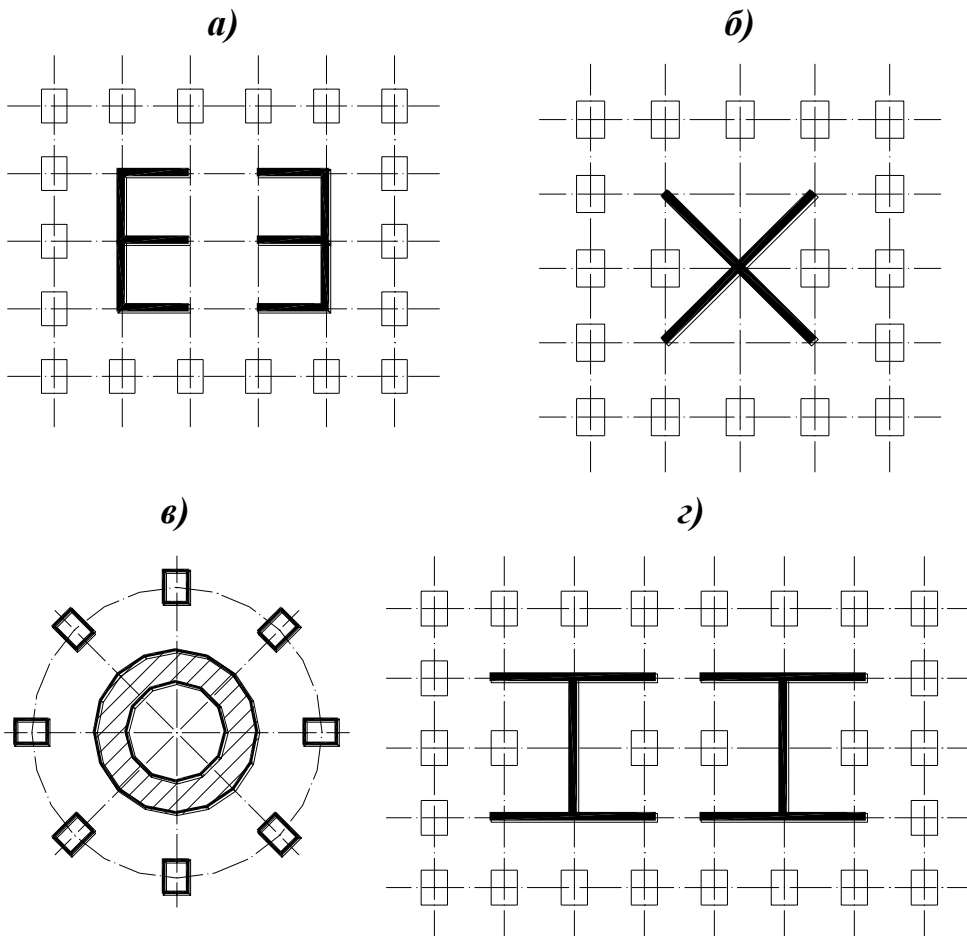


Рис. 3.2. Розташування стінок-діафрагм:  
 (а) – коробчаста; (б) – Х-подібна;  
 (в) – кругла; (з) – двотаврова

Просторові зв'язкові елементи, мають високу ступінь жорсткості, багаторазово перевищують жорсткість інших елементів каркасу, майже повністю сприймають горизонтальне навантаження та розподіляє його на несучі елементи каркасу. Використання ядер жорсткості забезпечує просторову жорсткість будівлі (рис. 3.2).

Просторові зв'язкові елементи за звичай розміщують в центральній частині висотних будівель, використовуючи огороження ліфтових шахт. Просторові зв'язкові елементи можуть використовуватись із збірних залізобетонних елементів із монолітного залізобетону та із сталевих конструкцій. Але значно економніше використовувати монолітний залізобетон.

Виконується раніше монтажу каркасу методом пересувної опалубки з послідуочим використанням на них монтажного крану.

### **3.1.1. Особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель**

При проектуванні громадських будівель необхідно враховувати їхні особливості у відповідності до [18].

Головною особливістю є різноманітність видів громадських будівель, функціональних процесів у деяких випадках складних і пов'язаних з використанням спеціального обладнання (механізовані сцени у театрі, льодові арени).

Особливість, яка відрізняє громадські будівлі є велика скупченість людей (спорткомплекс Олімпійський). У зв'язку з чим при проектуванні постає задача вільного руху людських потоків при евакуації людей після закінчення вистави.

Деякі види громадських будівель мають підвищену пожежну безпеку (декорації в театрі, лабораторні установки) [12]. До громадських будівель існують вимоги санітарно-гігієнічного характеру. Це впливає на планувальне рішення (групування приміщень), на рівень освітлення і інсоляцію приміщень, вимоги звукоізоляції, а також інженерного обладнання (інженерні мережі опалення, вентиляції, кондиціонування).

Характерною особливістю громадських будівель є поєднання в приміщеннях різних геометричних параметрів (площі, висоти). В громадських будівлях до 30% загальної площі займають комунікаційні приміщення (коридори, вестибюлі, холи). Геометричні параметри приміщень громадських будівель визначають застосування різних прогонів (малих, середніх, великих).

Важливою особливістю громадських будівель є їх архітектурно-художнє рішення. У залежності від соціальної і містобудівельної значимості громадські будівлі можуть бути центрами будівництва, в тому числі великих архітектурних міських ансамблів.

### **3.2. Об'ємно-просторові рішення житлових будинків**

Багатоквартирні будинки за об'ємно-планувальними ознаками поділяють на секційні, коридорні, галерейні, а малоквартирні – на одно- та двоквартирні та блоковані.

Кожен тип будинку формується з об'ємно-планувальної житлової одиниці (квартира, готельний номер, житлова кімната гуртожитку), комунікаційних приміщень (коридори, вестибюлі, сходинокво-ліфтові холи) і допоміжних (візочні, велосипедні і т. д.).

У житловому будівництві, як у найбільш масовому, для економії матеріальних ресурсів важливо обмежити різноманітність розмірів основних параметрів будинку (крок, прогон, висота поверху), що дає можливість уніфікувати конструктивні елементи.

Цьому сприяло введення Єдиної Модульної Системи (ЄМС). Величина модуля дорівнює  $M = 100$  мм. У житловому будівництві при визначенні планувальних параметрів (поздовжні та поперечні розміри) приміщень використовують збільшені модулі  $3M$  (300 мм),  $6M$  (600 мм), а також  $12M$  (1200 мм),  $18M$  (1800 мм); для вертикальних розмірів –  $2M$  (200 мм),  $3M$  (300 мм).

Кожне приміщення квартири призначене для певної функції, а саме: коридор для процесу звільнення від верхнього

одягу, що передбачає зведення шаф для зберігання одягу; кухня – для приготування їжі та її вживання, а також для зберігання продуктів; загальна кімната – для спілкування членів сім'ї, перегляду телевізійних передач тощо.

Для того, щоб правильно призначити параметри окремого приміщення, треба знати розміри людини та обладнання (меблів). Це дозволяє забезпечити необхідне поєднання елементів обладнання, вільних функціональних зон при дотриманні нормованих площ.

Розміри людини з урахуванням специфіки статі і вікової групи встановлюють на основі середньостатистичних даних антропометрії та ергономіки.

Розміри функціональної зони, необхідні для людини чи групи людей у різноманітних положеннях, розміри елементів обладнання та нормативних проходів між ними приймаються відповідно до Єдиної Модульної Системи кратними основному модулю  $M=100$  мм чи  $0,5 M = 50$  мм.

У приміщеннях при ширині між осями поперечних стін або перегородок 2400 мм можна розмістити спальню на одну людину, кухню, санітарний вузол та сходову клітку; при ширині 3000 і 3600 мм – спальню на дві людини; ширина – 3600 та 4200 мм зручна для загальних кімнат; при кроці несучих поперечних стін 6000 та 7200 мм – можна розмістити два суміжні приміщення (наприклад, загальну кімнату та кухню). Розміри прогонів 4800 та 6000 мм відповідають необхідній глибині квартири.

Процес проектування квартири базується на прагненні досягати максимальної комфортності та раціонального використання її простору.

Одна із важливих умов створення повноцінного житла – врахування кліматичних умов будівництва, забезпечення інсоляції, формування раціонального теплового режиму будинку.

При будівництві житлових комплексів виникають завдання з розміщення об'єктів соціально-побутового обслуговування [32]. Одним із аспектів обслуговування мешканців житлового будинку є їхнє забезпечення гаражами-стоянками (рис. 3.3).

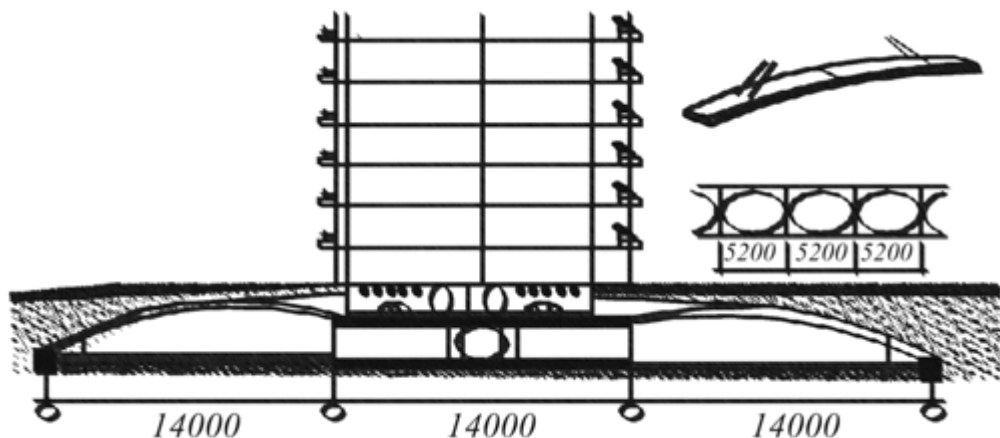


Рис. 3.3. Приклад влаштування підземного паркінгу

Розроблено рішення використання конструкцій підземного об'єму будівлі або перекриття суміжного до габариту будівлі дворового простору. На перших поверхах житлового великопанельного будинку можна розмістити невеликі приміщення, неважке технічне обладнання, підприємства служби побуту та заклади або допоміжні приміщення, прибудовані магазини. У цьому випадку потрібно змінити конструктивне рішення панельного будинку (рис. 3.4). Розроблено достатньо широку номенклатуру закладів (бібліотеки, аптечні кіоски, відеосалони, офісні приміщення), розміщені в структурі перших поверхів панельного будинку.

При прибудові торгових залів зі сторони вуличного фасаду між будівлею і залом створюють комунікаційний коридор, тим самим відокремлюючи несучі конструкції залу від конструкції будинку (рис. 3.5).

У разі розміщення на першому поверсі багатоквартирних житлових будинків вбудованих нежитлових приміщень масового відвідування (магазини, адміністративні приміщення тощо), підходи й під'їзди до них не повинні перешкоджати під'їзду до кожного входу житлового будинку пожежних, санітарних машин та техніки комунальних служб.

Житлові будинки для осіб похилого віку та сімей із інвалідами слід проектувати не вище 5 поверхів. В інших типах

житлових будинків квартири для сімей із інвалідами слід розміщати на перших поверхах.

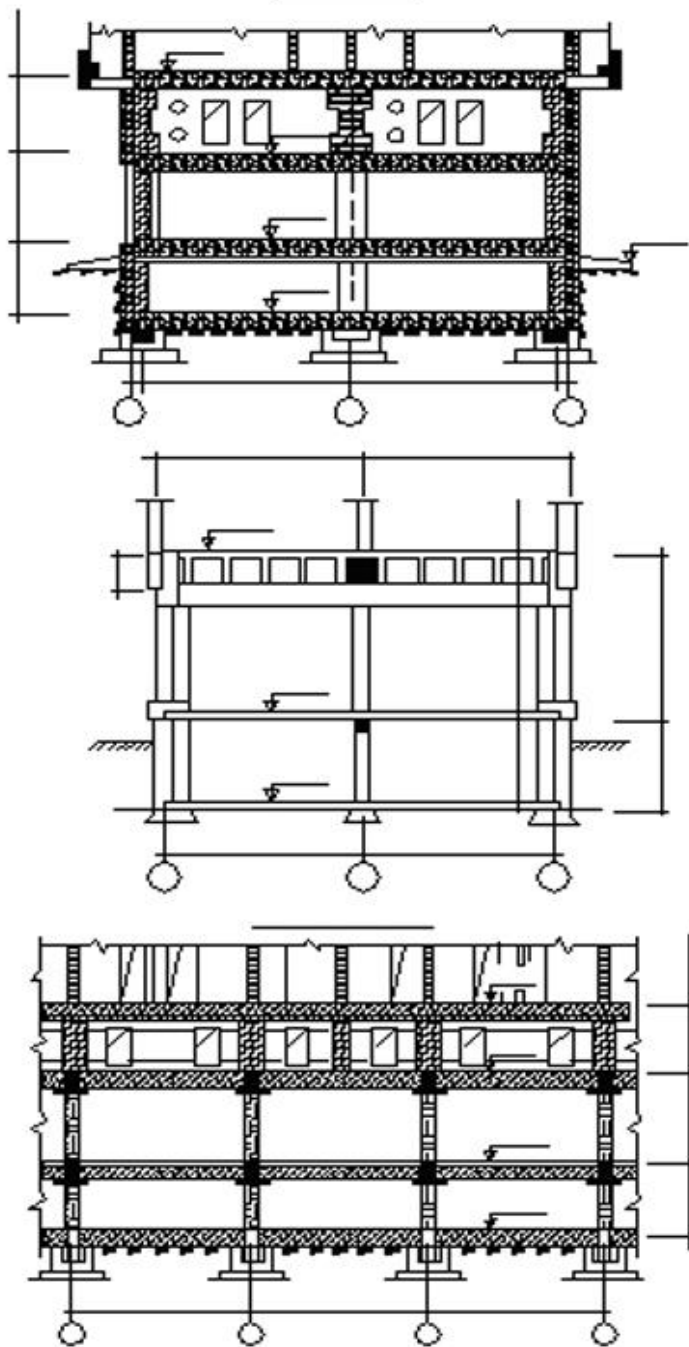


Рис. 3.4. Конструктивні рішення нежитлових поверхів панельних будинків

При проектуванні спеціальних будинків для інвалідів і осіб похилого віку необхідно дотримуватися вимог щодо доступності для маломобільних груп населення.

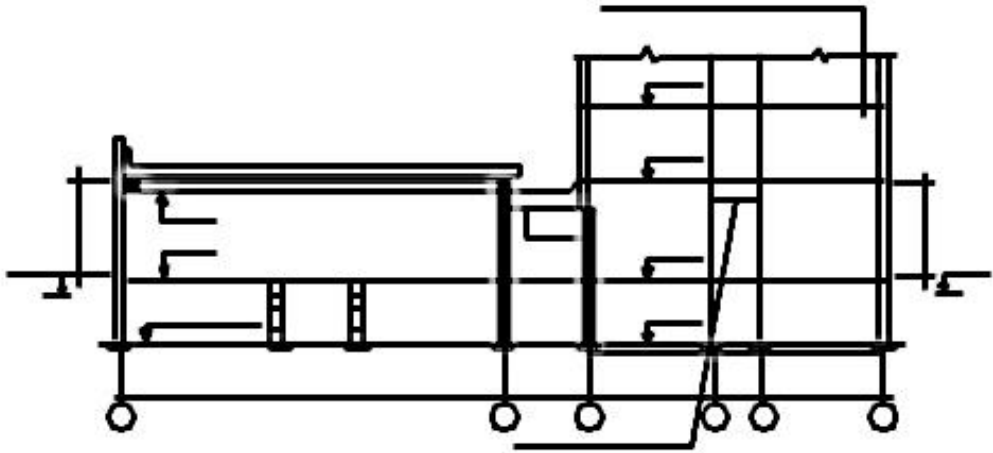


Рис. 3.5. Приклад прибудованого об'єму магазину до житлового будинку

Вимоги ДБН В.2.2–17 поширюються на проектування та реконструкцію громадських будівель з урахуванням потреб людей, які відносяться до маломобільних груп населення (далі – МГН), функціонально-планувальні елементи будівлі, її земельної ділянки, а також на вхідні вузли, комунікації, шляхи евакуації, приміщення (зони) проживання, обслуговування і робочі місця, їх інформаційне та інженерне обладнання.

Маломобільні групи населення (МГН) – люди, що відчують труднощі при самостійному пересуванні, одержанні послуги, необхідної інформації або при орієнтуванні в просторі. До мало-мобільних груп населення тут віднесені інваліди, люди з тимчасовим порушенням здоров'я, вагітні жінки, люди старшого (похилого) віку, люди з дитячими колясками тощо.

Доступні для МГН будинки і споруди – будинки і споруди, у яких реалізований комплекс архітектурно-планувальних, інженерно-технічних, ергономічних, конструкційних і організаційних заходів, що відповідають нормативним вимогам щодо забезпечення доступності і безпеки МГН.

Шлях руху – тут: пішохідний шлях, який використовується МГН, у тому числі інвалідами на кріслах-колясках, для переміщення по ділянці (доріжки, тротуари, пандуси тощо), а також на вході до будинку або споруди та всередині будинків і споруд (горизонтальні і вертикальні комунікації).

При реконструкції громадської будівлі [53, 64] слід передбачати для інвалідів і громадян маломобільних груп населення умови життєдіяльності, однакові з рештою категорій населення.

У будівлі повинен бути як мінімум один вхід, пристосований для МГН, з поверхні землі із кожного доступного для МГН підземного або надземного переходу, з'єданого з цим будинком. Зовнішні сходи і пандуси повинні мати поручні з урахуванням технічних вимог до опорних стаціонарних пристроїв згідно з чинними нормативними документами.

Для відкритих сходів на перепадах рельєфу рекомендується приймати ширину проступів не менше 0,4 м, висоту підйомів сходинок – не більше 0,12 м. Усі сходинки у зовнішніх сходах у межах одного маршу повинні бути однаковими за формою в плані, за розмірами ширини проступу і висоти підйому сходинок. Поперечний ухил зовнішніх сходинок повинен бути в межах 1–2 %.

Сходи повинні дублюватися пандусами, а за необхідності - іншими засобами підйому та відповідати вимогам ДБН В.2.3-5.

За ширини сходів на основних підходах до будинку 2,5 м і більше слід додатково передбачати розділові поручні.

Вхідна площадка при входах, доступних МГН, повинна мати: навіс та водовідвід залежно від місцевих кліматичних умов, що встановлюється завданням на проектування.

Поверхні покриття вхідних площадок і тамбурів повинні бути твердими, не допускати ковзання при намоканні і мати поперечний ухил у межах 1–2 %.

Ділянки підлоги на шляхах руху МГН на відстані 0,6 м перед дверними прорізами і входами на сходи і пандуси, а також перед поворотом комунікаційних шляхів повинні мати

попереджувальну рифлену і (або) контрастно забарвлену поверхню. Допускається передбачати світлові маячки.

Ширина дверних і відкритих прорізів у стіні, а також виходів із приміщень і з коридорів у сходову клітку повинна бути не менше 0,9 м. При глибині косяка відкритого прорізу більше 1,0 м ширину прорізу слід приймати по ширині комунікаційного проходу, але не менше 1,2 м.

Дверні прорізи не повинні мати порогів і перепадів висот підлоги. За необхідності влаштування порогів їх висота або перепад висот не повинні перевищувати 0,025 м.

На шляхах руху МГН у будинках та спорудах не допускається застосовувати обертові двері та турнікети завширшки менше ніж 0,85 м.

Максимальна висота одного підйому (маршу) пандуса не повинна перевищувати 0,8 м при уклоні не більше 8 %. При перепаді висот підлоги на шляхах руху 0,2 м і менше допускається збільшувати уклон пандуса до 10 %. У виняткових випадках допускається передбачати гвинтові пандуси.

Ширина пандуса при виключно однобічному русі повинна бути не менше 1,0 м, в решті випадків її слід приймати за шириною смуги руху згідно з п. 6.2.1, а саме: ширина маршу сходів, доступних МГН, повинна бути не менше 1,35 м. При розрахунковій ширині маршу сходів 2,5 м і більше слід передбачати додаткові розділові поручні.

Усі сходинки в межах маршу повинні бути однакової геометрії і розмірів по ширині проступу і висоті підйому сходинок. Допускається змінювати малюнок проступів нижніх сходинок першого маршу відкритих сходів.

Площадка на горизонтальній ділянці пандуса при прямому шляху руху або на повороті повинна бути глибиною не менше 1,5 м.

Несучі конструкції пандусів слід виконувати з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості не менше R60 з дотриманням вимог ДСТУ Б В.1.1–4.

У будівлях I ступеня вогнестійкості несучі та огорожувальні конструкції приміщень з пандусами повинні мати межу вогнестійкості не менше ніж  $R150$  (для колон),  $RE150$  (для стін),  $EI150$  (для перегородок), а у будинках II ступеня вогнестійкості –  $R120$  (для колон),  $RE120$  (для стін),  $EI120$  (для перегородок) тощо.

Слід передбачати бортики висотою не менше  $0,05$  м по поздовжніх краях маршів пандусів, а також уздовж крайки горизонтальних поверхонь при перепаді висот більше  $0,45$  м для запобігання зісковзуванню тростини або ноги.

Уздовж обох боків усіх сходів і пандусів, а також біля всіх перепадів висот більше  $0,45$  м необхідно встановлювати огорожу з поручнями. Поручні пандусів слід розташовувати на висоті  $0,7$  і  $0,9$  м, сходів – на висоті  $0,9$  м.

Поручень перил з внутрішнього боку сходів повинен бути безперервним по всій їх висоті. Завершальні частини поручня повинні бути довші маршу або похилої частини пандуса на  $0,3$  м.

Ширина (у просвіті) ділянок евакуаційних шляхів, які використовуються МГН, повинна бути не менше, м:

→ дверей із приміщень, у яких перебуває не більше 15 осіб –  $0,9$ ;

→ прорізів і дверей в інших випадках, проходів усередині приміщень –  $1,2$ ;

→ перехідних лоджій і балконів –  $1,5$ ;

→ коридорів, пандусів, що використовуються для евакуації –  $1,8$ .

Матеріали, що застосовуються на шляхах евакуації (сходових клітках, коридорах, вестибюлях, пандусах тощо), повинні бути негорючими або мати показники пожежної небезпеки не вище ніж:

$G1, B1, D2, T2$  – для опорядження стін, стель і заповнення в підвісних стелях коридорів, сходів, сходових кліток, вестибюлів, холів (у т.ч. ліфтових холів), фойє;

$П, РП1, Д2, Т2$  – для покриття підлог коридорів, сходів, сходових кліток, вестибюлів, холів (у т.ч. ліфтових холів), фойє.

Сходи та пандуси слід проектувати відповідно до вимог ДБН В.2.3–22 і розташовувати в межах тротуарів і смуг озеленення з урахуванням напрямків та інтенсивності пішохідних потоків. Дозволяється влаштування сходів, що вбудовані у перші поверхи будинків [ДБН В.2.3–5].

При влаштуванні пандусів ширину їх необхідно приймати не менше ніж 1,0 м, а похил не більше ніж 60 ‰. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні в особливо складних умовах похил може бути збільшений до 80 ‰.

При проектуванні житлових будинків [17] значною протяжністю необхідно передбачати ширину проїзду не менше 3,5 м, висоту не менше 4,25 м. Слід передбачити наскрізні проходи на відстані не більше 100 м. Розміщення житлових приміщень у цокольних, підвальних і підземних поверхах не допускається. Висота житлових приміщень від підлоги до підлоги – не менше 2,8 м; висота житлових приміщень від підлоги до стелі – не менше 2,5 м. У районах, де середньомісячна температура менше 21° С висота житлових поверхів приймається не менше 3 м, а висота житлових приміщень – не менше 2,74 м. Висоту внутрішньоквартирних коридорів, санвузлів та підсобних приміщень можна зменшити до 2,1 м.

Кількість підйомів в одному сходовому марші або на перепаді рівнів повинна бути не менше трьох і не більше 18. Найменша ширина маршу 1,05–1,2 м. Найбільший уклон маршів для двоповерхових будинків – 1:1,5, для багатоповерхових будинків – 1:1,75. Для підвальних і цокольних поверхів допускається ширина сходів 0,9 м і уклон не більше 1:1,25. Ширина сходової площадки проектується не менше ширини маршу [6]. При реконструкції допускається збереження існуючих уклонів і ширини сходових маршів і площадок. Позначки підлоги приміщень при вході до будинку повинні бути не менше ніж + 0,150 м вище за тротуар.

При розробці об'ємно-просторових рішень слід брати до уваги вимоги для забезпечення доступу персоналу до всіх елементів конструкцій та обладнання для їх періодичного огляду та обслуговування.

Тип квартири (кількість кімнат та площа) визначається на основі чисельності та складу сім'ї, а також розрахункової норми житлового приміщення на одну людину. У даному розділі наведено схеми типових рішень квартир масового будівництва у секційних (рис. 3.6), коридорних (рис. 3.7), галерейних і блокованих будинках (рис. 3.8).

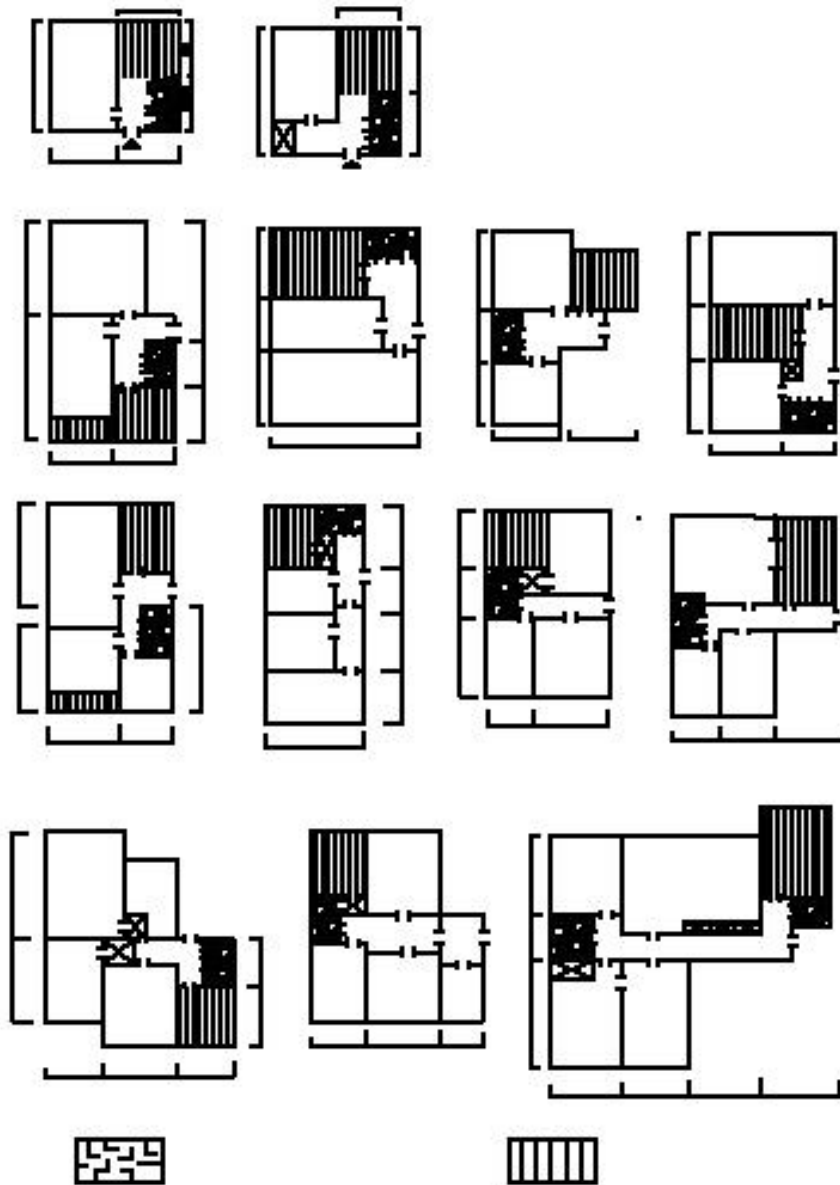


Рис. 3.6. Схеми основних типів квартир у секційних будинках

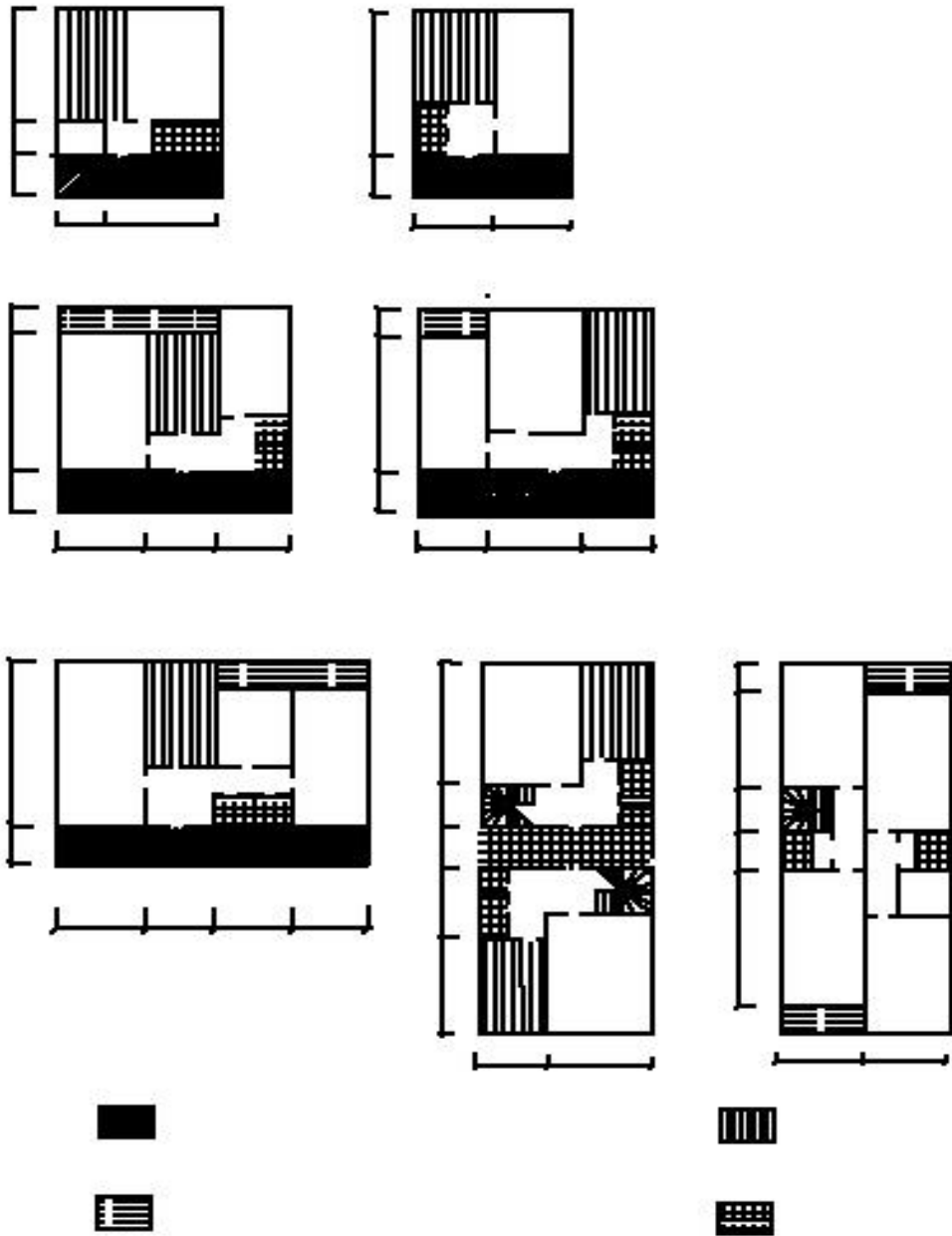


Рис. 3.7. Основні типи квартир у секціях коридорного типу

На характер планувального рішення квартири впливають кліматичні умови місця будівництва, орієнтування, кількість поверхів, тип квартири і будинку, його конструктивна схема та економічні можливості країни.

Існують загальні вимоги, що висуваються до планування квартири. У них передбачені житлові кімнати (до яких належать одна загальна кімната, одна або декілька спальень) та підсобні приміщення (туалет, ванна кімната або об'єднаний санітарний вузол, комора або вбудовані шафи; коридор або хол). Передбачаються також літні приміщення – балкони, тераси або веранди.

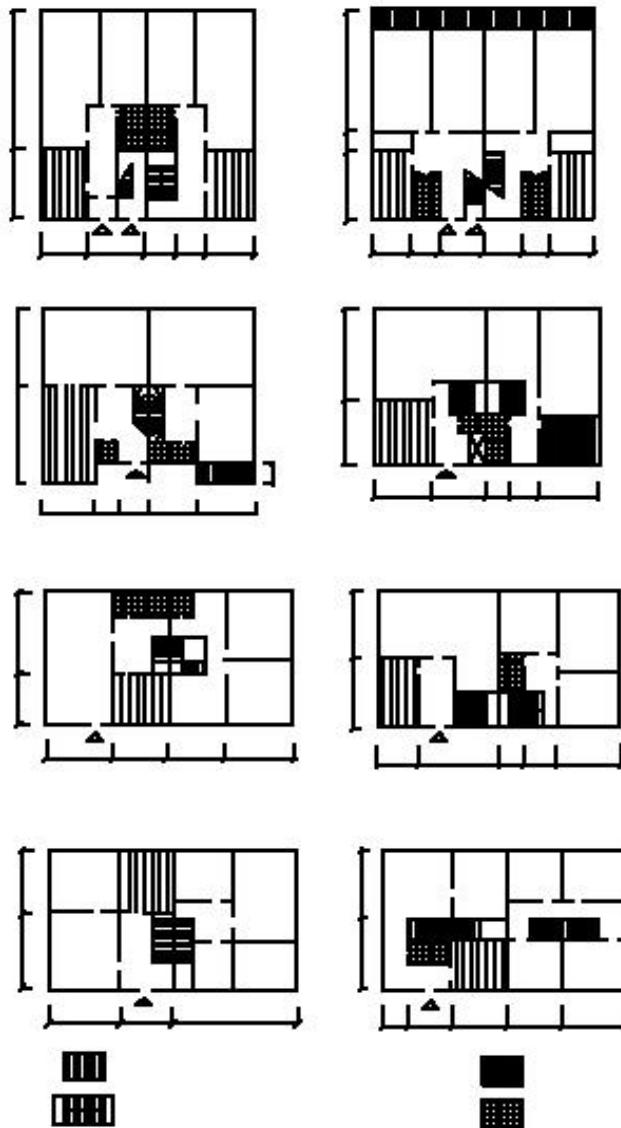


Рис. 3.8. Основні типи квартир у двоповерхових блокованих будинках

Загальна кімната займає центральне місце у квартирі, вона поєднана з коридором та повинна сполучатися з кухнею. Спальні кімнати розташовуються в глибині квартири і повинні мати безпосередній зв'язок із санітарним вузлом. Мінімальна площа спальні на одну особу –  $9,0 \text{ м}^2$ , для двох –  $12,0 \text{ м}^2$ .

Варто зазначити, що зараз навіть у двокімнатних квартирах проектують по два санітарних вузли, один із яких – «гостьовий» – розташовується поблизу входу і кухні, інший – в інтимній зоні: біля спалень. «Гостьовий» санітарний вузол обладнують унітазом і раковиною.

Санітарні вузли можуть бути як суміщені (ванна і туалет в одному блоці), так і окремими (ванна, раковина, біде в одному приміщенні, а туалет – в іншому). Також проектують ванні кімнати з встановленням у них джакузі.

Варто брати до уваги, що загальні кімнати не повинні містити спальних місць. Діти однієї статі можуть мати спільну спальню на дві особи. У спальні батьків може розташовуватися спальне місце для дитини ясельного віку.

Загальні кімнати проектують у співвідношенні сторін в плані 1:1 або 1:2, за умови розташування довгої сторони паралельно фасадної площини. Для спалень співвідношення сторін від 1:1,5 до 1:2 з короткою стороною перпендикулярно фасаду.

Кухні повинні мати довжину робочого фронту не менше  $2,7\text{--}3,0 \text{ м}$ , що розташовується перпендикулярно до фасадної площини. Мінімальна площа кухні для однокімнатної квартири –  $8,0 \text{ м}^2$ , для двокімнатної –  $9,0 \text{ м}^2$ .

Передпокої проектують завширшки не менше  $1,4 \text{ м}$  і обладнують вбудованими шафами для зберігання верхнього одягу. Площі квартир залежно від кількості житлових кімнат наведено у табл. 3.1.

Для уніфікації конструктивно-просторових рішень багатоквартирних будинків допускається збільшувати площу окремих типів квартир на 5%. Площа загальної кімнати в однокімнатній квартирі повинна бути не менше  $15 \text{ м}^2$  і в інших квартирах не менше  $17 \text{ м}^2$ . Мінімальна площа спальні на 1 особу –  $8 \text{ м}^2$ , на 2 осіб –  $10 \text{ м}^2$ .

Мінімальна площа кухні в однокімнатній квартирі – до 5 м<sup>2</sup>, у двокімнатній і більше – 8 м<sup>2</sup>. Мінімальна площа робочої кімнати та кабінету – 10 м<sup>2</sup>.

**Таблиця 3.1. Типи квартир і їх площі залежно від кількості житлових кімнат**

Нижня і верхня межа площі квартир, м <sup>2</sup>	Кількість житлових кімнат				
	1	2	3	4	5
	28,0–	44,0–	56,0–	70,0–	84,0–
	40,0	53,0	65,0	80,0	98,0

Житлові кімнати в квартирах не можуть бути прохідними, за винятком 4-х, 5-ти кімнатних, де через загальну кімнату може бути вхід до однієї із спалень або кабінету.

В однокімнатних квартирах допускається суміщені санвузли. Мінімальні розміри санвузлів: суміщений – 3,8 м<sup>2</sup>; ванна кімната – 3,3 м<sup>2</sup>; туалет (із умивальником) – 1,5 м<sup>2</sup>; туалет (без умивальника) – 1,2 м<sup>2</sup>.

Не допускається розміщення вбиральні та ванної над житловими кімнатами та кухнями, але їх можна спроектувати над кухнею у дворівневій квартирі.

Ширина підсобних приміщень кухні – 1,8 м, передпокою – 1,5 м, коридори, що ведуть до житлових кімнат – 1,1 м.

Площа квартир для сімей із інвалідами й осіб похилого віку повинна бути збільшена на 10–12 м<sup>2</sup>.

У таких будинках при вході, при вході до ліфта та сміттєпроводу не повинно бути сідців і порогів.

Слід передбачити пандуси завширшки не менше 1,2 м з уклоном 1:20 або підйомники.

Ширина міжквартирних коридорів повинна бути не менше 1,8 м, дверей – не менше 0,9 м.

Глибина тамбурів до будинку має бути не менше 1,8 м. Лоджії або балкони в таких квартирах обов'язкові, їх ширина не меншою 1,5 м.

### 3.3. Сучасні функціональні вимоги до житлових будинків

Багатоповерхові житлові будинки є основним видом міської забудови. За планувальною структурою їх поділяють на такі групи: секційні, коридорні, галерейні та поєднання секційної структури з коридорами та галереями.

Кількість квартир у секціях визначається економічними, соціологічними, кліматичними, демографічними факторами.

За вимогами орієнтування за сторонами світу розрізняють секції необмеженого орієнтування (двоквартирні), меридіанні (обмеженою орієнтування) і широтні (частково обмежені).

Найбільшій кількості квартир досягають в меридіанних секціях, але при цьому довжина тупикових коридорів (загальноквартирних) горизонтальних комунікацій не повинна перевищувати 12,0 м. При малокімнатних квартирах (1–2 кімнати) можна спроектувати секції з 8–10 квартирами.

Житлові будинки формують із блокування секцій у різних комбінаціях. Таким чином, секція є композиційним елементом будівлі і вимагає ритмічного вигляду фасадної площини.

Домінантою житлової забудови є будинки «баштового» типу (односекційні). Перевагами таких будинків є наявність світлового фронту з чотирьох сторін, що дає можливість проектувати квартири з двостороннім орієнтуванням. Останнім часом здають в експлуатацію будинки, що мають закріплені місця сантехнічної проводки, але без встановлення міжкімнатних перегородок. Це дозволяє власнику квартири виконувати внутрішньокімнатне планування самостійно (квартири із вільним плануванням).

У нашій країні будівництво ведеться переважно індустріальними методами. Індустріалізацією називають таку організацію будівельного виробництва, яка перетворює його в механізований та автоматизований поточний процес будівництва.

Індустріалізація може здійснюватися двома шляхами: по-перше, це перенесення максимального обсягу виробничих процесів у заводські умови, застосування збірних елементів; по-

друге, це збереження всіх або більшої частини виробничих операцій на будівельному майданчику зі зменшенням їх трудомісткості внаслідок застосування механізованого обладнання та нових методів будівництва.

Панельна система зведення будівель є основним методом індустріального будівництва. Будівлі збирають із попередньо виготовлених індустріальних залізобетонних елементів – зовнішніх і внутрішніх стін, панелей перекриття, покриття та елементів підземного циклу (фундаментних залізобетонних плит і цокольних панелей).

Залежно від розташування несучих стін розрізняють такі варіанти конструктивних схем, що застосовуються в панельному будівництві: перехресно-стінова з малим кроком поперечних стін (до 4,5 м), поперечно-стінова зі змішаним або великим кроком (до 7,2 м) та поздовжньо-стінова.

Однією з переваг перехресно-стінової конструктивної схеми крупнопанельного будівництва стала можливість використання тонких панелей внутрішньоквартирних, міжквартирних перегородок, панелей внутрішніх та зовнішніх стін в якості несучих конструкцій, що створюють разом із плитами перекриттів розмірами «на кімнату» стійку конструктивну систему.

Перехресно-стінова схема має жорстку планувальну структуру і характеризується рівномірним розподілом навантажень.

Панелі перекриття розмірами «на кімнату» спираються з чотирьох сторін на несучі панелі стін і тому сприймають значні навантаження, попри невелику товщину і витрати арматури.

Панелі стін мають розміри на кімнату і стикаються за допомогою зварювання кутових випусків арматури.

Конструктивна схема з поперечними несучими стінами при широкому «кроці» дає свободу розв'язання внутрішнього планування. При «кроці» 7,2–6,0 м можна розмістити або одне велике приміщення, або дві кімнати, розділені перегородкою.

Розміри панелей перекриття, що обумовлені габаритами планувальної комірки, дорівнюють 6,0×6,0 м або 6,0×7,2 м.

Виготовлення таких панелей ускладнено умовами транспортування і монтажу. У такому разі проєктують залізобетонні круглопустотні панелі шириною 1,0, 1,2, 1,5 та 1,8 м, товщиною 220 мм, довжина варіюється від 2,1 до 7,2 м. На кімнату припадає один стик, що легко оброблюється без штукатурки усієї стелі.

Зовнішні поздовжні стіни такої конструктивної схеми – ненесучі (перекриття передають свою вагу на поперечні несучі стіни) або самонесучі (передають навантаження від власної ваги безпосередньо на фундамент).

У конструктивній схемі з поздовжніми несучими стінами панелі переkritтя спираються на поздовжні стіни, тобто їх прогон дорівнює довжині кімнати. При цьому поперечні стіни та перегородки спираються на переkritтя, збільшуючи їх навантаження. Для зовнішніх стін при такій схемі потрібна велика несуча здатність, що обумовлює їх тришарову структуру.

У сучасному панельному будівництві застосовують тришарові залізобетонні панелі зовнішніх стін на гнучких зв'язках. Внутрішній залізобетонний шар панелі має товщину 90 мм (для спирання панелей переkritтя), а зовнішній шар – 70 мм. Між ними – шар ефективного утеплювача необхідної товщини за теплотехнічним розрахунком відповідно до вимог [7] ДБН В.2.6-31:2021 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель». При застосуванні утеплювача з горючого матеріалу його захищають по периметру шаром вогнетривкого утеплювача товщиною 75 мм.

З точки зору експлуатації досить важливим моментом є герметизація горизонтальних та вертикальних стиків з'єднань панелей. Шви стиків заповнюють ефективними утеплювачами на основі мінеральних волокон, ущільнюючими прокладками (пінополіуретан, пориста резина та ін.). За ними наносять мастики, що твердіють (тіколові, бутил каучукова тощо).

Може бути запроектований відкритий стик із водовідштовхуючою стрічкою із алюмінію або пластикового профілю, що є компенсатором при температурних змінах ширини стикового шва.

Внутрішні стіни панелей мають товщину від 160 до 200 мм залежно від кількості поверхів. Усі панелі мають висоту на поверх і довжину на планувальний крок. Вони можуть бути глухими або з дверними прорізами.

Плити перекриття при спиранні їх по чотирьох (трьох) сторонах мають товщину 120, 140 або 160 мм. При спиранні по двох сторонах на поперечні несучі стіни застосовують круглопустотні плити перекриття товщиною 220 мм.

Умовами кредитування житла передбачається попередня 30 % оплата від повної вартості квартири з наступною оплатою всієї вартості протягом 15–20 років (при 4 % щорічній ставці від кредитування). Пільгові умови придбання нового житла створили можливість купувати квартири з покращеним плануванням, розміщені в цегляних або каркасно-монолітних будівлях.

Це обумовило необхідність розробки нових архітектурно-конструктивних рішень багатопверхових житлових будинків, у тому числі каркасно-монолітних із вільним плануванням квартир. Ще у 20-х роках ХХ ст. французький архітектор Ле Корбюз'є вважав, що вільне планування забезпечується каркасними конструкціями, що дають можливість здійснювати на кожному поверсі різноманітне розміщення перегородок; завдяки розділенню функцій між несучим каркасом і зовнішньою огорожувальною стіною забезпечується довільне рішення фасадів.

У більшості країн Європи найбільш престижні житлові будинки розміщуються в центрі міста. Висота обмежується 20 поверхами, а у Франції – сімома поверхами в історичній частині міст. Вчені-медики вважають, що проживання на високих поверхах негативно впливає на психічний стан людей, особливо літнього віку та дітей. До негативних особливостей проживання в будинках висотою понад 20-ти поверхів належать:

- підвищений аеродинамічний та шумовий режим;
- можливість перетоку повітря з нижніх поверхів у верхні;
- виникнення у деяких мешканців побоювання висоти та ін.

Нині активно будують висотні будівлі, переважно в країнах із великою кількістю населення (Китай) або з обмеженими територіями (Японія, Тайвань, Сінгапур) [63].

При збільшенні висоти будинку, в разі збільшується його експлуатація. Економісти передбачають, що за 1 м<sup>2</sup> доведеться сплачувати 50–100 грн. комунальних послуг [5].

При проектуванні нових висотних будинків необхідно передбачити паркінги, озеленення з розрахунку 12 м<sup>2</sup> площі на 1 людину. Будинки висотою понад 75 м проектуються на основі індивідуальних технічних вимог [7]. Гранична висота будинків визначається міським управлінням містобудування.

Електропостачання будинків висотою понад 100 м необхідно здійснювати від трьох незалежних джерел живлення, одне з яких резервне, влаштоване від дизельної електростанції із запасом палива на роботу не менше 1,5 години, яка розташована поза межами будинку. Обладнання автономного контролю та управління за інженерним обладнанням, а також систему протипожежної автоматики слід розміщати в загальній диспетчерській на першому поверсі. Відповідно до протипожежних вимог, будинок необхідно розділяти по вертикалі протипожежними перешкодами 1-го типу (перекриття з мінімальною межею вогнестійкості  $REI = 100$  хв, де  $R$  – втрата несучої спроможності;  $E$  – втрата цілісності;  $I$  – втрати теплоізоляційної спроможності) та протипожежними відсіками висотою не більше 50 м по горизонталі (стіни з мінімальною межею вогнестійкості  $REI = 150$  хв) на відсіки площею не більше 2400 м<sup>2</sup>.

До квартир, розташованих на висоті до 50 м, пожежники дістаються за допомогою автопідйомників та спеціальних драбин.

У житлових будинках серйозним питанням є планування сходово-ліфтового комунікаційного вузла, що є найголовнішим шляхом для евакуації у випадку аварійної ситуації. У будівлях висотою понад 10 поверхів евакуаційні сходи не повинні задимлюватися, що досягається влаштуванням підпору повітря в сходовій клітці при пожежі або проходом в сходову клітку через повітряну зону (балкони, лоджії, галереї та інші відкриті

переходи). Незадимлювальні сходові клітки повинні мати виходи в межах першого поверху безпосередньо назовні через вхідні вестибюлі.

Відстані між житловими будинками та між житловими й нежитловими будівлями встановлюються за розрахунками інсоляції та освітленості відповідно до ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». Розміщення та орієнтування житлових будинків повинні забезпечувати тривалість інсоляції житлових приміщень не менше 2,5 год. на день на період із 22.03 по 22.09 по всій території України. В умовах забудови будинками висотою дев'ять поверхів і більше допускається одноразова перерва інсоляції житлових приміщень за умови збільшення сумарної тривалості інсоляції протягом дня на 0,5 год.

При розміщенні житлових будинків висотою понад дев'ять поверхів поряд із приватними будинками відстань між садибним будинком і багатоповерховим будинком повинна бути не менше висоти будинку, що будується. Вимоги або стандарти, яким повинен відповідати багатоповерховий житловий будинок із покращеними умовами проживання: висота приміщень 2,7–3,0 м; забезпечення функціонального планування; наявність еркерів та французьких балкончиків для забезпечення панорамного огляду довкілля з більшості квартир; обов'язкова наявність біля житла підземного або прибудованого наземного паркінгу; наявність міських транспортних зв'язків; благоустрій прибудинкової території з дитячим майданчиком; зона відпочинку для людей літнього віку, місця для вихову тварин; розвинута соціальна інфраструктура (дитячі садки, школи, магазини, поліклініка).

Порівнянню з багатосекційними житловими будинками в односекційних збільшується світловий фронт, більша варіантність планувальних рішень квартир, аерації та інсоляція.

Односекційні будинки баштового типу мають компактні планувальні рішення з діаметром або найбільшим розміром у плані 20–25 м.

У багатосекційних каркасно-монолітних будинках ширина не перевищує 14,0–16,0 м, оскільки на торцях будинку відсутні

віконні прорізи, а пропорції житлових кімнат із вікнами, що виходять лише на поздовжні фасади, не бажано проектувати в плані більшими ніж  $1,5 \text{ м}^2$ .

Вільному плануванню квартир на всій площині міжповерхового перекриття сприяє мінімальна кількість вертикальних несучих опор (колон, пілонів, стін). До конструкцій, що стримують вільне планування, належать:

- сходово-ліфтовий вузол;
- санітарно-технічні блоки (водопостачання, водовідведення, вентиляція);
- виступи на монолітних залізобетонних плитах перекриття для влаштування балконів і еркерів;
- несучі стіни, пілони та колони.

При проектуванні будівель слід брати до уваги проблему енергозбереження.

Необхідно передбачити такі енергозберігаючі заходи: впровадження систем припливно-витяжної вентиляції через автоматично регулюючі повітрязабірні пристрої у віконних рамах; впровадження поквартирних систем опалення з регулюванням температури повітря в приміщенні; використання нових стінових матеріалів або конструкцій стін із ефективним утеплювачем, вікон, покриття з підвищеним теплозбереженням.

До концепції енергозберігаючої будівлі входить не лише ізоляція захисних конструкцій за допомогою теплоізолювальних матеріалів, але й об'ємно-просторові рішення, що обумовлюють ступінь використання енергії сонця при визначенні параметрів внутрішнього мікроклімату будівлі, інженерні рішення систем вентиляції та теплопостачання.

При проектуванні енергоефективних будівель необхідно комплексно вирішувати завдання впливу зовнішнього клімату, теплоенергетичного балансу приміщень та теплозахисту зовнішніх захисних конструкцій.

Оптимізація теплозахисту зовнішніх захисних конструкцій будівлі – це низка засобів, одним із яких є метод розрахунку товщини теплоізоляції конструкцій «за мінімізацією приведених енерговитрат».

При цьому беруться до уваги одночасні витрати на виробництво конструкцій, технологію зведення будівлі та експлуатаційні витрати на їх використання.

До зовнішніх захисних конструкцій висувається певна кількість вимог, а саме: високий рівень теплозахисту в холодний період року, високий рівень теплостійкості, низька енергоємність матеріалів внутрішніх шарів при коливаннях теплового потоку всередині приміщень, повітронепроникність.

Утепленням лише захисних конструкцій неможливо досягти значного зменшення тепловитрат, тому що значна їх частка припадає на так звані «містки холоду», тобто ділянки інтенсивного теплообміну з навколишнім середовищем.

Тому сучасні системи утеплення передбачають створення комплексних захисних оболонок навколо конструкцій будівель. Такі оболонки включають у себе утеплення контактуючих із ґрунтом конструкцій фундаментів у поєднанні з утепленням покриттів, а також влаштування вентиляованих фасадів, які пересувають зону додатних температур по товщині несучих конструкцій ближче до зовнішнього боку. Цей комплекс заходів виключає появу «містків холоду», збільшує тепловий опір захисних конструкцій і запобігає утворенню конденсату.

При проектуванні велика увага приділяється світлопрозорим захисним конструкціям, через які відбуваються значні тепловитрати. Для збільшення загального опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій необхідно передбачати такі заходи:

- надійно герметизувати всі стики та стулки як у самому вікні, так і між конструкцією вікна та стіни;

- для зменшення втрат тепла випромінювання використовувати скло із низькоемісійним покриттям та заповнювати міжскляний простір у склопакетах аргоном, криптоном;

- використовувати дистанційні рамки віконних заповнень із покращеними теплозахисними показниками;

- для виготовлення віконних рам використовувати у вікнах із ПВХ багатокамерні профілі, а у вікна із алюмінієвими профілями – термовставки.

### **3.3.1. Приклади об'ємно-просторових і конструктивних рішень існуючих житлових будинків**

Багатоповерховий житловий будинок із приміщеннями Ощадбанку, вул. Юрківська, 2-6/32.

#### **Просторово-планувальне та конструктивне рішення**

П'ятиповерховий житловий будинок з підвалом у плані має складну форму з габаритними розмірами 44,0×108,0 м; загальна висота будинку складає близько 19,0 м. Будинок розташований на червоній лінії забудови вулиці Юрківська та Кирилівська (Фрунзе) (рис. 3.10–3.13). Відстань будинку від території заводу «Керамблоки» складає 35–40 м.

Будинок споруджений на початку 1991 році за чеським проектом, в експлуатації будинок заходиться біля 25 років, за цей час в ньому проводились локальні ремонти. Будинок складної конфігурації в плані, споруджений з широтним розташуванням: головний і дворовий фасади орієнтовані на південь і північ, рис. 3.10.

У будинку наявні п'ять секцій житлових квартир, які виходять на площадки сходових кліток; до будинку по осі «А», в осях «17–19» прибудовано одноповерхове приміщення Ощадбанку (після капітального ремонту з січня по травень 2016 року), а по вул. Юрківська в осях «1–5», «А–Г» одноповерхове приміщення «Фонду підтримки та розвитку підприємства» (в минулому молочна кухня), над одноповерховим приміщенням Фонду була здійснена реконструкція з надбудовою другого поверху житлової квартири.

У підвалах будинку розташовуються інженерні мережі водопостачання, водовідведення та теплопостачання. Вхід до житлових приміщень секцій № 1, 2 та 5 здійснюється з подвір'я, а до приміщень секцій № 3 та 4 з головного фасаду будинку в осях «1–19» по вул. Юрківська. Висота приміщень квартир 2,8 м, приміщення підвалу –1,9 м, приміщення горища – 1,8 м.

Житловий будинок розділений на два об'єми деформаційним швом по осі «12», в осях «А–В».

Схема плану 1 поверху на позн. 0,000

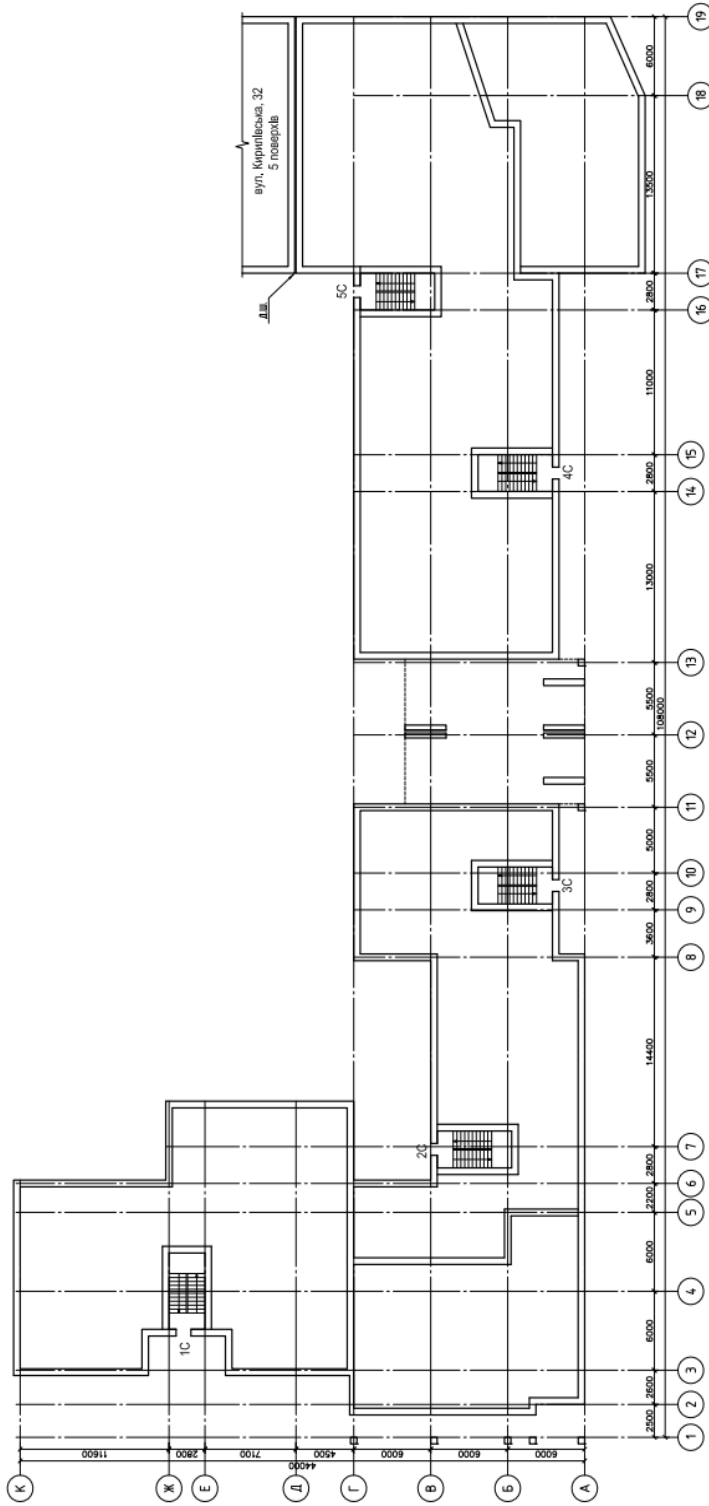


Рис. 3.9. Схема плану житлового будинку секційного типу на позн.  $\pm 0,000$

Між осями «11–13» запроєктований в'їзд до дворового фасаду.

Житловий будинок розташований на місцевості зі спокійним рельєфом, в кварталі житлової забудови історичної частини міста Києва – Поділ.

Конструктивна система будинку – стінова з комбінованим розташуванням мурованих з цегли несучих стін: у середній частині в осях «А–Г», «5–11» та «13–16» несучими є поздовжні стіни, у бокових в осях «Г–К», «3–7» та «Г–Д», «17–19» – поперечні на які спираються перекриття.

Стіни сходових кліток є самонесучими, вони забезпечують просторову жорсткість будинку у взаємозв'язку з горизонтальними залізобетонними дисками перекриття.

Будинок обладнаний інженерними системами холодного та гарячого водопостачання, водовідведення, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, сміттєпроводом.

Основою фундаментів є глина мергельна тугопластична голубовато-сіра тугопластична.

Фундаменти стрічкові зі збірних бетонних стінових блоків, підшви розташовані приблизно на 1000 мм нижче підлоги підвалу. По верху фундаментів влаштована горизонтальна гідроізоляція. Підлога житлових приміщень першого поверху знаходиться на висоті 0,9...1,0 м від рівня поверхні ґрунту біля головного фасаду по вул. Юрківська. Цоколь фасадів оздоблений бетонними плитками.

До стін головного та дворового фасадів будинку прилягає асфальтове вимощення, газон і тротуар.

Стіни зовнішні муровані товщиною 510 мм з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині М50. Фасадні поверхні зовнішніх стін виконані під розшивку швів з пофарбуванням, внутрішні поверхні оштукатурені вапняно-піщаним розчином. Внутрішні несучі стіни мають товщину 380 мм.

Віконні прорізи виконані з чвертями, перемички віконних і дверних прорізів – збірні залізобетонні брускові, на дворових фасадах – з декоративним оздобленням. На сходових клітках засклення у вигляді еркерів з дерев'яними рамами з подвійним заскленням зі спареними стулками.



Рис. 3.10. Фрагмент головного фасаду будинку по осі «19»  
на розі вул. Кирилівська та вул. Юрківська, 2-6/32



Рис. 3.11. Фрагмент дворого фасаду будинку  
в осях «13–11», деформаційний шов



Рис. 3.12. Одноповерхове приміщення  
«Фонду підтримки та розвитку підприємства»  
по вул. Юрківська в осях «1–5», «А–Г»



Рис. 3.13. Фрагмент дворового фасаду будинку по осі «В»,  
в осях «6–8», вхід до секції №2

У квартирах вікна металопластикові.

Перегородки в межах квартир – цегляні та гіпсоблочні товщиною 120 мм, оштукатурені.

Перекриття надпідвальні, міжповерхові і горищні – збірні залізобетонні круглопорожністі плити перекриття товщиною 220 мм. Підлоги у житлових приміщеннях лінолеумні та паркетні; у санвузлах виконані з керамічної плитки по цементно-піщаних стяжках. У приміщеннях підвалу підлоги цементні.

Сходи міжповерхові виконані зі збірних залізобетонних маршів та площадок; підлоги на площадках – з мозаїчного бетону.

Несучими конструкціями лоджій по осі «В», в осях «6–8» є збірні залізобетонні круглопорожністі плити перекриття.

Покриття – плоске з горищем. На горищі наявні вентиляційні слухові вікна. Покрівля рулонна по цементно-піщаній вирівнюючій стяжці. Водовідведення з покрівлі організоване внутрішнє, а по осі «А» в осях «2–8» організоване зовнішнє по системі водостічних труб.

### **Житловий будинок на вул. Кирилівська, 34-38**

Житловий будинок 4-х ... 5-ти поверховий з підвалом і технічним горищем розташований на розі вулиць Кирилівська і Оленівська у плані має Г-подібну форму (рис. 3.14–3.16). Будинок розташований на майданчику з невеликим похилом поверхні ґрунту, відстань будинку від території заводу «Керамблоки» складає 35..45 м.

Житловий будинок споруджений у 1999 році, за індивідуальним проектом, у експлуатації заходиться 16 років, за цей час в нім виконувалися реконструкції та прибудови окремих приміщень і проводились локальні ремонти. Будинок складається з 6 секцій, перша секція в осях «А-К» розташована на вул. Оленівська, і має по три квартири на кожному поверсі, друга секція – наріжна, 3 ... 6 секції споруджені по червоній лінії забудови вулиці Кирилівської мають по дві квартири на кожному поверсі. У будинку 1 ... 5 секції мають по 5 поверхів,

шоста – 4 поверхи, вона відділена деформаційним швом. Входи до сходових кліток секцій здійснюються з подвір'я.

У підвалі влаштовані різні технічні допоміжні приміщення, а у підвалі п'ятої секції в осях «21–26, Б–Д» знаходяться офісні приміщення страхової компанії, офісні приміщення наявні й у четвертій і п'ятій секціях першого поверху. На сходових клітках було передбачено влаштування сміттєпроводів, але на теперішній час вони не функціонують. До стін першого поверху власниками деяких приміщень виконані різного роду прибудови.

Висота житлових приміщень на 1...5 поверхах складає 2,5 м (висота поверхів – 2,8 м), підвальні приміщення мають висоту від 1,8 м до 3,3 м. Планувальне рішення квартир прийняте з орієнтацією всіх квартир на обидва боки будинку, у кожній квартирі наявні балкон або лоджія. Зв'язок між поверхами здійснюється по двомаршових сходах.

Художньо-архітектурне рішення будинку прийняте у стилі «постмодерн» з використанням у композиції відкритих зовнішніх опорних стовпів, ризалітів, западаючих елементів, еркерів.

Конструктивна система будинку – стінова з комбінованим розташування несучих вертикальних конструкцій. Несучими є поздовжні стіни на які спираються настили перекриттів; внутрішні поперечні стіни забезпечують просторову жорсткість будинку і є самонесучими.

Фундаменти будинку виконані зі збірних бетонних блоків, які змонтовані на цементно-піщаному розчині, і залізобетонних опорних плит. По верху фундаментів влаштована з руберойду горизонтальна гідроізоляція. Стіни цоколя облицьовані бетонними плитками на цементно-піщаному розчині деякі ділянки – оштукатурені цементно-піщаним розчином.

Асфальтове вимощення, яке примикає до зовнішніх стін має ширину 0,6 ... 0,9 м, до стіни дворового фасаду п'ятої секції по осі «Д» – в осях «17–21» примикають підвищені ділянки ґрунту на поз.  $\pm 0,000$  ...  $-0,200$  з цегляними підпірними стінками. Нанебезпечно на малій відстані від стін фасадів знаходяться дерева і кущі.

Стіни зовнішні будинку муруванні товщиною 510 мм з керамічної рожевої дірчастої цегли на цементно-піщаному розчині. Фасадні поверхні стін виконані під розшивку швів, внутрішні поверхні оштукатурені цементно-вапняним розчином. У деяких помешканнях на зовнішніх поверхнях встановлені шари термоізоляції. Внутрішні несучі й самонесучі стіни мурувані товщиною 380 мм з керамічної рожевої дірчастої цегли на цементно-піщаному розчині, поверхні їх оштукатурені вапняно-піщаним розчином. Перемички віконних і дверних прорізів – збірні залізобетонні брускові, на зовнішніх стінах – з цегляними декоративними клинчастими елементами. Вікна – дерев'яні з подвійним заскленням з роздільними стулками.

Перегородки в межах квартир – цегляні товщиною 120 мм, оштукатурені; перегородки міжквартирні, а також між квартирами і загальними приміщеннями мають товщину 250 мм для забезпечення звукоізоляційної спроможності.

Перекрыття міжповерхові, підвальне і горищне виконані зі збірних залізобетонних плит з круглими порожнинами товщиною 220 мм. Плити балконів – залізобетонні плоскі.

Підлоги виконані по цементно-піщаних стяжках із звукоізоляційними прошарками. Покрыття підлог – з штучного паркету та з керамічної плитки – у приміщеннях з мокрим режимом. Зальна товщина міжповерхових перекрыттів складає 300 мм. У технічних приміщеннях підвалу виконані цементні підлоги; в офісних приміщеннях підвалу – з керамічної плитки. На горищі по шару утеплювача підлога не влаштована.

Міжповерхові сходи виконані із збірних залізобетонних плитних маршів і ребристих площадок, проступки сходи мають накладні шліфовані бетонні плитки.

Покрыття – горищне, над частиною горища, яка примикає до території подвір'я покрыття виконане зі збірних залізобетонних плит з, які спираються на внутрішні й зовнішні стіни. воно має невеликий похил – близько 50; покрыття, виконана з наплавленого руберойду. Покрыття над частиною будинку, що примикає до вуличних фасадів – дерев'яне кроквяне з ухилом близько 45°, покрыття – металева оцинкована.

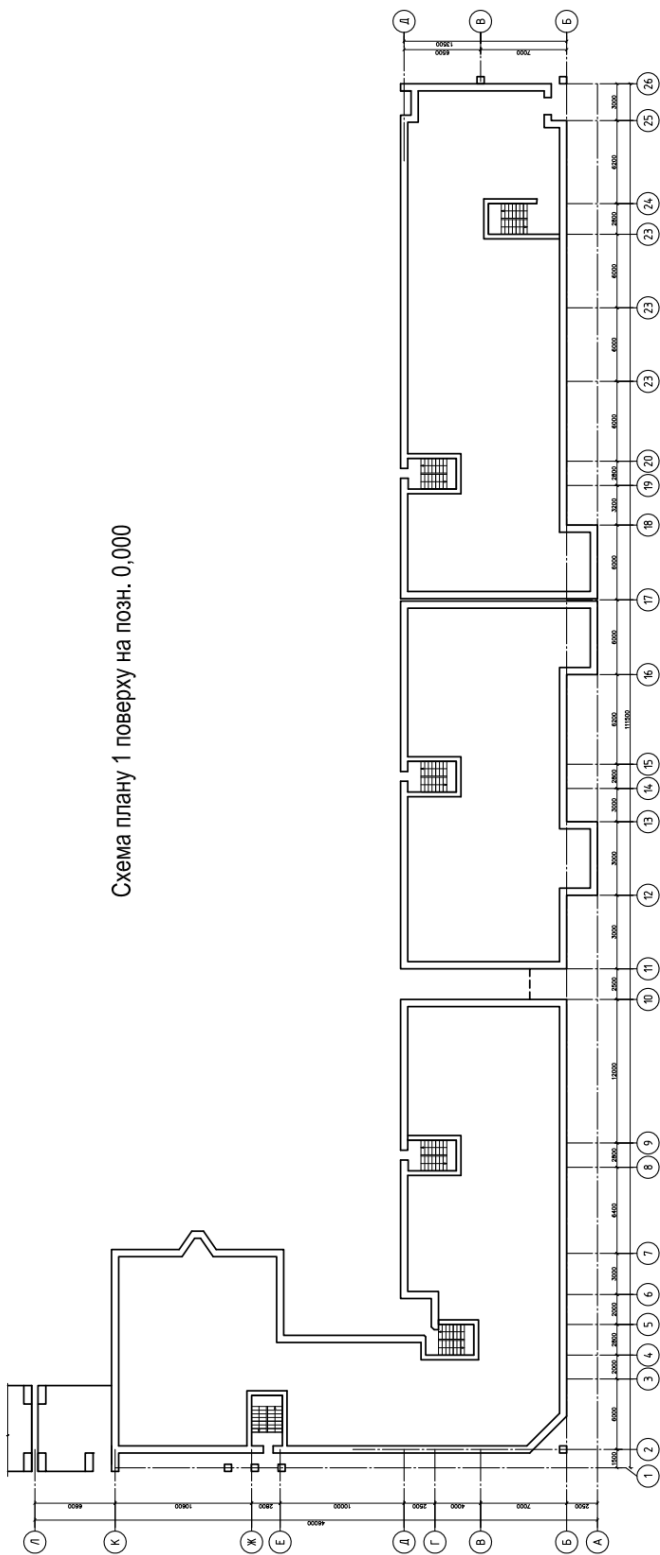


Схема плану 1 поверху на позн. 0,000

Рис. 3.14. Схема плану житлового будинку секційного типу на позн.  $\pm 0,000$

Відведення опадів з покрівлі здійснюється по внутрішніх трубах. На поверхні горищного перекриття виконана термоізоляційна засипка керамзитовим ґравієм товщиною 70 ... 150 мм.



Рис. 3.15. Фрагмент фасаду будівлі по вул. Кирилівська в осях «Б - Д», та «17 – 25»



Рис. 3.16. Фрагмент фасаду по вул. Оленівська в осях «Д-Л»

## Житловий будинок-гуртожиток на вул. Нижньоюрківська, 4 у м. Києві

Житловий будинок споруджений у 1969 році, реконструкція проведена частково у 2008 році в осях «5–8», «А–Г».

Будинок п'ятиповерховий із цокольними та підвальними приміщеннями, прямокутної конфігурації у плані, стінової конструктивної системи з повздовжнім розташуванням цегляних несучих стін. Габаритні розміри будівлі в осях «1–8», «А–Г» – 73,0×13,6 м (рис. 3.17–3.20).

Площа забудови – 992,8 м<sup>2</sup>.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується поздовжніми мурованими, цегляними стінами та дисками перекриттів.

Будинок розділений вздовж вісі «5» температурним деформаційним швом.

Планувальне рішення будівлі – коридорне. Зв'язок між поверхами здійснюється двомаршевими сходами, сходові клітка влаштована в осях «3–4», «В–Г» та «6–7», «В–Г».

У будинку розміщені: житлові квартири; в осях «5–8», «А–Г» цокольного поверху – медичний центр; в осях «1–5», «А–Г» підвального поверху – технічні приміщення, тепловпункт та електрощитова.

Основою фундаментів будинку є глини мергельні тугопластичі.

Фундаменти під несучі стіни – стрічкові з великогабаритних бетонних блоків та залізобетонної плити.

Цоколь по осі «А» в осях «5–8» облицьований, по осі «Г» в осях «5–8» облицьований керамічною плиткою.

До цоколя примикає асфальтове вимощення шириною 800-1000 мм.

Ригелі залізобетонні, висотою 450 мм, шириною 400 мм на всіх поверхах встановлені по поперечних (цифрових) осях «4» та «6».

Перекриття міжповерхові та підвальне виконані зі збірних залізобетонних плит з круглими порожнинами довжиною 6,8 м

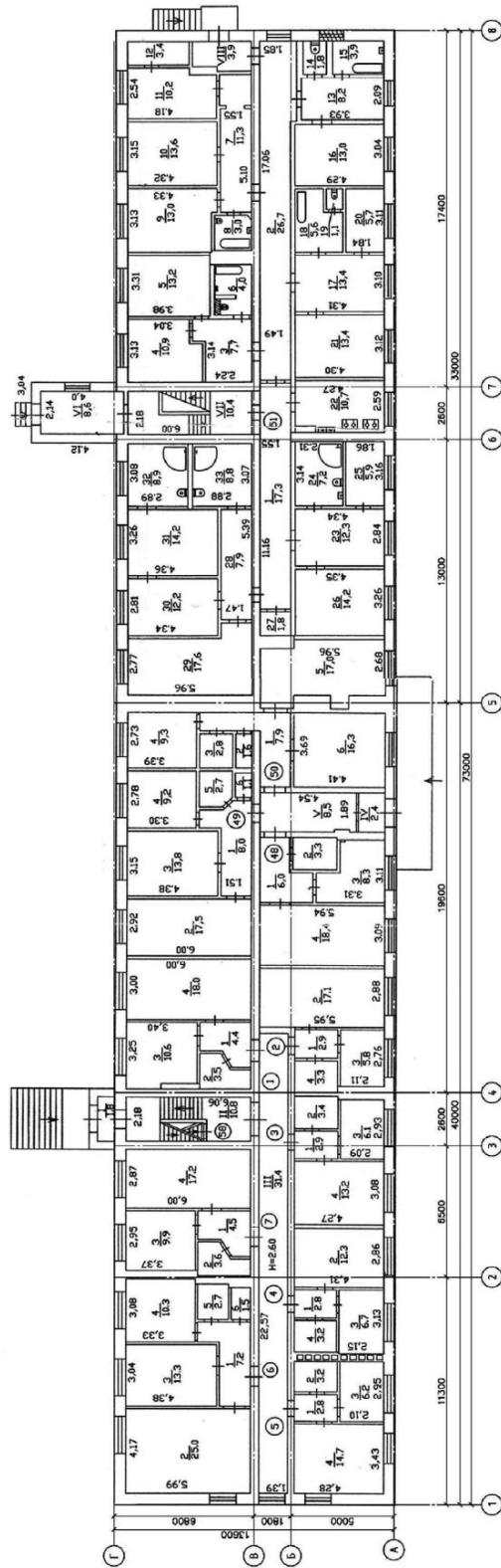


Рис. 3.17. Схема плану будинку-гуртожитку коридорного типу



Рис. 3.18. Фрагмент головного фасаду будинку по осі «Г» в осях «1–8»



Рис. 3.19. Фрагмент головного фасаду по осі «А» в осях «1–6»

при ширині 1,5 м. Товщина плит – 220 мм. Плити залізобетонні та їх з'єднання прийняті по серії 1.141–1 в. 60...64.

Покриття суміщене по залізобетонних плитах з круглими порожнинами товщиною 220 мм. Покрівля – м'яка багат шарова, з руберойду по шару полімерного утеплювача, наклеєного на бітумній мастиці по цементно-піщаній стяжці товщиною 30 мм, має похили 3...8%. У процесі експлуатації будинку, покрівля кілька раз ремонтувалася. Відсутній внутрішній та зовнішній водовідвід.

Стіни зовнішні поздовжні – несучі і торцеві – самонесучі, муровані з цегли керамічної на цементно-піщаному розчині зі вставками індустріальних цегляних блоків загальною товщиною 510 мм. Зовнішні поверхні першого та цокольного



Рис. 3.20. Температурно -деформаційний шов житлового будинку по осі «5» в осях «А–Г»

поверхів облицьовані керамічною плиткою на цементно-піщаному розчині по периметру, від другого до п'ятого поверху мурування під розшивку швів. Внутрішні поверхні стін оштукатурені цементно-вапняним розчином. Перемички прорізів у стінах збірні залізобетонні брускі за серією 1.138–10; монолітний залізобетонний пояс влаштований для обпирання плит покриття.

Перегородки мурувані з цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 120 мм і 250 мм оштукатурені цементно-вапняним розчином та оздоблені водоемульсійною фарбою.

Підлоги в коридорах кожного поверху та цокольному поверсі виконані з керамічних плиток; в квартирах паркетні, ламіновані та з рулонних матеріалів; у приміщеннях підвалу – ущільнений ґрунт.

Сходи міжповерхові виконані із збірних залізобетонних ребристих маршів і площадок, поверхні сходові і площадок – з шліфованого бетону.

Вікна – дерев'яні з подвійним застеленням та металопластикові.

Двері – дерев'яні та металеві, броньовані.

### **3.4. Об'ємно-просторові рішення спеціалізованих житлових будинків**

До спеціалізованих житлових будинків відносять гуртожитки, інтернати, притулки. Особливості таких будинків, призначених для тимчасового проживання, полягають у тому, що в них, окрім житлових кімнат, передбачають приміщення, необхідні для обслуговування всіх мешканців будівлі – вестибюлі з гардеробами, їдальні та ресторани з комплексом обслуговуючих приміщень, камери схову і т. д.

Такі типи будинків розробляють, як правило, за коридорною планувальною схемою. Приміщення колективного обслуговування можуть становити єдиний об'єм із жилими приміщеннями та влаштовуються на першому-другому поверхах або примикають до житлового корпусу, або

розташовуються в окремому об'ємі, пов'язаному з житловим корпусом переходами (рис. 3.21).

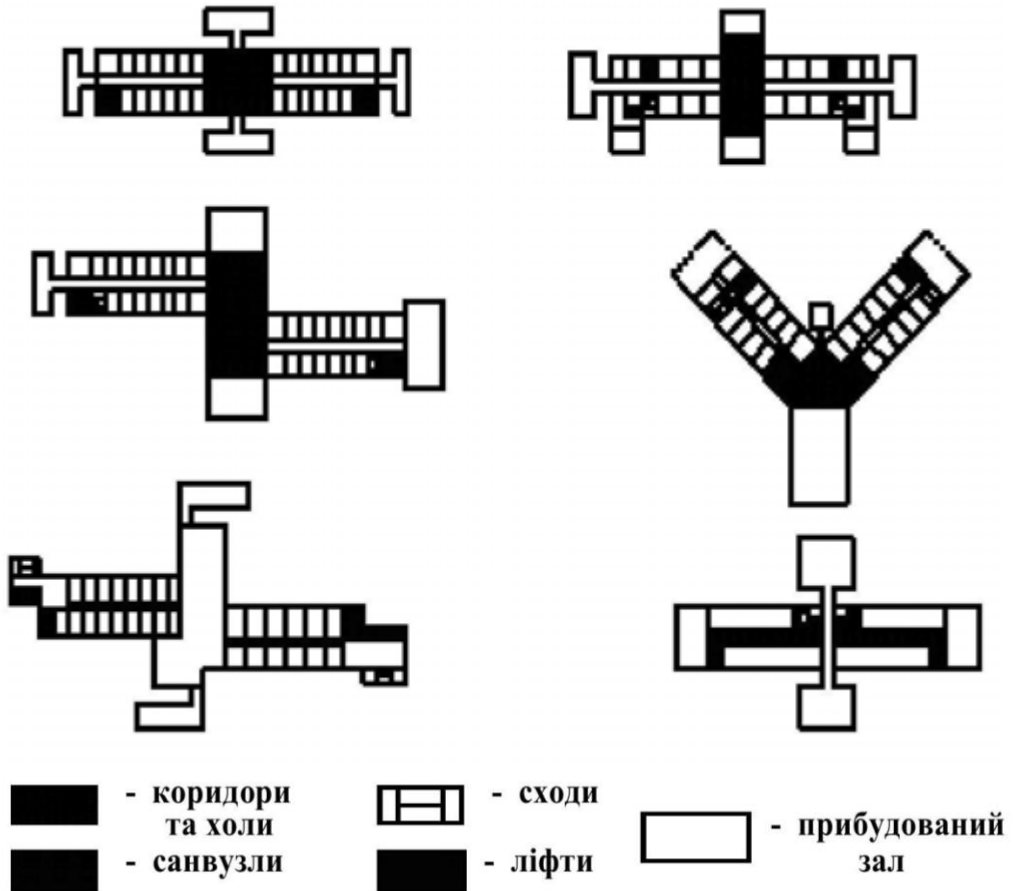


Рис. 3.21. Планування будинків гуртожитків коридорного типу

План типового поверху житлового корпусу готелю має коридорну структуру. Житлові номери проектують на одну, дві або три людини. До складу номера, окрім житлової кімнати, входять санвузли з тамбуром завширшки не менше 1,05 м.

При проектуванні гуртожитків застосовують коридорну структуру з житловими кімнатами, розрахованими на 3–6 чоловік. Житлова площа кімнати нормується  $6,0 \text{ м}^2$  на людину, з проживанням у кімнаті не більше трьох людей. Житлові кімнати з площами  $12,0$  і  $18,0 \text{ м}^2$  блокують по дві з вхідними санітарними вузлами. В гуртожитках для молодих сімей у планувальний блок може бути включене приміщення кухні.

Кухні або кухні-ніші проектують на одну кімнату площею не менше  $5,0 \text{ м}^2$ .

У гуртожитках передбачають приміщення громадського призначення: для навчальних та спортивних занять, відпочинку та культурно-масового призначення, в тому числі заклади харчування, медичного та побутового призначення, а також адміністративного і господарського призначення.

У гуртожитках, призначених для молодих сімей, передбачають приміщення для тимчасового перебування дітей і візочків.

Житлові корпуси гуртожитків проектують із двома вертикальними евакуаційними сходовими клітками.

Приміщення, призначені для проведення культурно-побутового обслуговування, можуть бути винесені в окремі блоки або розташовуватися на нижніх поверхах будинку. В гуртожитках для студентів архітектурних та художніх інститутів необхідно передбачити приміщення майстерень.

Загальну площу приміщень гуртожитків і спеціалізованих житлових будинків для людей похилого віку та інвалідів визначають як суму площ житлових кімнат, підсобних приміщень, приміщень громадського призначення, а також літніх приміщень із певними коефіцієнтами.

Житлову площу гуртожитків визначають як суму площ житлових кімнат без урахування вбудованих шаф.

Площі приміщень громадського призначення повинні бути не менші вказаних у табл. 3.2.

Спеціалізовані житлові будинки для осіб похилого віку та сімей із інвалідами, які можуть самостійно рухатися, будують не вище дев'яти поверхів, а для сімей із інвалідами-візочниками – не вище п'яти поверхів.

До підсобних приміщень квартири для сімей із інвалідами-візочниками висувають певні вимоги, а саме:

- площа кухні повинна бути не менше  $9,0 \text{ м}^2$ ;
- кухні повинні мати ширину не менше  $2,3 \text{ м}$  – при односторонньому та  $2,9 \text{ м}$  – при двосторонньому розміщенні обладнання;

- ширина тамбура – 1,6 м, а коридорів – 1,15 м;
- розміри ванної кімнати в плані 2,3×2,3 м, туалету з умивальником – 1,6×2,2 м, без умивальника – 1,2×1,6м;
- глибина літніх приміщень повинна бути не менша 1,4 м.

**Таблиця 3.2. Площа приміщень громадського призначення (на 1 люд., м<sup>2</sup>)**

Тип гуртожитку	Кількість мешканців гуртожитку							
	25	50	100	200	400	600	800	1000
для студентів вищих навчальних закладів та аспірантів	3,0	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3

У спеціалізованих квартирних житлових будинках передбачають центри соціального обслуговування: приміщення для культурно-масової роботи, приміщення для закладів харчування, адміністративно-господарського призначення, медичного та побутового обслуговування. Вимоги до площ приміщень громадського призначення нормуються згідно з табл. 3.3.

**Таблиця 3.3. Приміщення загального призначення в житлових будинках для інвалідів**

Типи спеціалізованих квартирних житлових будинків	Кількість мешканців			
	50	100	150	200
	Площа приміщень загального призначення на 1 люд., м <sup>2</sup>			
для осіб похилого віку	4,9	4,6	4,4	4,2
для сімей із інвалідами	5,6	5,2	4,9	4,6

### **3.5. Особливості об'ємно-просторових рішень каркасно-монолітних житлових будинків**

Монолітний залізобетон у конструкціях житлових будинків масового будівництва дедалі більше замінює збірний метод будівництва. Головна перевага будівництва будівель із монолітного бетону з використанням методів сучасних технологій зведення – це фактично необмежена свобода вибору конфігурації плану будинку та його об'ємно-просторові рішення.

Такі будівлі помітно виділяються з навколишнього будівництва оригінальною пластикою та нестандартними рішеннями фасадних площин, збагачених структурою балконів та лоджій.

#### **3.5.1. Конструктивні рішення каркасно-монолітних житлових будинків**

Каркасно-монолітні будинки виконують у різноманітних варіантах конструктивних систем залежно від рішень основних несучих конструкції: стінова система з малим кроком несучих внутрішніх стін; стінова система з великим кроком несучих внутрішніх стін; каркасна безригельна система з несучими колонами; каркасна безригельна система з несучими пілонами; каркасна ригельна система з несучими колонами.

**Стінова система з малим (великим) кроком несучих стін.** При таких конструктивних схемах несучими конструкціями є поперечні суцільні стіни з монолітного бетону, розташовані з малим (2,4–4,5 м) або з великим кроком (до 9,0 м).

Розташування стін із малим кроком ускладнює свободу планування, особливо в разі перепланування квартир.

Несучі внутрішні стіни – це бетонні пластини, що працюють на позацентровий стиск. Їх армують двома сітками, з'єднаними між собою спеціальними арматурними шпильками. Можливий варіант армування вертикальними каркасами, до яких прикріплюють арматурні сітки.

Каркасна конструктивна система моноліту дає свободу в плануванні житлових приміщень, а також можливість облаштування нежитлових приміщень (магазини, кафе, ресторани) в нижніх поверхах будівель.

Так, як і в стіновій системі, дотримуються принципу неперервного армування при зведенні несучих конструкцій. Колони армують вертикальними стрижнями з замкнутими хомутами або вертикальними каркасами. Монолітні перекриття армують між колонами та під колонами сітками, які розраховані на зусилля від натиску. Варіантами каркасної системи є конструктивні системи з плоскими пілонами (плоскі колони) (рис. 3.22).

Вони можуть бути вирішені як із влаштуванням ригелів у площині перекриття, так і без них. Як і каркасні системи, вони мають свободу планувальних рішень, але є й деякі недоліки порівнянню з каркасною системою: колони замінені плоскими ділянками стін, більш розвиненими порівнянню з перерізом колон; при ригельній системі з'являються балки в інтер'єрі приміщень.

Варто відзначити, що з точки зору конструктивного рішення ригельна система має переваги перед безбалочною у зв'язку зі спрощенням армування перекриттів, що не потребують підсилення його надколонної частини.

Габарити пілонів коливаються  $(200...250) \times (1200...1500)$  мм. Армування пілонів визначають за розрахунком.

Для вільного планування квартир вдалим є каркасні системи зі зменшеною кількістю внутрішніх опор.

Особливістю статичної роботи нерозрізних монолітних залізобетонних перекриттів є наявність великих опорних моментів та поперечних сил. Тому доцільні розміри між вертикальними опорами 4,8 м і більше, а при великих навантаженнях на перекриття проектується монолітні залізобетонні перекриття таких видів:

- ребристі, плита товщиною 70–100 мм, яка монолітно з'єднана з головними та другорядними балками;
- безбалочні з регулярною сіткою колон та капітелями, що зменшують розміри прогонів та сприймають опорні моменти.

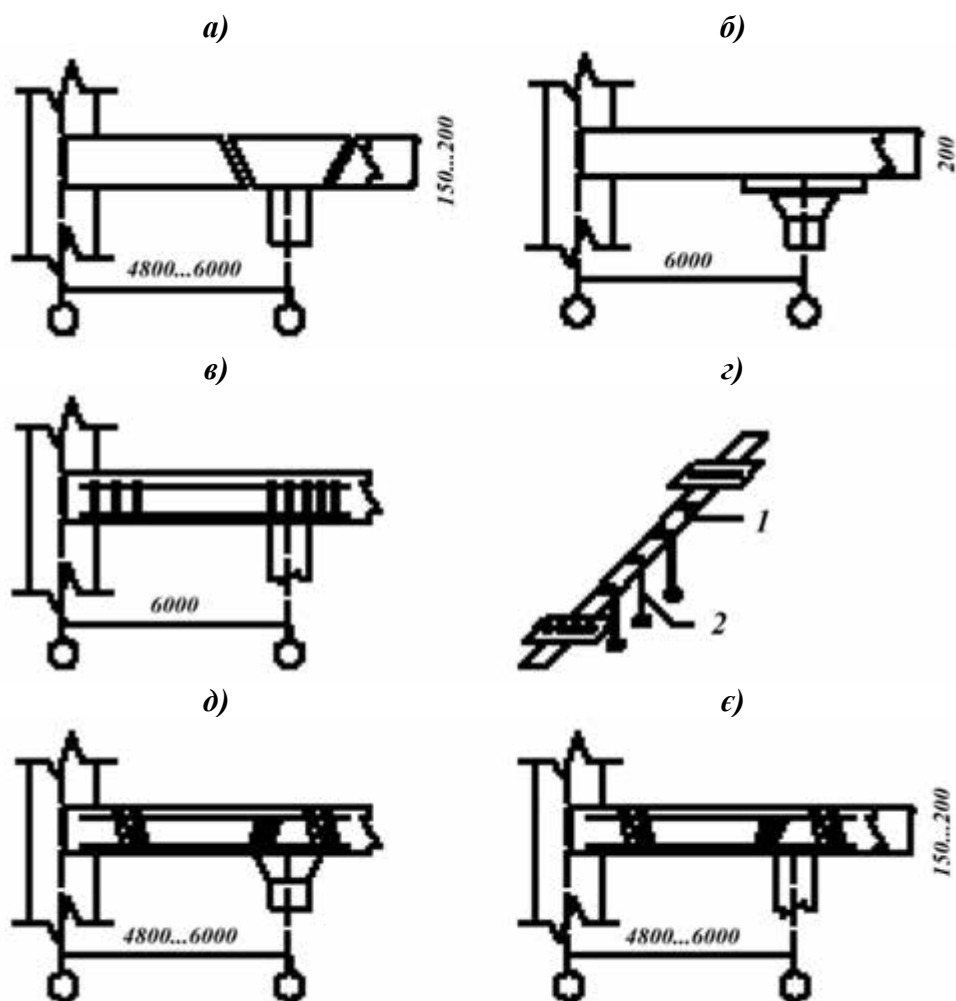


Рис. 3.22. Вузли стикування монолітних плит перекриття з вертикальними опорами:  
*a* – схема продавлювання; *б* – колона з капітальною плитою;  
*в* – колона з капітеллю; *г* – пластина; *д* – колона з підсиленням плит перекриттів дюбельними пластинами;  
*е* – колона без капітелі;  
*1* – перфорована пластина;  
*2* – арматура та елемент з двома оголовками

Такі конструктивні рішення використовують також для нежитлових будівель. Для сучасних житлових будинків із великою кількістю поверхів раціональною конструктивною системою є монолітний безригельний каркас із монолітними

дисками перекриттів та покриття. Розрахункова схема каркасно-монолітної будівлі включає встановлення об'ємно-планувальних параметрів умовного багатопверхового рамного каркаса.

Каркасно-монолітні багатопверхові будівлі проектують за жорсткими конструктивними схемами. Проектування будівель за жорсткою конструктивною схемою передбачає об'єднання їх несучих елементів в єдину просторову систему з неможливістю переміщення окремих елементів несучих конструкцій при деформаціях основи.

Для цього необхідно компактність будівлі в плані, симетричне та рівномірне розташування внутрішніх вертикальних несучих конструкцій; влаштування деформаційних швів у будівлі; підвищення просторової жорсткості будівлі за допомогою вертикальних діафрагм та блоків жорсткості; додаткове армування несучих конструкцій; підсилення фундаментів за допомогою монолітних суцільних плит, перехресних балок, блоків-стінок, пальовий фундамент.

**Конструкції балконів, еркерів, лоджій.** Балкон складається із несучої конструкції, підлоги і захисту або загорожі. Несучі частини балкона виконують із збірних залізобетонних плит (товщиною 120 мм), консольно закріплених однією стороною в стіні і приварених зварюванням у місці закріплення до металевих анкерів, що містяться в стіні (рис. 3.23).

Еркер – це огорожена зовнішніми стінами частина приміщення, що виступає за зовнішню площину фасаду і освітлюється одним або декількома вікнами. По формі еркери можуть бути трапецієподібними, трикутними і напівкруглими. Еркер збільшує площу кімнати, покращує освітлення, урізноманітнює фасад.

Лоджія – це вбудована в габарити будівлі тераса, відкрита зі сторони фасаду і огорожена з трьох сторін стінами. Їх проектують у південних районах для захисту кімнат від інсоляції.

Вітражі і вітрини. Вітражі є частиною зовнішнього захисту чи загорожі приміщень. До них висувуються певні вимоги:

необхідне світлопропускання та звукоізоляція, забезпечення захисту від атмосферних опадів.

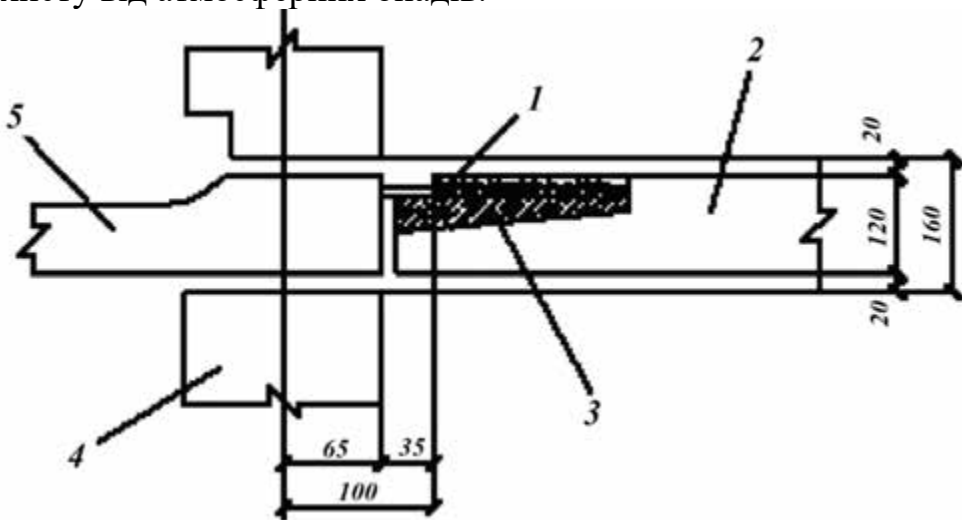


Рис. 3.23. Вузол кріплення балконної плити в панельних стінах:  
 1 – арматура; 2 – плита перекриття; 3 – бетон класу С8/10;  
 4 – зовнішня стінова панель; 5 – балконна плита

Конструкції вітражів сприймають такі зусилля: вітрові, температурні та власну вагу (рис. 3.24). Несучі конструкції вітражів виготовляють із алюмінієвих сплавів або металу.

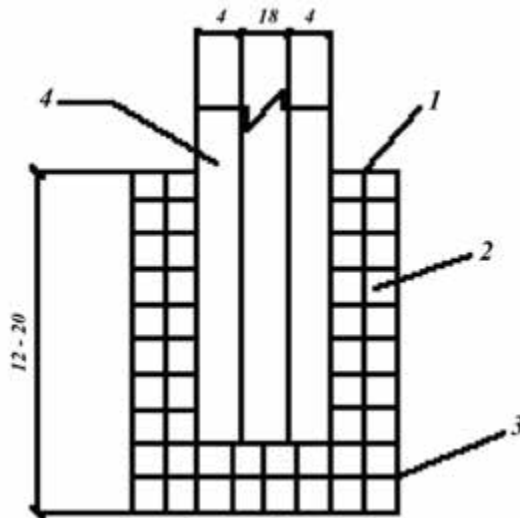


Рис. 3.24. Конструкція вітража:  
 1 – замазка; 2 – еластична гумова прокладка;  
 3 – алюмінієвий профіль; 4 – віконне скло

Вітражі із алюмінієвих сплавів мають низку переваг, а саме у 2,5–3 рази важать менше, ніж металеві, міцні, стійкі до корозії, проста технологія виготовлення, не потребують додаткового фарбування. Недоліки алюмінієвих вітражів: в 8–10 разів дорожчі, ніж металеві, великий коефіцієнт температурного розширення  $\left(a = 2,3 \times 10^{-5} \frac{\text{мм} \cdot \text{м}}{^{\circ}\text{C}}\right)$ , при температурі  $40^{\circ}\text{C}$  подовження становить 0,92 мм на 1 погонний метр), велика теплопровідність.

Різні коефіцієнти лінійного розширення скла і алюмінію  $\left(0,95 \times 10^{-7} \text{ і } 2,3 \times 10^{-5} \frac{\text{мм} \cdot \text{м}}{^{\circ}\text{C}}\right)$  вимагають спеціальних пружних прокладок і зазорів у місцях закріплення скла і рам. Це запобігає руйнуванню при температурних деформаціях.

Силіві впливи на вітражі сприймаються імпостами та обв'язками коробок, які передають зусилля на несучий каркас і перекриття будівлі.

### **3.6. Особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель**

При проектуванні громадських будівель необхідно враховувати їх особливості.

Головна особливість – це різноманітність видів громадських будівель функціональних процесів в деяких випадках складних і пов'язаних з використанням спеціального обладнання (механізованих сцен в театрі, льодові ацени).

Особливість, що відрізняє громадські будівлі є велика скупченість людей (спорткомплекс Олімпійський). У зв'язку з чим при проектуванні постає задача вільного руху людських потоків при евакуації людей після закінчення вистави.

Деякі види громадських будівель мають підвищену пожежну безпеку (декорації в театрі, лабораторні установки). До громадських будівель існують вимоги санітарно-гігієнічного характеру. Це впливає на планувальне рішення (групування приміщень), на рівень освітлення і інсоляцію приміщень,

вимоги звукоізоляції, а також інженерного обладнання (опалення, вентиляція).

Характерною особливістю громадських будівель є поєднання в приміщеннях різних геометричних параметрів (площі, висоти). У громадських будівлях до 30% загальної площі займають комунаційні приміщення (коридори, вестибюлі). Геометричні параметри приміщень громадських будівель визначають застосування різних прогонів (малих, середніх, великих).

Важливою особливістю громадських будівель є їх архітектурно-художнє рішення. У залежності від соціальної і містобудівельної значимості громадські будівлі можуть бути центрами будівництва, в тому числі великих архітектурних міських ансамблів.

### **3.7. Об'ємно-просторові та конструктивні рішення промислових підприємств**

Об'ємно-просторові рішення будь-якої промислової будівлі залежить від технологічного процесу всередині будівлі.

Технологічний процес залежить від виробничо-технологічної схеми, в якій встановлено послідовність операцій, передбачено технологічне обладнання, вид транспорту, внутрішній температурно-вологісний режим та інше.

Технологічна схема є вирішальним фактором при виборі кількості поверхів у будівлі.

До комплексу питань планування будівель входить забезпечення експлуатаційних якостей, що в значній мірі залежить від розміщення окремих виробничих дільниць.

Для прикладу: приміщення з мокрими процесами слід розміщувати в середині будівлі (щоб уникнути утворення конденсату на стінах), приміщення з гарячими процесами біля зовнішніх стін, для покращення вентиляції.

Всі види планування можна поділити на 2 основних типи: *окреме і суцільне*.

Окреме планування використовують на підприємствах з незначною потужністю. Коли всі виробництва розміщують в невеликих окремих будівлях з прогонами обмежених розмірів.

Але такі підприємства мають недоліки:

- велика площа забудови, що збільшує протяжність інженерних і транспортних мереж та обсяг робіт по благоустрою території;
- відсутність поточного виробництва.

Сучасна практика показує, що виробництва з однотипним технологічним процесом доцільно блокувати в одній будівлі.

Для значної кількості виробництв в будівлі під одним дахом можливо розмістити всі головні, підсобні, допоміжні і складські приміщення.

Зблоковані будівлі з багатопрогонними корпусами великою площею мають суцільне планування. Зблоковані будівлі дозволяють зменшити площу заводської території на 30-40%, зменшити периметр зовнішніх стін до 50%, зменшити вартість будівництва на 10–15%, зменшити довжину комунікацій та затрати на експлуатацію будівлі.

Але надмірно великі будівлі мають недоліки:

- витрати на освітлення приміщень;
- ускладнення водовідводу з покрівлі;
- ускладнення переміщення персоналу і транспортування вантажів.

Тому зблоковані корпуси не слід проектувати площею більшою ніж 30–35 тис. м<sup>2</sup>.

Зблоковувати цехи доцільно тоді, коли виробництво не потрібно розділяти капітальними стінами і різниця їх по висоті не перевищує 2 м, якщо не погіршуються умови технологічного виробництва і умови праці (рис. 3.25).

При блокуванні виробництва в будівлі з суцільною забудовою використовують зонування. Зонування передбачає використання по можливості, в рамках об'єму будівлі, раціональне групування дільниць і зон у відповідності з деякими ознаками (рівень виробничої шкідливості, пожежо- та вибухобезпеці, неправильність транспортних і людських потоків).

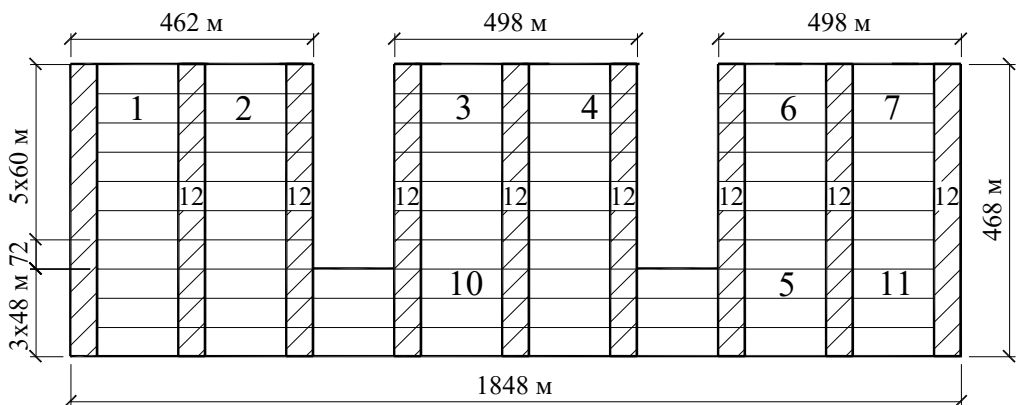


Рис. 3.25. Схема плану головного корпусу м. Тол'яті:

- 1 – цех окраски; 2 – кузовний цех; 3 – ділянка виготовлення деталей; 4 – відділення для збирання двигунів; 5 – збирання коробок; 6 – склад матеріалів; 7 – відділення обробки; 8 – ремонт обладнання; 9 – виготовлення колес; 10 – конвеєр; 11 – зона проби і відправки; 12 – приміщення побутові і допоміжні

Зонування може бути по горизонталі (на поверсі) і по вертикалі (в багатоповерхових будівлях). Однак в одноповерхових будівлях може бути горизонтальне і вертикальне зонування, так як інженерні комунікації розміщують вище або нижче робочої зони в рамках простору між фермами і підпільних каналах.

### 3.8. Поліпшення об'ємно-просторових рішень промислових будівель

У сучасній зарубіжній і вітчизняній практиці технології у різних галузях господарства змінюються від 2–3 до 10–12 років. При цьому часто змінюються габарити технологічного обладнання та їхнє розміщення.

Внаслідок чого промислові будівлі проектують на визначений термін (20–100 і більше років).

При швидких темпах оновлення технологій доцільні будівлі, що легко перебудовуються без порушень будівельної основи, такі будівлі називають *гнучкі*.

Принципи блокування різних виробництв в одній будівлі, а також необхідність заміни технологічного процесу започаткували *універсальні* будівлі.

Для гнучких будівель характерні різні розміри сіток колон. В залежності від розмірів їх розрізняють:

- малої гнучкості ( $3 \times 3$  до  $18 \times 12$  м);
- середньої гнучкості ( $24 \times 12$  до  $30 \times 12$  м);
- великої гнучкості ( $36 \times 12$  м і більше).

Для універсальних одноповерхових будівель характерні укрупнена сітка колон ( $24 \times 12$ ,  $9 \times 9$ ,  $12 \times 12$ ,  $18 \times 12$ , ...), постійна висота всіх прогонів і використання підйомно-транспортного обладнання в двох взаємно перпендикулярних напрямках (для цього використовують кран-балки, підвісні конвеєри, козлові крани та ін.)

У ряді випадків в універсальних будівлях замість спеціальних фундаментів під обладнання використовують суцільну фундаментну плиту, на яку можна розмістити обладнання в будь-якій точці.

Використання укрупненої сітки колон дозволяє зекономити 20% площі у серединні будівлі за рахунок колон і внутрішніх стін.

У багатоповерхових будівлях також використовують укрупнену сітку колон ( $9 \times 9$  м;  $12 \times 12$  м;  $18 \times 12$  м), рис. 3.26.

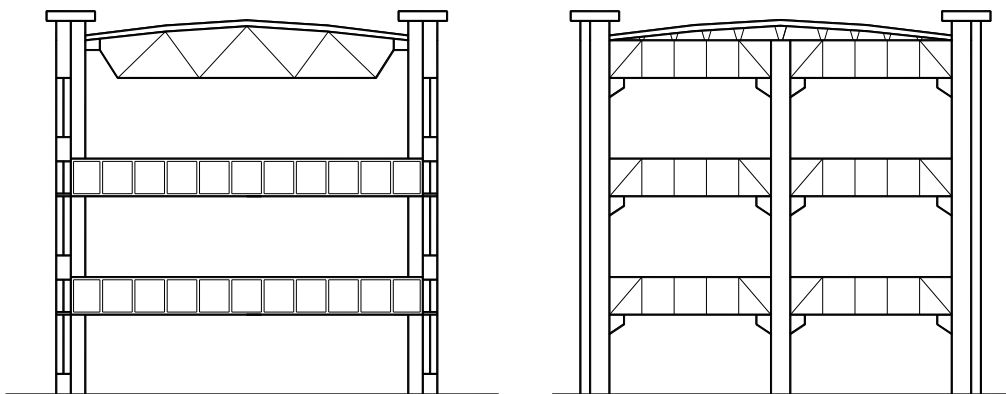


Рис. 3.26. Багатоповерхові будівлі з технічними поверхами:

*а* – перекриття по балкам-стінкам;

*б* – перекриття з фермою

Але це призводить до ускладнення конструкцій перекриття. Замість поперечних ригелів суцільного розрізу використовують більш складні конструкції.

Висота таких поверхів доходить від 2 до 4 м, що дає можливість їх використовувати для технічних і технологічних цілей. На технічних поверхах розміщують комунікації, інженерне обладнання, обслуговування приміщень, склади.

У будівлях з технічними поверхами зменшується площа (на 10–16%), але покращується їх використання (на 16–20%). Крім того рівень стелі технічних поверхів покращують гігієнічні і акустичні умови.

У ряді виробництв, де використовується складне по формі і об'єму технологічне обладнання, намагаються забезпечити незалежне розміщення обладнання від основних елементів будівлі. При таких виробництвах сформувалась будівля павільйонного типу, рис. 3.27.

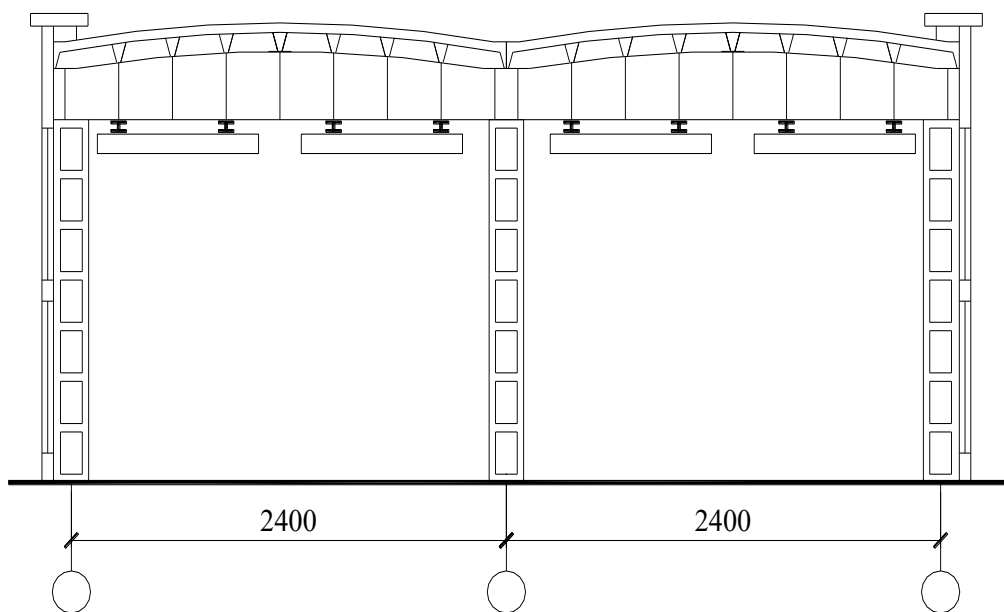


Рис. 3.27. Будівля павільйонного типу

Такі будівлі виконують одноповерховими з використанням укрупнених сіток колон ( $24 \times 12$ ;  $30 \times 12$ ;  $36 \times 12$  м і більше), та висотою від 8 до 25 м.

### **3.9. Макетний метод**

Макетний метод компоновки обладнання з використанням макетів або шаблонів дає можливість спростити рішення технічних вузлів зменшити кількість помилок і часу оформлення креслень, отримати наглядну уяву про технологічний процес.

Макетне проектування полягає в тому, що у масштабі (1:20–1:50) виготовляють макети станків і агрегатів будівель і споруд.

Макети збирають на спеціальних столах з координатною сіткою. Вони повинні представляти в мініатюрі об'єкт перед здачею в експлуатацію. У разі проектування невисоких будинків великою площею замість макетного методу використовують спосіб компоновки обладнання за допомогою двох координатних шаблонів, виготовлених з картону, фанери або листові пластмаси.

Закінчений по методу непрозорих шаблонів макет фотографують, після чого на фотографію наносять розміри підписи і масштаб.

У наш час макетний метод замінюють комп'ютерним моделюванням [13, 20, 48, 58 та ін.]. Комп'ютерне моделювання дозволяє зменшити трудоемкість процесу макетування, і має більше можливості наочності та отримання креслень на будь-якій стадії.

### **3.10. Вибір профілю промислової будівлі**

Під профілем промислової будівлі за звичай мають його поперечний розріз. Визначаючими при виборі профілю є умови: технологічні, освітлення і повітряного обміну, кліматичні особливості, ухил покрівлі, рис. 3.28.

У залежності від цих умов профіль будівлі може бути з одним або декількома прогонами, які мають однакову або різну висоту, рис. 3.29.

Простий і спокійний профіль мають будівлі з механічною вентиляцією, однак профіль будівлі значно ускладнюється при

природній вентиляції приміщень, тоді на покритті передбачають спеціальні ліхтарі. Більш складними є будівлі з активним аераційним профілем, коли чергуються високі і низькі прогони з ліхтарями, рис. 3.30.

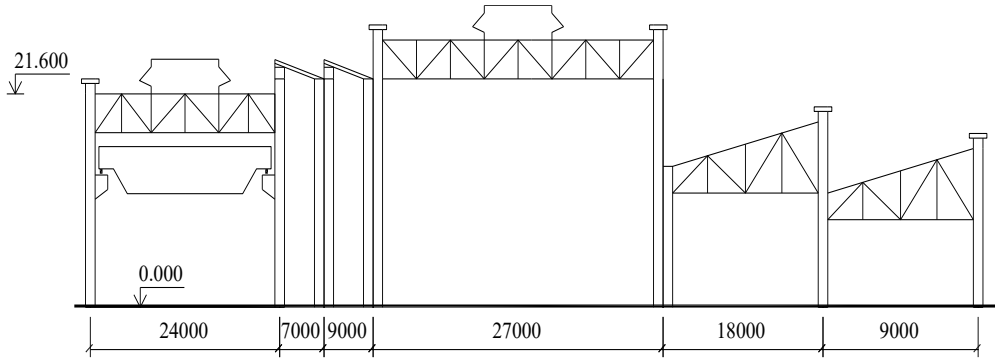


Рис. 3.28. Профілі з різних прогонів і висоти

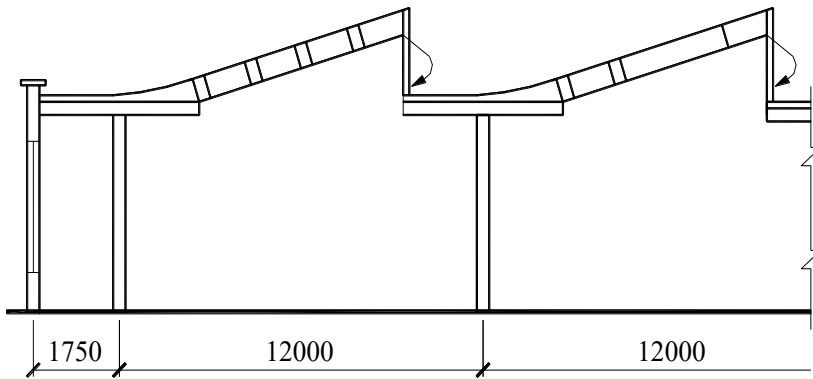


Рис. 3.29. Будівля з шедовим покриттям

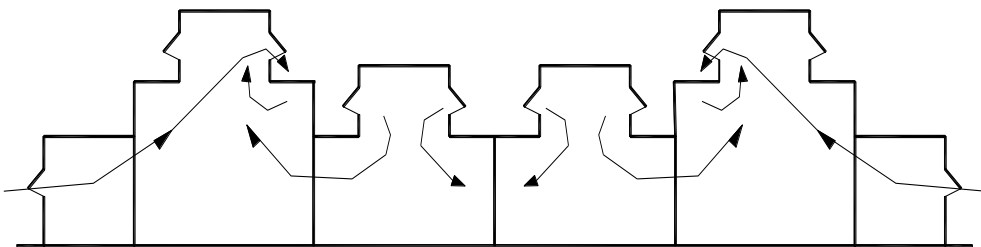


Рис. 3.30. Активний аераційний профіль будівлі

До переліку кліматичних факторів, що впливають на профіль будівлі відносяться: вітер, кількість опадів, температура, сонячна радіація та інші. На півночі, де більше снігу і необхідно зберігати тепло, форма повинна бути компактною. На півдні раціональні плоскі покрівлі, що швидше охолоджуються. Ухил залежить від кількості опадів. Профіль будівлі залежить від матеріалу покрівлі: азбестоцементні покрівлі з більшим ухилом ніж рулонні.

Використовують у промисловому будівництві покриття у вигляді оболонки, складок, висячих систем та інші конструкції, які бувають близькі природнім формам.

### **3.11. Принципи конструктивних рішень промислових будівель**

Конструктивне рішення будівлі визначається на етапі проектування і зводиться до вибору конструктивної і будівельної системи і конструктивної схеми [3, 24, 33].

*Конструктивна система* – сукупність взаємопов'язаних вертикальних і горизонтальних несучих конструкцій будівлі, що забезпечують міцність жорсткість і стійкість.

*Будівельна система* залежить від матеріалу конструкцій і способу його виконання.

*Конструктивна схема* залежить від розміщення несучих елементів.

У каркасних будівлях використовують **3 конструктивні схеми:**

- рамну;
- рамно-зв'язкову;
- зв'язкову.

Схема з поперечними ригелями більш використовується.

Конструктивна схема з поздовжніми ригелями із збірних елементів менше забезпечує жорсткість будівлі. Таку схему використовують при складному плануванні і незначному навантаженні.

Безбалочні схеми використовують в будівлях з особливими вимогами до санітарії і мікроклімату.

### 3.12. Загальні протипожежні заходи до будівель

У будівлях застосовуються спеціальні заходи з метою зменшення можливого виникнення пожежі, запобігання його розповсюдження в будівлі, полегшенню боротьби з вогнем, збереження міцності і стійкості, забезпечення швидкої і безпечної евакуації людей та ліквідації наслідків пожежі [12].

Для обмеження пожежі в громадських будівлях використовують розділення простору протипожежними стінами „екранами” на частини, що перевищують покрівлю будинку не менше як 0,6 м, якщо покрівля виконана з матеріалів груп горючості Г3, Г4 (середньої та підвищеної горючості), на 0,3 м, якщо з матеріалів груп горючості Г1 і Г2 (низької та помірної горючості).

Протипожежні стіни можуть не перевищувати покрівлю, якщо всі елементи покриття, за винятком покрівлі виконаної з негорючих матеріалів.

Допускається у зовнішній частині протипожежної стіни розміщувати вікна, двері, ворота з ненормованими межами вогнестійкості на відстані не менше як 8 м по вертикалі над покрівлю і не менше 4 м по горизонталі від стіни прилеглої частині будинку.

Якщо відстань менше 4 м, то прорізи повинні заповнюватись протипожежними дверима, вікнами, воротами 2-го типу.

Загальна площа прорізів у протипожежній перешкоді, за винятком ліфтових шахт і холів не повинна перевищувати 25% її площі (загальна площа визначається окремо в межах поверху).

Важливим протипожежним заходом в громадських будівлях, що впливає на об'ємно-планувальне рішення, є забезпечення надійності і швидкої евакуації людей.

Виходи відносяться до евакуаційних, якщо ведуть з приміщень:

а) з 1-го поверху назовні через коридор, вестибюлі, сходову клітку;

б) будь-якого надземного поверху, крім першого: через коридор, хол до сходової клітки типу С3 (див. ДБН В.2.2-28:2010; ДБН В.2.2-24:2009);

в) сусіднє приміщення на тому ж поверсі, що забезпечено виходами;

г) цокольного, підвального, підземних поверхів – назовні через коридор, сходову клітку, що має вихід назовні ізольований від поверхів вище. Евакуаційні виходи не влаштовують через розсувні та піднімально-опускальні двері й ворота, двері, що обертаються, турнікети.

З будинку слід передбачати не менше 2-х евакуаційних виходів, за винятком випадків передбачених НД (нормативними документами).

Допускається передбачати один евакуаційний вихід із:

а) Приміщення з перебування не більше 50 осіб, і відносно від віддаленої точки до виходу 25 м.

б) Приміщення площею не більше 300 м<sup>2</sup>, розташоване у цокольному, підвальному, підземному поверхах при кількості осіб що постійно перебувають – 5 чол. Якщо осіб 6–15 допускається 2-ий вихід через люк з розмірами 0,6×0,8 м з вертикальними металевими сходами шириною не менше 0,45 м, або через вікно розміри не менше 0,75×1,5 м. Вихід через прямок необхідно обладнати металевими сходами.

в) Евакуаційні виходи повинні розташовуватись розосереджено. Мінімальна відстань  $L$  (м) між евакуаційними виходами визначається за формулою:  $L = 1,5\sqrt{P}$ , де  $P$  – периметр приміщення (м).

Приміщення вимірюється за периметром внутрішніх стін. Висота виходів повинна бути не менше за 2,0 м, а ширині 0,8 м.

Висота дверей і проходів цокольних, підвальных, підвальных підземних поверхів допускається 1,9 м, а дверей, що ведуть на горище 1,5 м.

Із технічних поверхів, призначених для інженерного обладнання допускаються двері 0,75×1,5 м, або люки 0,6×0,8 м, обладнанні металевими вертикальними сходами. При площі технічного поверху до 300 м<sup>2</sup> можна робити один вихід, а на кожні 2000 м<sup>2</sup> необхідно передбачити не менше одного виходу.

### **3.13. Конструктивні рішення сходів. Загальні положення та класифікація сходів**

Розміщення один над одним або один біля одного будівлі з різними висотою поверхів з метою забезпечення сполучення, аварійна експлуатація і транспортування предметів за допомогою сходів і пандусів. Рівень місцевості навколо і рівень підлоги в будівлі, як правило, також об'єднуються за допомогою сходів у вхід до будівлі.

Сучасні сходи – не тільки вертикальні сполучні елементи простору, а й прикраса інтер'єра. Поєднуючи в собі функціональне призначення з естетичним, сходи відрізняються різноманіттям архітектурно-конструктивних рішень.

Класифікація сходів зводиться до наступних ознак: за призначенням, по експлуатаційним та естетичним вимогам, по розташуванню, по відношенню до об'єму будівлі, за ступенем огороження від внутрішнього простору будівлі, за способом функціонування, за матеріалом, за формою, по кількості маршів, за способом обпирання сходинок, за величиною ухилу маршів, а також з пожежно-технічними характеристиками.

Залежно від призначення сходи поділяють на:

- основні або головні, що забезпечують сполучення між поверхами і евакуацію;
- допоміжні, призначені для сполучення з підвалами, горищами та т.п. ;
- аварійні, які є запасними шляхами евакуації людей;
- пожежні, що забезпечують зовнішній доступ на поверхи, горище, дах під час пожежі.

За пропонованим експлуатаційним і естетичним вимогам розрізняє сходи: декоративно-парадні; парадні (головні); бічні (підсобні); вхідні.

Залежно від розташування відносно будівлі сходи бувають внутрішні і зовнішні.

Внутрішні сходи по відношенню до об'ємів будівлі можуть бути (рис. 3.31): всередині об'єму будівлі; з примиканням до стіни; частково винесені; повністю винесені.

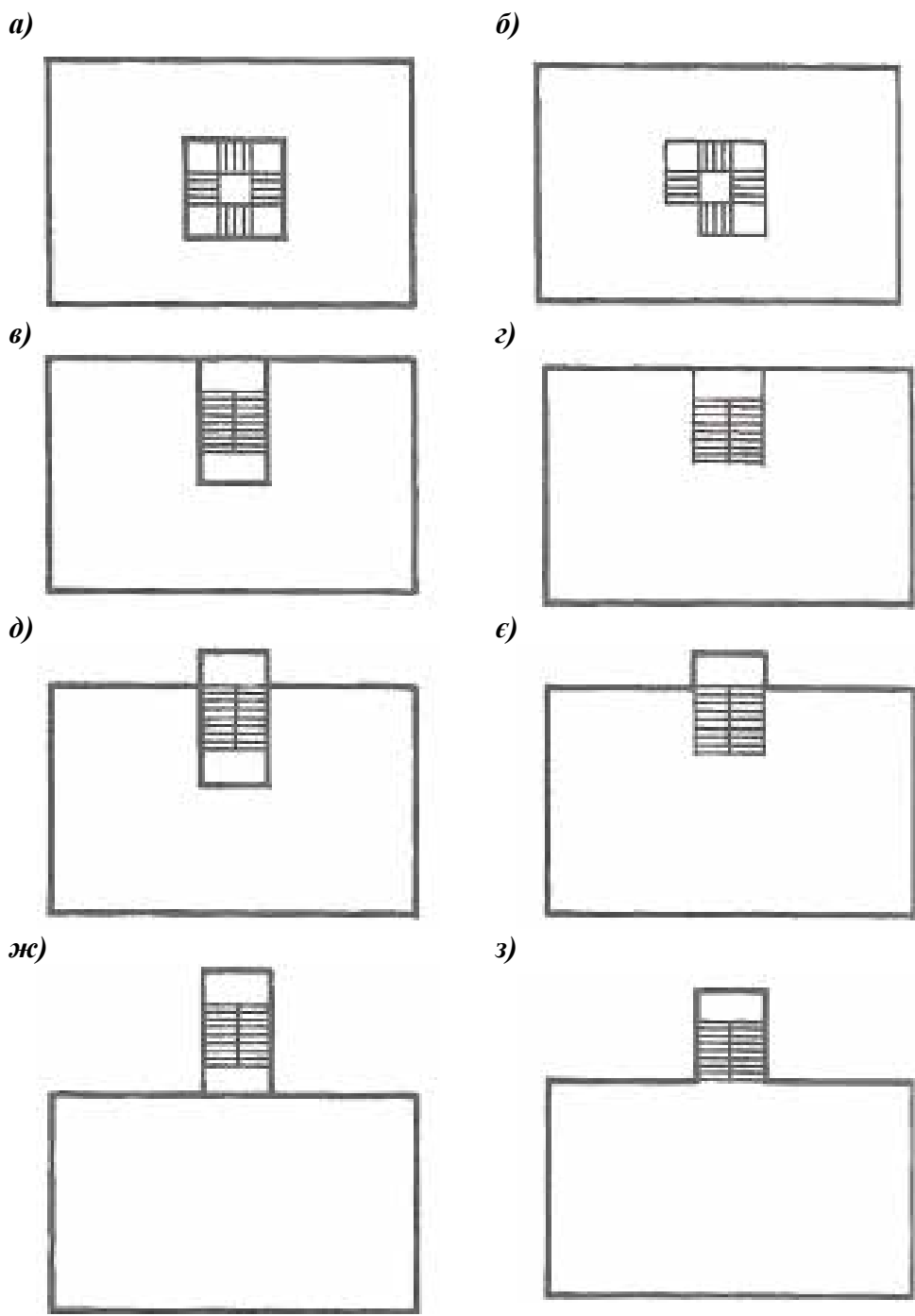


Рис. 3.32. Типи сходів (сходових кліток) у залежності від ступеня закритості - відкритості та розташування у будівлі:  
*a* – всередині об'єму; *б* – з примиканням до стіни;  
*в* – частково винесені; *г* – повністю винесені

Внутрішні сходи за ступенем їхньої огорожі від внутрішнього об'єму будівлі поділяються на (рис. 3.31): закриті, частково відкриті, відкриті.

На рис. 3.32 введені **наступні позначення**:

→ **одномаршеві**: 1 – прямі, 2 – зі забіжними східцями; 3, 4 – криволінійні;

→ **двомаршеві**: 5 – пряма; 6–10 – зі поворотом на  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $240^{\circ}$ ; 11–14 – з двома вихідними маршами; 15 – 18 – зі двома відправними маршами; 19–20 – зі двома відправними та вихідними маршами; 21–22 – криволінійні; 23 – по колу;

→ **тримаршева**: 24–29 – поворотні; 30–31 – зі двома проміжними та вихідними маршами; 32 – зі двома відправними та проміжними маршами; 33 – криволінійна (овальна);

→ **чотирьохмаршева**: 34–36 – поворотні; 37–45 – зі прямими та забіжними сходами; 46–53 – тільки забіжні сходи; 54–55 – гвинтові зі забіжними сходами.

За способом функціонування сходи поділяють на стаціонарні, що трансформуються і переносні.

За матеріалом основних елементів сходів бувають: кам'яні; бетонні (залізобетонні); металеві; дерев'яні; з пластмас; із скла; комбіновані.

За формою в плані (горизонтальній проекції руху по сходах) всі сходи підрозділяються (рис. 3.32) на: прямі (прямолінійні); з поворотом прямих маршів (ламані); криволінійні; з поворотом криволінійних маршів; кругові; гвинтові.

За об'ємно-планувального рішенням сходи в залежності від кількості маршів і проміжних площадок на висоту поверху їх поділяють: одномаршеві без проміжних площадок, двомаршеві з однією площадкою, тримаршеві з двома площадками, чотирьохмаршеві з трьома площадками.

За способом спирання сходів на несучі елементи сходи поділяють (рис. 3.33): на суцільному основі (плитній, ґрунтовій), на косоурах, на тетивах, консольні на стінах або стовпах, консольні гвинтові на стійці, з спиранням на стіни, з спиранням на стійки, підвісні (до поручнів, перекриттів, стін), ланцюгові збірно-розбірні, комбіновані.

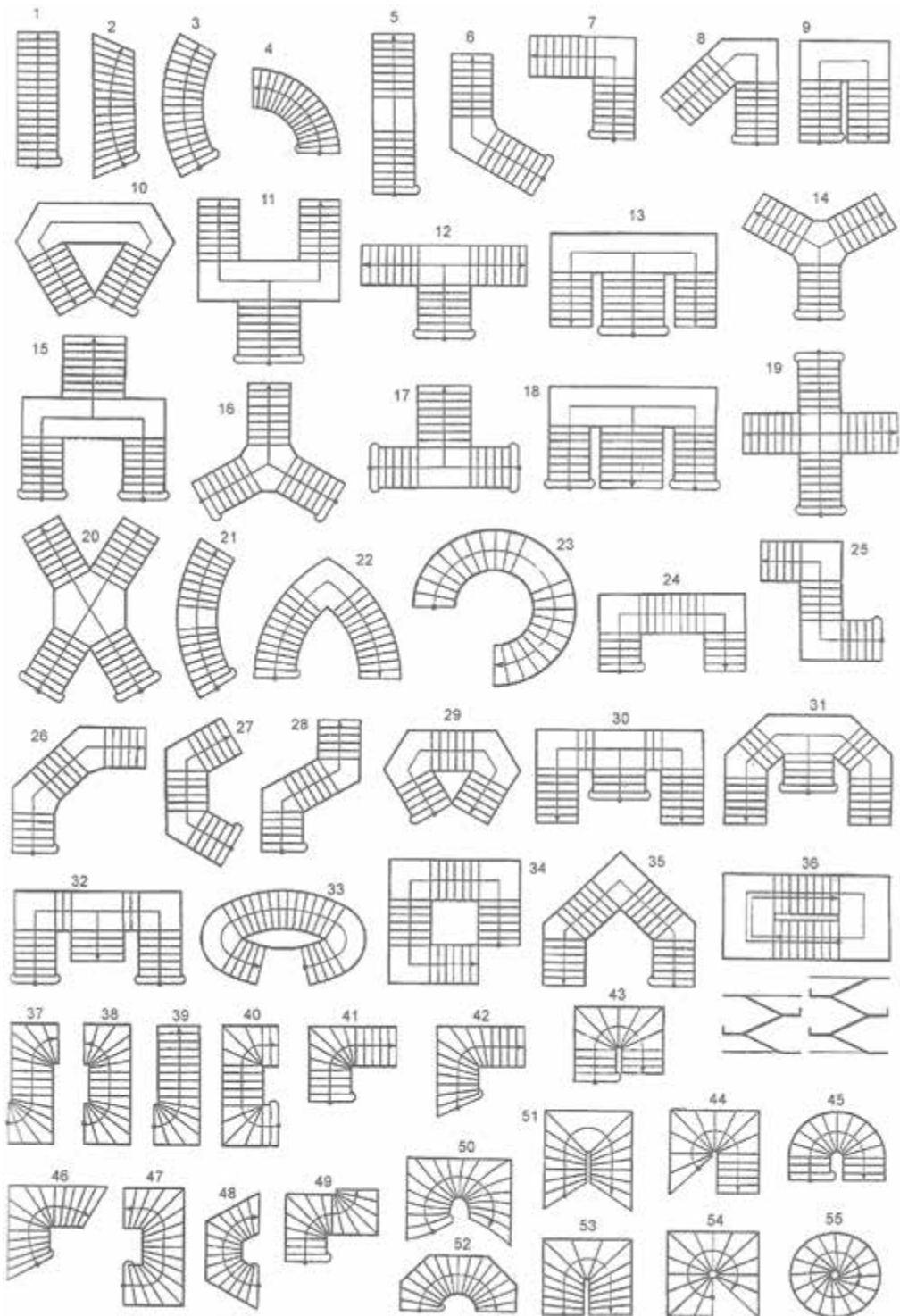


Рис. 3.32. Варіанти сходів по формі маршів і площадок, по кількості маршів, по формі сходинок

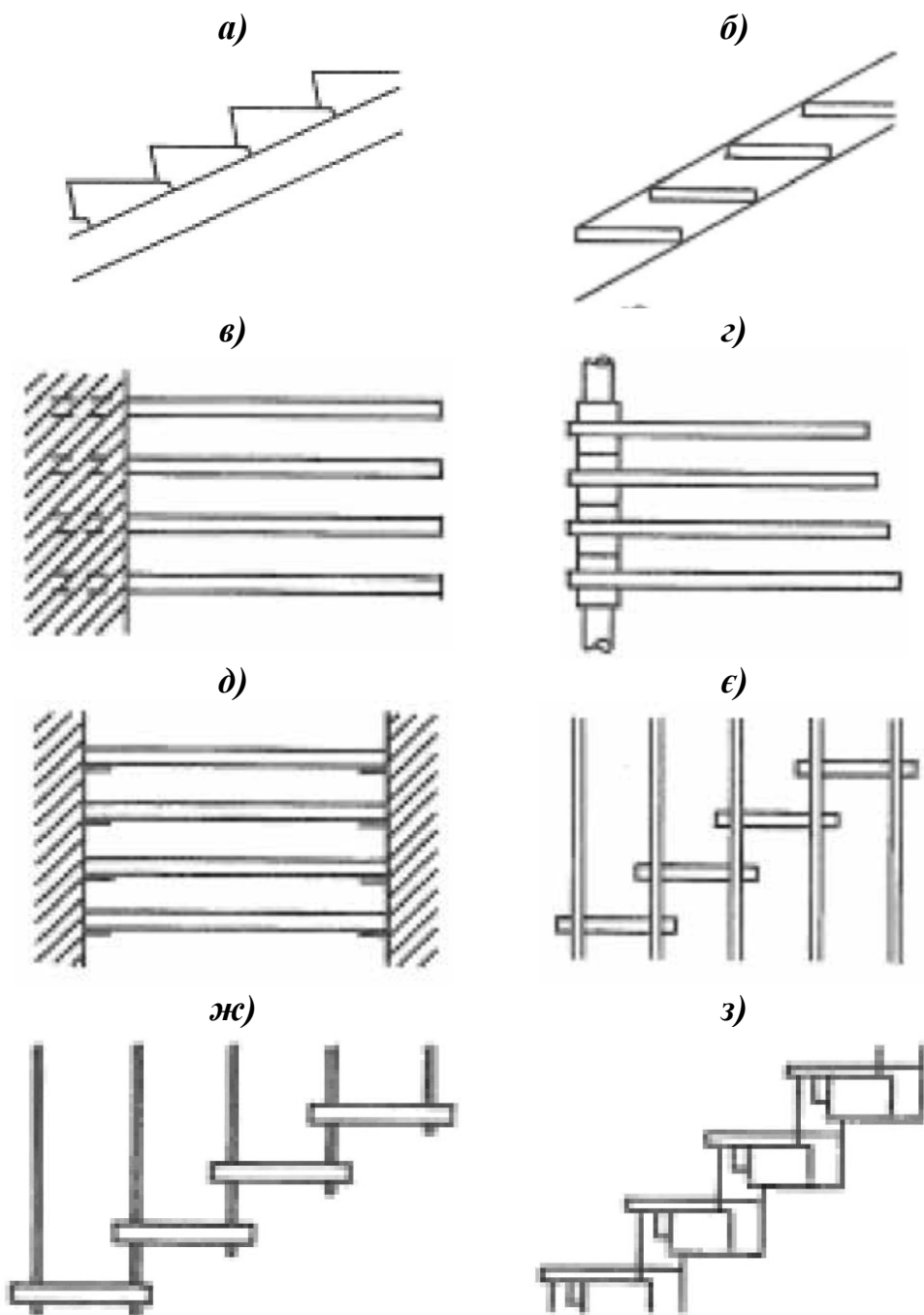


Рис. 3.33. Типи сходів за способами спирання:  
*а* – на косоурах; *б* – на тетивах; *в* – консольна на стіні;  
*г* – консольно-гвинтова на стійці; *д* – з спиранням на стіні;  
*е* – з спиранням на стійки; *ж* – підвісна;  
*з* – ланцюгова збірно-розбірна

Класифікація сходів по розміру сходів приведено в таблиці 3.4. та 3.5 та на рис. 3.34.

**Таблиця 3.4. Ухили сходів і пандусів**

Назва	Ухил	
	градуси	%
Сходи основні	14 – 45	25 – 100
Сходи допоміжні	45 – 60	100 – 173
Сходи приставні	60 – 90	більше 173
Пандуси	5 – 14	9 – 25

**Таблиця 3.5. Ухили сходів у залежності від їхнього призначення**

Призначення, тип руху	Ухил	
	градуси	%
Садові, терасні, зовнішні, вхідні сходи	14 – 20	25 – 36
Сходи для масового руху людей	20 – 30	36 – 58
Сходи житлових будівель, загального призначення для невеликих рух мас	30 – 40	58 – 84
Сходи зовнішні та внутрішні житлових будівель	35 – 45	70 – 100
Сходи житлових будівель, квартир для тимчасового сполучення	45 – 60	100 – 175

За пожежною класифікацією поділяють сходи і сходові клітки що призначені для евакуації, на:

→ **сходи типів:** 1 – внутрішні, розміщені в стінах; 2 – внутрішні відкриті; 3 – зовнішні відкриті;

→ **звичайні сходові клітки типів:** заклені або відкритими прорізами в зовнішніх стінах на кожному поверсі; 3

природним освітленням через засклені або відкриті прорізи в покритті;

→ **незадимлюваних сходових кліток типів:** зі входом до сходової клітки з поверху через повітряну зону по відкритих переходах, при цьому повинна бути забезпечена незадимляємість переходу; з підпором повітря до сходової клітки під час пожежі; з виходом до сходової клітки з поверху через тамбур-шлюз з підпором повітря.

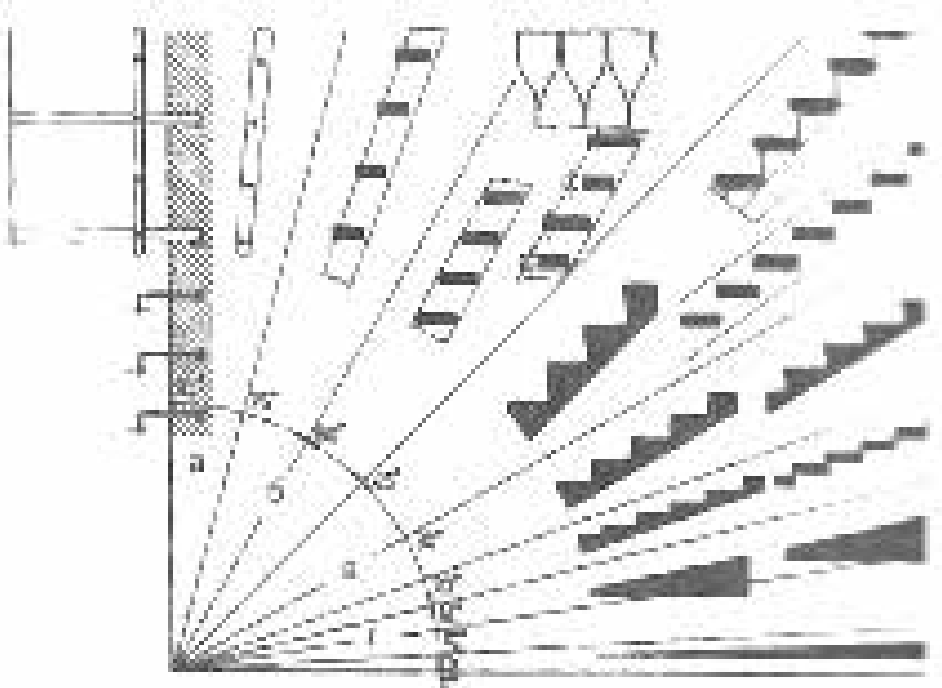


Рис. 3.34. Ухили сходів і пандусів:  
*a* – приставні сходи; *b* – тимчасові сходи;  
*c* – основні сходи; *d* – пандуси

Для забезпечення гасіння пожежі та рятувальних робіт передбачаються пожежні драбини типу: вертикальні; маршові з ухилом не більше 6:1.

### 3.14. Вимоги до сходів

Сходи – це зона підвищеного ризику, тому при її проектуванні необхідно приділяти особливу увагу ряду питань, що дозволяє знизити цей ризик до мінімуму.

Ухил і ширина сходових маршів, висота сходів, ширина сходів, ширина сходових площадок, висота проходів по сходах повинні забезпечувати комфорт і безпеку пересування та можливість пересування предметів в будівлі.

**Кількість підйомів** в одному марші між сходовими площадками (за винятком криволінійних допоміжних сходів) повинно бути не менше 3 і не більше 18. У одномаршових сходах, а також в одному марші дво- і трьохмаршових сходів в межах першого поверху допускається не більше 18 підйомів.

Застосування сходів з різною висотою щаблів не допускається.

**Ширина сходових площадок** повинна бути не менше ширини маршу і не менше 1,2 м.

**Ширина сходових маршів** у громадських будівлях повинна бути не менше: 1,35 м – для будинків з кількістю що перебувають у найбільш населеному поверсі не більше 200 осіб; 1,2 м – для будівель, що ведуть в приміщення, що не пов'язані з перебуванням в них глядачів; 0,9 м – в будівлях, що ведуть до приміщення в яких знаходяться одночасно не більше 5 осіб.

**Ухил маршів** сходів в надземних поверхах загального призначення будівель слід приймати не більше 1:2; для сходів що ведуть у підвальні та цокольні поверхи, на горище допускається приймати ухил 1:1,5.

Найменшу ширину і найбільший ухил сходових маршів житлових будинків слід приймати у відповідності до табл. 3.5.

Між двома маршами або між маршем і стелею повинна бути відстань не менше 2 м по вертикалі для забезпечення вільного переміщення дорослої людини.

**Висота огорожень** сходів повинна бути достатньою для попередження падіння і бути не менше 0,9 м. Огородження повинні бути безперервними, обладнані поручнями та розраховані на сприйняття навантажень не менше 0,3–1,0 кН/м (30–100 кгс/м) в залежності від призначення будівлі.

Сходові клітки проектують з **природним освітленням** через прорізи в зовнішніх стінах (крім сходів підвалів).

Особливо яскраво повинні бути освітлені перша і остання сходинки. У деяких випадках зручною є автоматизована система, що включає штучне освітлення на нетривалий час, достатній для того, щоб піднятися або опуститися по сходах.

**Передбачати на шляхах евакуації гвинтові сходи і запобіжні сходи не рекомендується.** При використанні криволінійних парадних сходів ширина сходів у вузькій частині повинна бути не менше 22 см, а службових сходів – не менше 12 см.

Одна з внутрішніх сходів в будівлях I і II ступенів вогнестійкості заввишки до 9 поверхів може бути відкритою на всю висоту будівлі за умови, якщо приміщення, де вона розташована, відокремлена від прилеглих до нього коридорів і інших приміщень протипожежними перегородками.

У будівлях I–III ступенів вогнестійкості внутрішні сходи з вестибюля до другого поверху може бути відкритої, якщо вестибюль відокремленим від коридорів та інших приміщень протипожежними перегородками із звичайними дверима.

У будинках заввишки 28 м (10 надземних поверхів) і більше сходові клітки належить передбачати незадимляемими. Одна з двох сходових кліток повинна бути незадимлюваної типу (з входом з поверху через повітряну зону).

**Складові частини сходів.** Головними елементами сходів є **сходи**, якими можна досягти основної мети – пересування по вертикалі. Першою в сходовому марші є **вхідна**, або **відправна**, сходинка; **проміжні** сходи розміщуються між відправною і **вихідною** (кінцевою) сходинкою; вихідна сходинка примикає до площадки зустрічного рівня.

За формою в плані (рис. 3.35) розрізняють сходові сходи: прямі (прямокутні), скошені, клиновидні (забіжні) і дугоподібні.

За формою вертикального перетину сходові сходи можуть бути (рис. 3.36): плоскі суцільні (закриті); профільовані суцільні (закриті); наскрізні (відкриті).

Верхню горизонтальну площадку сходів (робочу поверхню) називають сходинка. Різність рівнів між горизонтальними площадками сходінок (проступи) називають підсходиною.



Рис. 3.35. Форми сходів у плані:  
*a* – прямі; *б* – скошені; *в* – клиновидні (забіжні); *г* – дугоподібні

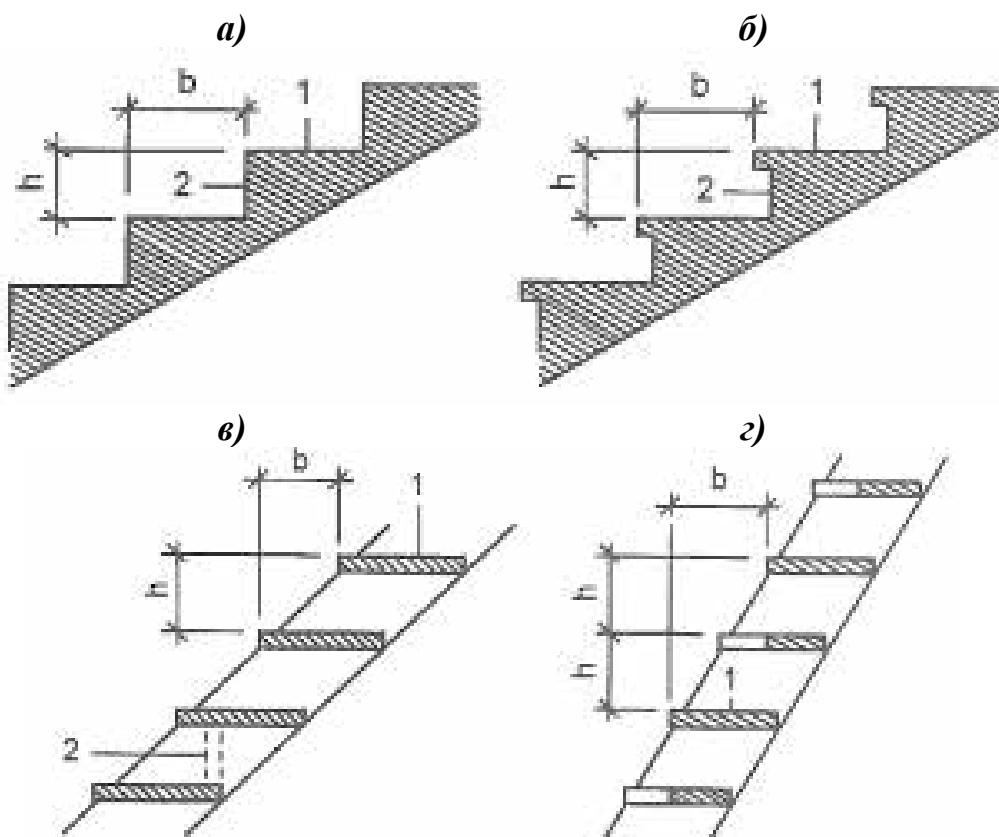


Рис. 3.36. Види сходів:  
*a* – плоскі суцільні (закриті); *б* – профільовані суцільні (закриті); *в* – наскрізні (відкриті); *г* – наскрізні типу метелик;  
*l* – проступ; *2* – підсхідець;  
*b* – ширина проступу; *h* – висота підсхідця

Залежно від конструктивно-статичних характеристик сходів їх сходи можуть мати різні варіанти спирання (рис. 3.37), головними з яких є:

- закладення в похилій плиті (монолітний варіант);
- закладення в косоурі (монолітний варіант)
- спирання на косоур;
- закладення в титиві (монолітний варіант);
- спирання на тятиву;
- спирання на стіну зверху;
- спирання на стіну збоку;
- спирання на стійку;
- закладення в стіну;
- підвіска (до поручнів, перекриттів, стін).

При цьому кожна сходинка може бути оперта по всій своїй довжині (наприклад, на плиту при монолітно-бетонному варіанті), тільки з одного боку (при консольному рішенні із закладенням в стіну або стовп, з оперттям на стійку); в більшості випадків сходи спирають з двох сторін або, при великій ширині, на три опори (на стіни, на косоури).

Безперервний ряд сходинок називається **сходовим маршем**. Залежно від конфігурації в плані розрізняють прямі і криволінійні (косі) марші.

У багатомаршевих сходів відповідно зі смисловим значенням їх назв є відправних (початкові), проміжні і вихідні (кінцеві) марші.

Розмір ширини підсходинок сходів визначають (вимірюють) по **лінії ходу** – лінії, по якій піднімаються або спускаються сходами. Лінія ходу сходового маршу є уявної і проходить по середині маршу для прямих сходів.

У разі марші з кривою або ламаною направляючою, у яких краї сходів не є паралельними, вона проходить на відстані 25–35 *см* (в середньому 30 *см*) від зовнішнього краю корисної (робочої) ширини сходового маршу.

Розмір 25–35 *см* взятий з практики. З цього виходить що для того, щоб пересування по сходах було зручним і безпечним, габаритна ширина будь-яких сходів повинна складати не менше 60 *см*.

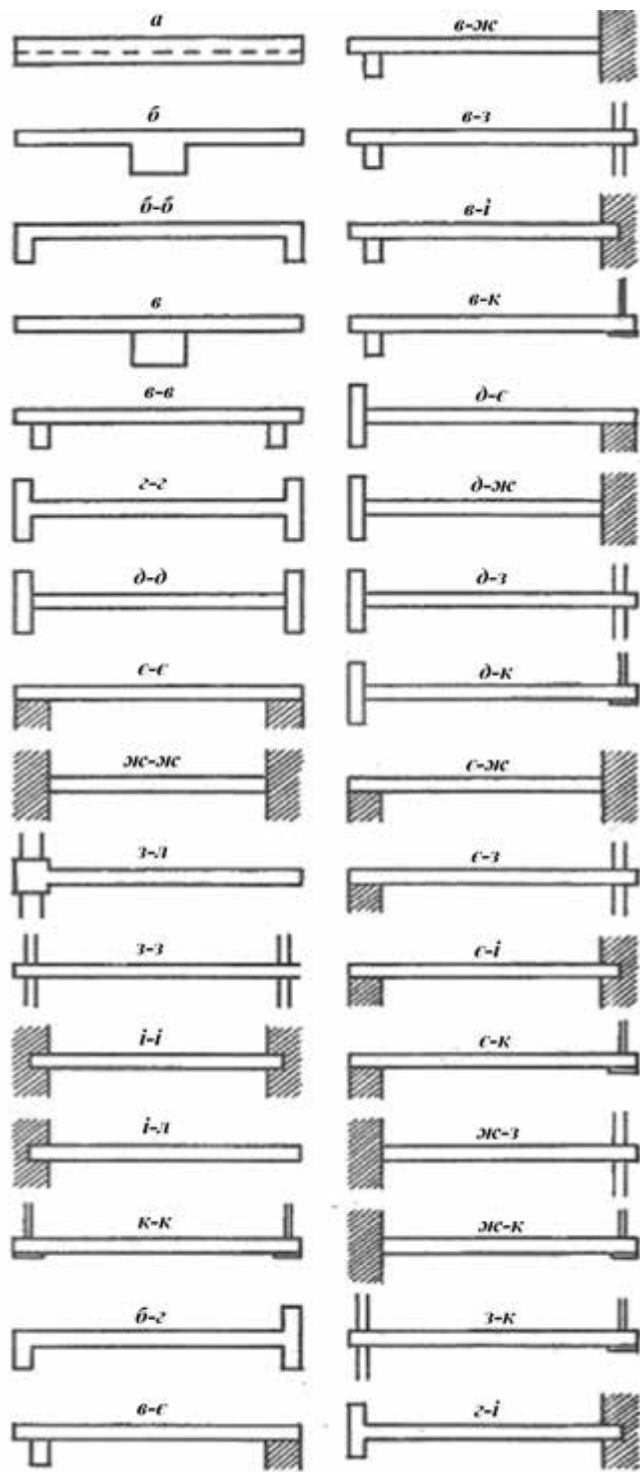


Рис. 3.37. Варіанти спирання сходов при різних конструкціях сходів

Ширина проступу як опорна поверхня для стопи постійна для сходів з прямими маршами; для сходів з криволінійними маршами (гвинтових) вона мінімальна біля центральної осі і максимальна у зовнішнього периметра.

Для гвинтових сходів ширина підсхідця повинна прийматися не менше 100 мм на відстані 150 мм від краю ступені (або від стійки).

Горизонтальна ділянка, що з'єднує сходові марші, називається **сходовою площадкою**. Розрізняють відправні і вихідні (конечні) сходові площадки – їхні рівні збігаються з рівнями поверхів (поверхові площадки), а також **проміжні** (міжповерхові) сходові площадки. Проміжні сходові площадки влаштовують для зручності ходу по сходах з великою кількістю сходинок (більше 15–18), а також в місцях повороту сходів.

Форма площадки залежить від взаємного положення маршів і може бути прямокутною, трикутною, багатокутною або мати криволінійний обрис в плані. Якщо напрямок горизонтальних проекцій двох маршів перпендикулярно один одному, то площадка може мати форму квадрата або чверті кола; якщо напрямлення маршів в плані паралельно один одному – форму прямокутника або півкола.

Двохмаршеві сходи, де відправний марш веде до проміжної площадки, від якої в різні боки розходяться два інших марші, називається **розпашним**.

Форма, що утворюється при застосуванні радіальних сходів, консольно закріплених на центральній стій сходів, називається сходовим гвинтом або гвинтовими сходами.

### **Приклад об'ємно-просторового і конструктивного рішення сходів**

Будівля корпусу літера «Б» КНЛУ розташована за адресою вул. Велика Васильківська, 73, Печерського району, має осьові розміри в плані 36,0×15,0 м, висота поверху 3,90 м, висота вестибюлю в осях «2–5», «В–Г» 5,0 м (рис. 3.38–3.46).

Будівля каркасної конструктивної системи, з сіткою залізобетонних колон 6,0×6,0 та 6,0×3,0 м.

Будівля обладнана трьома пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 500,0 кг та двома сходовими клітками в осях «1–2», «В–Г» та «7–8», «В–Г».



Рис. 3.38. Вхідна група будівлі корпусу літери «Б» в осях «3–5»

Монолітні залізобетонні сходи з забіжними східцями розташовані в вестибюлі між осями «2–4», «В–Г», на позн.-1.100 (рис. 3.41, 3.42).

Відповідно до інженерно-геологічного вишукування даного району ґрунт майданчика забудови складається з шарів:

- до глибини 0,40 м насипний ґрунт, представлений щебнем та піском;
- нижче до глибини 1,20 м супісок пилюватий жовтувато-бурий, шаром 0,8 м;
- 9,50–12,50 м пісок пилюватий світлосірий, кварцовий;
- до глибини 4,5 м глина «бура», жовта, жовтувато-сіра, легка, твердої консистенції, шаром 3,30 м;
- до глибини 21,40 м суглинок легкий зеленувато-сірий, бурий, пилюватий, тугопластичної консистенції, з прошарками піску, шаром 1,7 м.

Нормативні характеристики для основи під стовпові фундаменти та монолітну плиту сходів – щільність  $\rho=1,94 \text{ г/см}^3$ ,

питоме зчеплення  $C=33,0$  кПа, кут внутрішнього тертя  $\varphi=15^\circ$ , модуль деформації  $E=22,0$  МПа.



Рис. 3.39. Фрагмент фасаду будівлі корпусу літери «Б» в осях «1–3»

Грунтові води виявлені на глибині 6,0 м від поверхні ґрунту. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод знаходяться в межах 0,8 м. Грунтові води неагресивні щодо бетону та металу. Найбільша глибина промерзання ґрунту – 1,15 м.

Фундаменти під сходи – монолітна залізобетонна плита розмірами в плані 2,5×2,5 м, товщиною 500 мм з бетону класу С20/25.

Несуча конструкція сходів – криволінійна монолітна залізобетонна балка з бетону класу С20/25, перерізом 490×750 (h) мм, яка спирається на фундаментну плиту в осях «3–4», «В–Г» на позн. –1,100 та монолітну залізобетонну поздовжню балку перекриття другого поверху на позн. +3.900.

Монолітні залізобетонні сходи трапецієвидної форми в плані, розмірами 440×230 мм, висота присхідця 140 мм, довжиною 1820 мм спираються на криволінійну балку (рис. 3.44), клас бетону С20/25.



Рис. 3.40. Приміщення вестибюлю будівлі  
в осях «3-5», «А-В» на позн. -1,100



Рис. 3.41. Монолітні залізобетонні сходи з забіжними східцями  
в осях «2-4», «В-Г», на позн. -1.100



Рис. 3.42. Монолітні залізобетонні сходи запроєктовані для сполучення приміщення вестибюлю з другим поверхом між осями «В–Г», «2–4» на позн. +3,900



Рис. 3.43. Спирання криволінійної несучої балки на монолітну залізобетонну плиту між осями «3–4», «В–Г», на позн. –1.100



Рис. 3.44. Спирання нижнього схода на монолітну залізобетонну плиту між осями «3–4», «В–Г», на позн. –1.100



Рис. 3.45. Спирання криволінійної несучої балки сходів на монолітну залізобетонну поздовжню балку перекриття другого поверху по осі «В», між осями «2–3», на позн. +3.900



Рис. 3.46. Спирання монолітних залізобетонних східців трапецієвидної форми в плані на криволінійну балку між осями «2-4», «В-Г», на позн. -1,100...±0,000

Східці та міжповерхові площадки облицьовані мармуровими плитами, товщиною 16 мм. До бокових поверхонь східців приварені сталеві пластини розмірами 490×150 мм та 280×150 мм, до яких кріпляться стійки огородження.

Підлога вестибюлю – мозаїчно-бетонна, товщиною 50 мм.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 3***

1. Перерахуйте конструктивні схеми і рішення громадських будівель.
2. Наведіть та охарактеризуйте особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель.
3. Наведіть та охарактеризуйте об'ємно-просторові рішення житлових будинків.

4. Назвіть сучасні функціональні вимоги до житлових будинків.

5. Наведіть та охарактеризуйте об'ємно-просторові рішення спеціалізованих житлових будинків.

6. Наведіть та охарактеризуйте особливості об'ємно-просторових рішень каркасно-монолітних житлових будинків.

7. Перерахуйте конструктивні рішення каркасно-монолітних житлових будинків.

8. Наведіть та охарактеризуйте особливості об'ємно-просторових рішень громадських будівель.

9. Наведіть та охарактеризуйте об'ємно-просторові та конструктивні рішення промислових підприємств.

10. Яким чином можна поліпшити об'ємно-просторових рішень промислових будівель?

11. Що таке макетний метод та яким чином він використовується?

12. Наведіть приклад вибору профілю промислової будівлі. Які параметри необхідно враховувати під час вибору?

13. За якими принципами вибирають конструктивні рішення промислових будівель?

14. Перерахуйте загальні протипожежні заходи, які пред'являються до будівель.

15. За якими конструктивними ознаками класифікують сходи в громадських будівлях?

16. Наведіть та охарактеризуйте вимоги до сходів. Які типи сходів застосовуються у практиці проектування?

17. Наведіть та охарактеризуйте варіанти сходових маршів та сходових площадок. За якими параметрами обирається варіант розташування сходів у будівлях?

### **Практична робота 3**

**Тема:** Проектування нежитлових приміщень з виконанням умов їх зонування: планувальні структури і елементи квартир.

**Мета:** Навчитися визначати конструктивні системи та схеми будівлі що проектуються.

**Завдання:** Для закріплення матеріалу за темою практичної роботи необхідно врахувати:

1) об'ємно-просторові рішення спеціалізованих житлових будинків;

2) об'ємно-просторових рішень каркасно-монолітних житлових будинків;

3) об'ємно-просторові та конструктивні рішення промислових підприємств;

5) протипожежні заходи при проектуванні та вимоги до конструктивних елементів;

б) повітрообмін у будівлі відповідно до санітарних норм.

## РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ТА ПОКРИТТЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

### 4.1. Конструкції елементів каркасу

Залізобетонні каркаси багатопверхових громадських будівель складаються із фундаментів, колон, стінок-діафрагм жорсткості, ригелів, панелей перекриття і покриття [18].

Фундаменти під залізобетонні стовпові колони стаканного типу і під стінку-діафрагму стрічкові (монолітні). Залізобетонні колони розраховані на висоту поверхів 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6 м, для підвалів 2,9; 2,4 м. В елементах колон нижніх поверхів будівель, що сприймають навантаження до 2000 тс на колону, роблять сталеві серцевини з облицюванням шару бетону в 6–8 см, для захисту від високих температур при пожежі, рис. 4.1.

Сталеві серцевини дозволяють зберігати ті ж розміри колон, що і у верхніх поверхах.

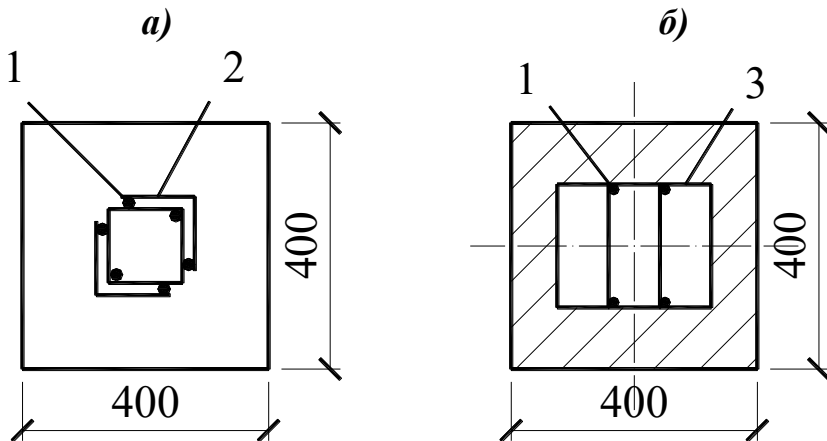


Рис. 4.1. Залізобетонні колони із сталеві серцевини:

*а* – із кутика; *б* – із полосової сталі;

1 – зварка; 2 – кутик; 3 – полосова сталь

Стики елементів колон по висоті роблять за допомогою металевих оголовок по торцях кожного елемента шляхом зварки і замонолічування бетоном по сітці. Виконують так званий „сухий стик” з передачею зусиль на бетон, з автоматичною зваркою арматури й зачеканкою жорстким

бетоном зазору між торцями колон, перевага – економія металу, рис. 4.2. Для зручності монтажу цей стик виконують над перекриттям на 0,6–1 м.

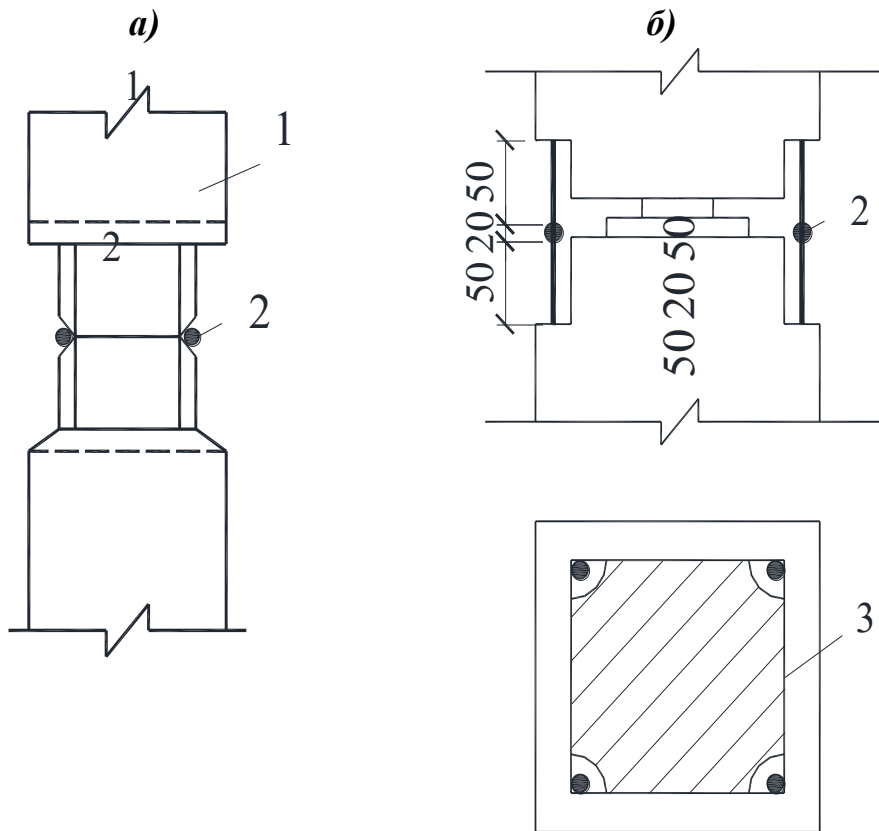


Рис. 4.2. З'єднання колон: *а* – стик залізобетонної колони по висоті; *б* – сухий стик залізобетонної колони; *1* – колона; *2* – зварка; *3* – зачеканка жорстким розчином

Зв'язкові діафрагми уніфікованих каркасів є залізобетонні стінки, жорстко з'єднані з колонами за допомогою зварки та закладних елементів.

Стінки мають в верхній частині консолі, що дозволяє збільшити їхню стійкість, зменшити затрати металу і використовувати консолі для спирання плит перекриття, рис. 4.3. Товщина зв'язкових стінок у залежності від кількості поверхів в будівлі приймається 120, 140, 180 мм.

Панелі перекриття і покриття для громадських будівель використовують такі ж самі для житлових будинків.

Робота конструкцій покриття характерна передачею навантаження від верхніх огорожувальних елементів покриття (плит, прогонів) на несучі конструкції (балки, ферми).

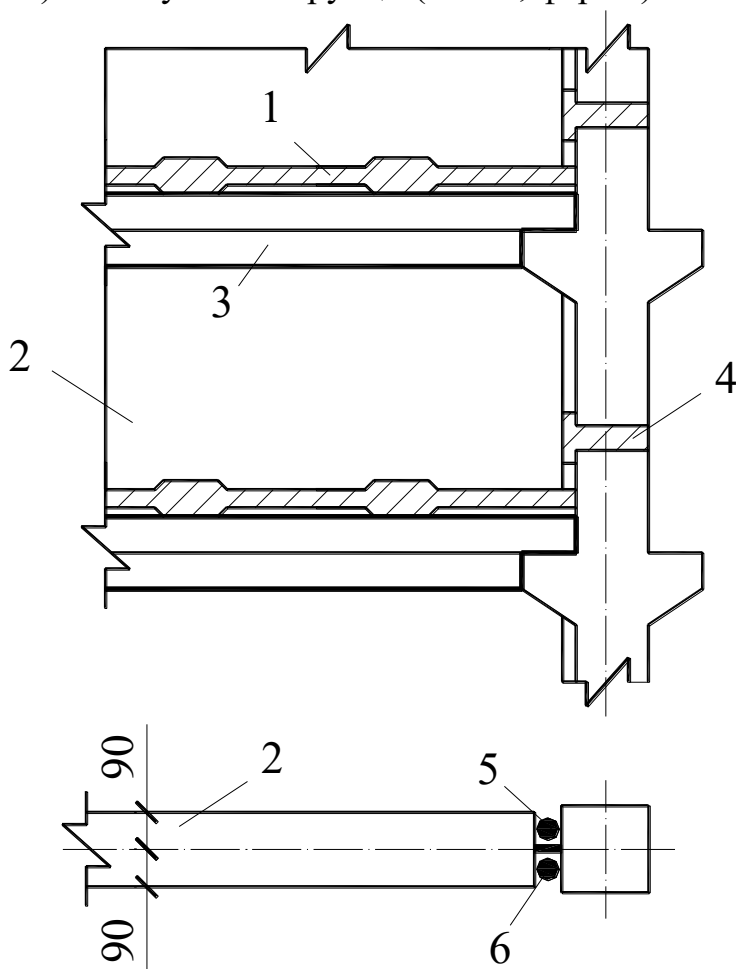


Рис. 4.3. З'єднання зв'язкових стінок з колонами:  
 1 – бетон; 2 – зв'язкова стіна; 3 – ригель; 4 – зачеканка бетоном;  
 5 – зварка; 6 – арматурні випуски зі зв'язкової стіни

Сприйняття вітрових навантажень і просторова жорсткість такої конструктивної системи забезпечується за допомогою жорсткого стикування за допомогою зварки. Якщо покриття виконано у вигляді настилу, просторова жорсткість забезпечується за допомогою горизонтальних зв'язків в площині верхнього і нижнього поясів ферм. У покриттях приміщень з прогоном до 30 м використовують попередньо

напружені залізобетонні конструкції (балки, ферми). При прогонах більше 30,0 м використовують сталеві ферми.

У будівлях з великими прогонами використовують рамні конструкції, рис. 4.4. Особливість статичної роботи рам є жорстке з'єднання ригелів із стійками. Рами можуть мати горизонтальний або ламаний ригель, вертикальні або нахилені стійки.

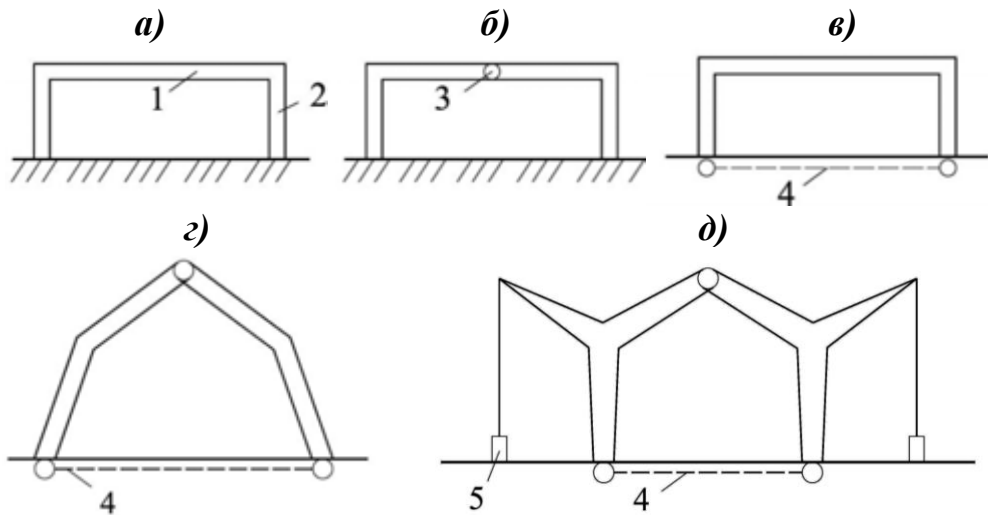


Рис. 4.4. Схеми великопрогонових рам:

- а* – безшарнірна; *б* – одношарнірна; *в* – двошарнірна;
- г* – тришарнірна; *д* – тришарнірна з консолями і відтяжками;
- 1 – ригель; 2 – стінка; 3 – шарнір;
- 4 – затяжка; 5 – анкерний фундамент

Безшарнірні рами використовують при будівництві на щільних ґрунтах і при надійному забезпеченні від нерівномірних осадок.

Розділення цих рам на збірні елементи ускладнено.

Одношарнірні рами складаються з 2-х Г-образних елементів, з'єднаних шарніром. Ці рами дозволяють зменшити розміри розрізу ригеля, але потребує значних розмірів колони.

Двошарнірні рами мають шарнірне спирання стійок на фундаменти. Тому нерівномірність осадок не визиває деформації рами. Переріз стійок може бути невеликим, тому як момент біля опори зменшується, а переріз ригеля в прогоні буде великим.

У тришарнірній рамі забезпечується можливість переміщення в площині рами без порушень її роботи в цілому. В таких рамах статична робота полягає в концентрації згинаючих сил в жорстких вузлах і зменшення їх величин біля шарнірів. Поєднання збірних елементів легше ніж в інших рамах.

У рамних конструкціях покриття з консолями зменшується навантаження згинаючого моменту в прогоні ригеля і більш рівномірні навантаження на колони в фундаменті. Виліт консолей приймається  $1/3-1/5$  від прогону ригеля. Для зменшення згинаючого моменту в прогоні ригеля до консолі підвищують огороження у вигляді вітражів і легких панелей або анкерують в основі сталеві попередньо-напруженої зтяжки, прикріпленої до кінців консолей.

Несучі конструкції великопрогонних покриттів можуть бути у вигляді арок кругового, параболічного, еліптичного і стрілкоподібного окреслення, по якому укладаються плити, рис. 4.5.

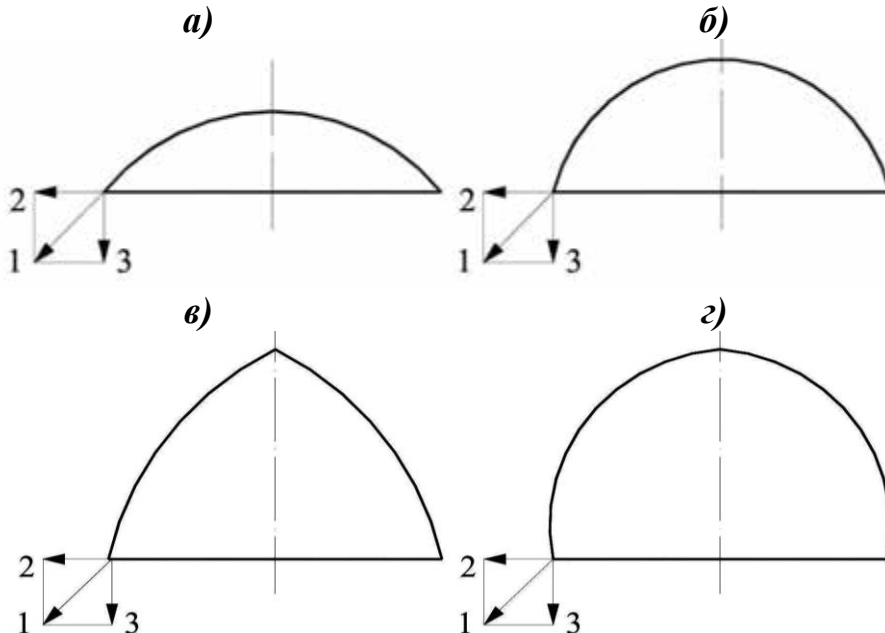


Рис. 4.5. Несучі конструкції великопрогонних покриттів:

*а* – кругла; *б* – напівциліндрична;

*в* – стрілкоподібна; *з* – параболічна;

*1* – результуюча; *2* – горизонтальна складова реакції опори;

*3* – вертикальна складова

Завдяки формі арки сприймають в основному зусилля стиску, що дозволяє ефективно використовувати матеріал.

При розміщенні п'яти арок на рівні ґрунту, розпір може сприйматися розтяжками, що знаходяться нижче рівня підлоги.

Якщо п'ята арки спирається на колони, стіни, розпір може сприйматися зтяжками, опірними стійками, передаючи зусилля на фундамент.

## 4.2. Конструкції тришарнірних рам в одноповерхових будівлях

Основна мета проектування тришарнірних рам: забезпечення надійної та безпечної роботи каркасу, зменшення витрат матеріалів, затрат праці при виготовленні та при транспортуванні.

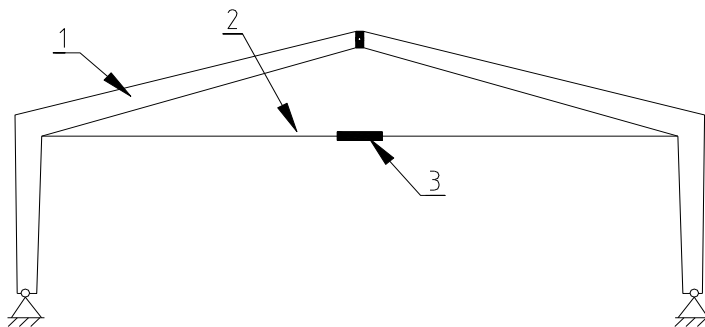


Рис. 4.6. Залізобетонна рама с зтяжкою при наявності динамічного обладнання:

1 – полурама; 2 – зтяжка з декількох металевих стрижнів;  
3 – муфта для з'єднання стрижнів

Така рама дозволяє регулювати жорсткість конструкції та частоту власних коливань, щоб вони різнились від частот вимушених сил і моментів динамічного обладнання (рис. 4.6, 4.7, 4.8).

Стінові панелі мають один або декілька віконних прорізів. Вертикальні ребра розташовані із зовнішнього боку стінових панелей і по краях віконного прорізу і виконані з виступом за зовнішню межу панелі з вирізом у верхньому торці.

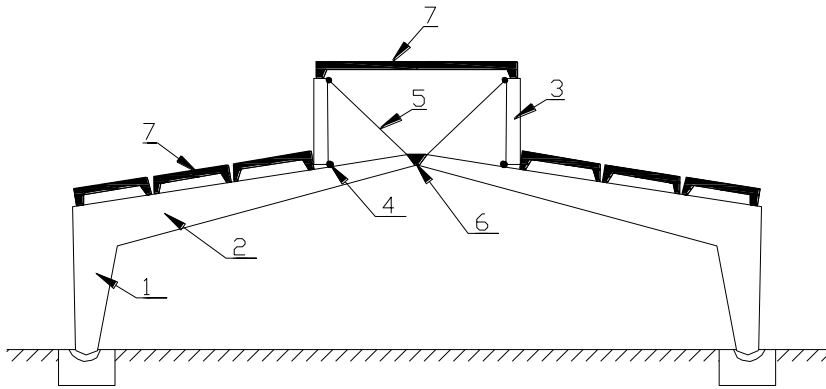


Рис. 4.7. Рама каркасу будівлі з аераційними ліхтарями:  
 1 – Г-подібні напіврами; 2 – стійки аераційних ліхтарів;  
 3 – нижній торець стійки; 4, 6 – шарнірне з'єднання;  
 5 – металеві в'язі; 7 – плити покриття

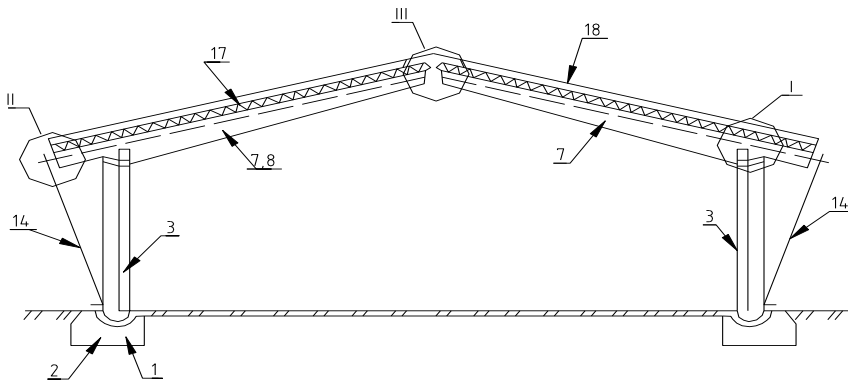


Рис. 4.8. Одноповерхова рама із збірних конструкцій:  
 1 – фундамент з підколонником стаканного типу; 2 – виступ  
 стакана фундаменту; 3 – стінові панелі з горизонтальними та  
 вертикальними ребрами; 7 – плити покриття

Стінові панелі шарнірно з'єднані з фундаментами за допомогою установки виступів в стаканах фундаментів. Горизонтальне ребро стінових панелей (3) розташовано по центральній поперечній осі панелі між вертикальними ребрами і виконує роль розпірки. Плити покриттів виконані з одним попередньо напруженим ребром змінного перерізу по довжині, розташованим по центральній осі, і поперечними ребрами.

Плити покриттів спираються вільно і консольно-подовжнім ребром на верхній торець вертикального ребра (б) стінових панелей (3) в місці вирізу.

Кріплення плит покриттів із стіновими панелями здійснено за допомогою похилих затяжок, що сполучають зовнішній торець поздовжніх ребер плит покриттів з вертикальним ребром стінових панелей в його нижній частині.

Кут нахилу  $\beta$  затяжок до вертикального ребра дорівнює куту нахилу  $\alpha$  плит покриття до горизонталі. Вузол з'єднання затяжок з поздовжнім ребром розміщується вище нейтральної осі плит покриття.

При такій конструкції рами (рис. 4.9) зменшуються зусилля в затяжці та витрати матеріалу. В цій рамі ригелі виконані різної довжини. Короткі ригелі встановлені на середню стійку. Гребеневі вузли рами сполучені затяжкою.

Збірна рама багатопрогонної будівлі складається із стійок, на які оперти ригелі. Короткі ригелі оперти на середні стійки двопробонних секцій. Затяжка об'єднує гребеневі вузли двопробонної секції.

Оптимальне співвідношення довжин ригелів 1:2. Позитивний ефект досягається за рахунок зменшення зусилля в затяжці та зменшення її довжини.

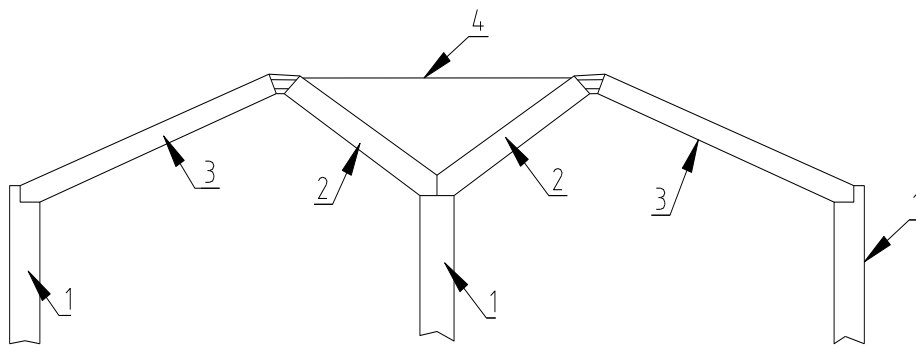


Рис. 4.9. Конструкція збірної рами багатопрогнової будівлі з затяжкою: 1 – стійка; 2, 3 – ригель; 4 – затяжка

Конструкція збірної багатопрогнової будівлі з затяжкою (рис. 4.10), що зменшую затрати при виготовленні та збільшую корисний об'єм будівлі.

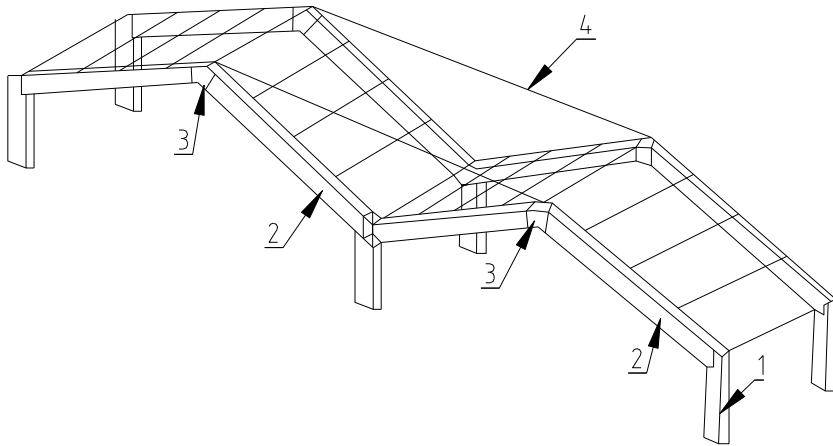


Рис. 4.10. Збірна багатопрогонова будівля з затяжкою:  
 1 – стійка; 2 – ригель; 3 – пластини; 4 – затяжка

Збірна рама багатопрогонової будівлі складається із стійок, на які спираються ригелі. Стики ригелів із стійками можуть виконуватися жорсткими і шарнірними, при цьому стики стійок з фундаментами виконуються відповідно шарнірними і жорсткими. Ригелі з'єднуються між собою шарнірно за допомогою пластин на болтах. Затяжка з'єднує гребневі вузли і кріпиться до закладних деталей ригелів. При жорсткому з'єднанні стійок з фундаментами і шарніром з ригелями затягування встановлюються у вузлах ексцентрично, нижче за нейтральну вісь ригелів.

Економічний ефект досягається за рахунок використання типових форм для виготовлення рам більшої висоти і перерізу елементів рами в площині дії згинаючих моментів, з використанням ефекту попереднього напруження.

Такий вид рами підвищує надійність при експлуатації.

Рамна конструкція складається з двох шарнірно сполучених в гребні напіврам, що включають ригелі і стійки, залізобетонної ґратчастої балки з паралельними поясами, прикріпленою жорстко до ригеля (рис. 4.11). Пристрій додаткового жорсткого елемента у вигляді ґратчастої балки в рівні ригеля змінює характер розподілу моментів в рамі і зменшує їхні розрахункові значення.

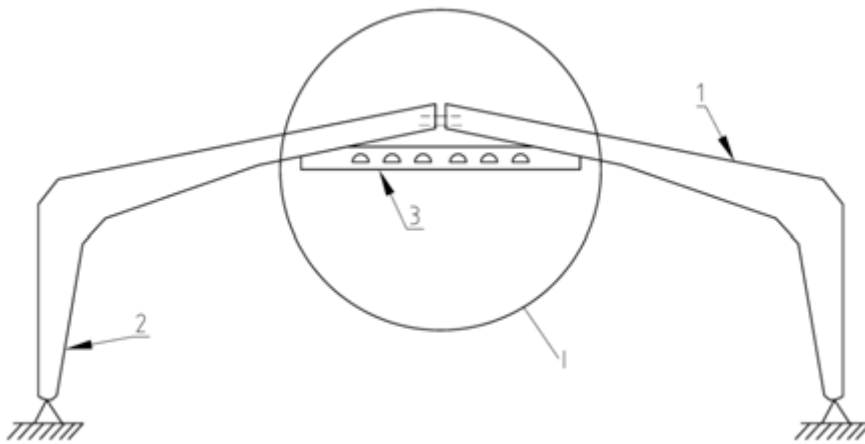


Рис. 4.11. Залізобетонна рамна конструкція:

1 – ригель рами; 2 – стійка; 3 – залізобетонна ґратчаста балка

При жорсткому кріпленні додаткового елемента до ригеля він не лише виконує функції затяжки, але і працює на сприйняття згинаючого моменту, подовжньої і поперечної сил. Тому використання залізобетонних ґратчастих балок раціональне, оскільки середній шар балочних конструкцій в роботу не включається. Нижній армований пояс залізобетонної балки сприймає зусилля розтягу. Витрата арматури при цьому менше в порівнянні з металевими затяжками. Збільшується жорсткість рами і значно знижується максимальний момент у вузлі з'єднання стійки з ригелем, підвищується корозійна стійкість конструкції при експлуатації в тваринницьких сільськогосподарських будівлях.

Збірна залізобетонна конструкція рами що дозволяє збільшення висоти будівлі (рис. 4.12).

Рама включає Г-подібні напіврами, жорстко сполучені із зовнішнього боку планками із задалегідь напруженими стрижньовими елементами, виготовленими окремо. До напіврам в зоні мінімальних згинаючих моментів, кріпляться прогонні вставки і вертикальні кронштейни для кріплення рейки крану підвісного обладнання. Задалегідь напружена затяжка закріплюється в карнизних вузлах рами з переломом її осі в ковзаючих опорах вертикальних кронштейнів і забезпечується підвісками.

Заздалегідь напружені стрижньові елементи виготовляються окремо в спеціальній формі з натягненням арматури на упори і подальшим кріпленням їх за допомогою планок до Г-подібної стійки зварними швами. Стик ригеля з прогонними вставками і кронштейнами виконується на монтажі зварними швами з пропуском через ковзаючі опори металевих затяжок з її натягненням гайками по торцях рами.

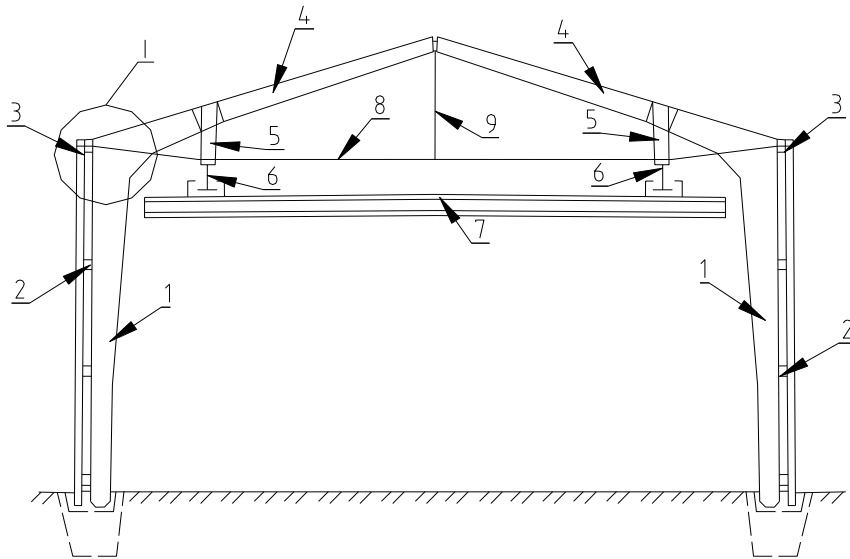


Рис. 4.12. Збірна залізобетонна конструкція рами:  
 1 – Г-подібні напіврами; 2 – планки; 3 – стрижньовий елемент;  
 4 – прогонні вставки; 5 – кронштейни; 6 – рейки для крану;  
 7 – підвісне обладнання; 8 – затяжка; 9 – підвіска

При виконанні такої рами спрощуються конструкції, збільшується відстань в прогонах за рахунок зменшення горизонтальних зусиль (рис. 4.13).

Каркас містить збірні тришарні рами із затяжками, прогони, водозливні лотки на покрівлі, плити, водорозподільні зливні гребневі лотки і пристінні, короткі залізобетонні опори. Кожна рама складається з двох збірних напіврам, сполучених в гребні шарнірно, що полегшує і спрощує монтаж їх і забезпечує їхню транспортабельність.

Сійки двох з'єднаних напіврам на консолі однієї короткої хрестоподібної залізобетонної опори також шарнірно.

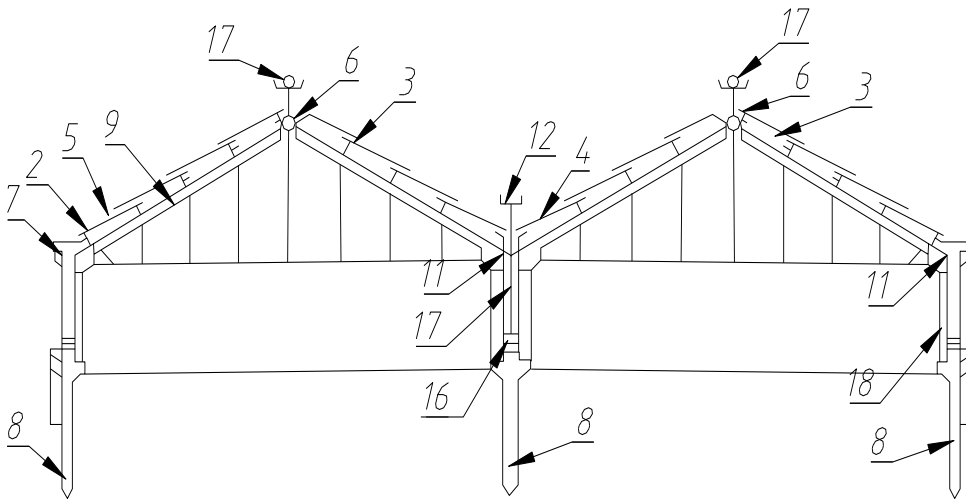


Рис.4.13. Каркас несучих конструкцій багатопрогової будівлі:

- 1 – тришарнірні рами; 2 – затяжка; 3 – прогони;  
 4 – водозбірні лотки; 5 – плити;  
 6, 7 – водорозподільні зливні гребневі лотки та пристінні;  
 8 – короткі залізобетонні опори; 9 – напіврами

При використанні рами з габаритною схемою (рис. 4.14) зменшується кількість типів збірних елементів при збільшенні габаритних параметрів тришарнірних рам.

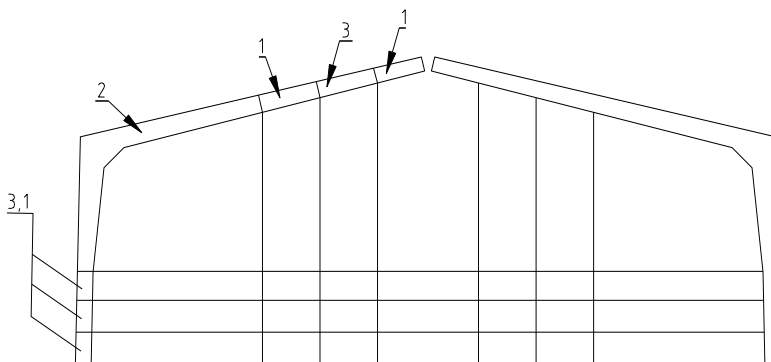


Рис. 4.14. Узагальнена габаритна схема тришарнірних рам, що утворюються напіврамами із комбінованими елементами:

- 1 – прогонного елемента; 2 – Г-подібної стійки;  
 3 – елемента стійки

Напіврама складається з прогонного елемента, Г-подібної стійки і елемента стійки. Прогонні і елементи стояків виконані різної довжини, причому розміри прогонних і елементів стояків різні (не однакові, не збігаються між собою). Торці прогонних і елементів стояків і Г-подібної стійки мають однакові розміри і співпадаючі між собою закладні деталі кріплення.

Стойка має міцність, що забезпечує працездатність напіврами при з'єднанні її з прогонними або елементами стійок любої довжини і до кожного з них з любого її торця.

Стойка включає частину довжини ригеля і частину висоти стійки, які можуть мінятися за призначенням своїми місцями при повороті стійки у власній площині, а при з'єднанні їх з елементами 1, 3 утворюють повну довжину ригеля і повну висоту стійки напіврами, які також можуть мінятися місцями при комплектації. Стики стійки з елементами 1, 3 виконані "сухого" типу шляхом зварки закладних деталей з деталями кріплення.

Однакові розміри торців і співпадаючі між собою закладні деталі у всіх елементах (1, 2 і 3) дозволяють замінювати їх між собою в різних комбінаціях, включаючи поворот Г-подібної стійки у власній площині, без попередньої підгонки, утворюючи ригелі і стійки напіврам і, міняючи їх місцями, стійки і ригелі.

З'являється можливість з певної групи індустріальних елементів багато разів збільшити число об'ємно-просторових рішень будівель виробничого та іншого призначення, серійно виготовляти рами з "індивідуальними" габаритними параметрами, в масово застосовуваних варіантах виключити надлишки площ або обсягів або усунути стислість технологічних або функціональних процесів в будівлях за рахунок повної відповідності необхідних і "надаються" об'ємно-просторові параметри.

Тришарнірна рама з консолями (рис. 4.15) забезпечує підвищення надійності за рахунок стійкості напіврам. Будівля включає тришарнірних раму з двох напіврам з урівноваженими консолями, покриття та стінові панелі. Напіврами обперті на фундаменти. Стінові панелі підвішені до консолей.

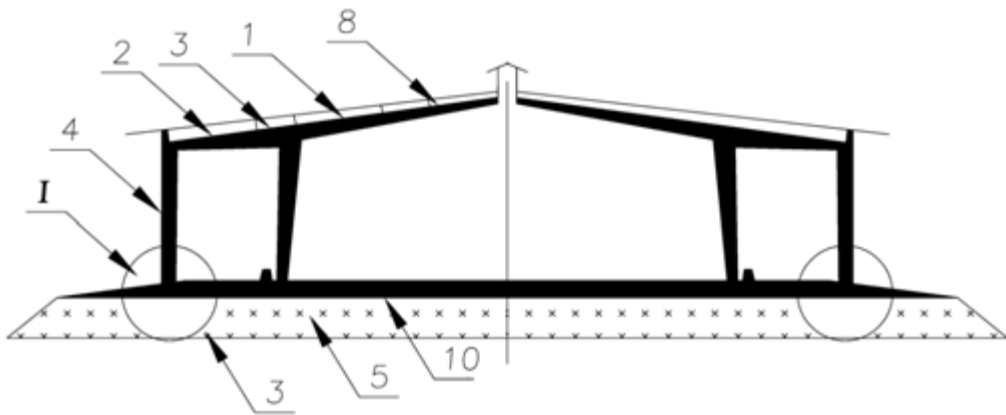


Рис. 4.15. Тришарнірна рама з урівноваженими консолями:

- 1 – напіврами; 2 – урівноважені консолі; 3 – покриття;
- 4 – фундаменти; 5 – стінові панелі; 6 – плити підлоги;
- 7 – зазор; 8 – болти, що стягують; 9 – опорні кутики;

Будівлю обладнано великорозмірними плитами підлоги, розташованими в крайніх прогонах і підвішених до стінових панелей з зазором за допомогою болтів що стягуються, заанкерованих в плитах підлоги, і опорних кутиків 9, прикріплених до стінових панелей. Конструкція будівлі працює наступним чином. Навантаження від частини покриття, що знаходиться більшою своєю масою на ригелі напіврами, частково урівноважена навантаженням від частини покриття, розташованого на консолях, і стінових панелей. Навантаження від плит підлоги врівноважує напіврами, виключаючи зусилля розпору в фундаментах. Стінові панелі, з'єднані з напівригелями і плитами підлоги, утворюють замкнену систему, забезпечуючи стійкість напіврам.

Тришарнірна рама з консолями (рис. 4.15) також забезпечує спрощення монтажу будівлі.

Розглянемо будівлю, що включає тришарнірні рами, які складаються з двох напіврам з урівноваженими консолями, стінові панелі і з'єднані з ними великорозмірні плити підлоги і покриття, рис. 4.16.

Великорозрізні плити підлоги і стінові панелі жорстко з'єднані між собою з утворенням L- або  $\perp$  – подібних блоків і

виконані з гніздами для шарнірного спирання консолей і стійок, напіврам.

Довжина L- або  $\perp$ - подібних блоків дорівнює кроку тришарнірних рам, при цьому блоки можуть бути встановлені між поперечними осями 10 будівель або із збігом їхньої осі 11 з поперечною віссю 10 будівлі.

Стійкість рам забезпечена плитами покриття і L- або  $\perp$ - подібних блоків. До установки плит покриття рами розкріплюють по лінії гребню монтажними зв'язками.

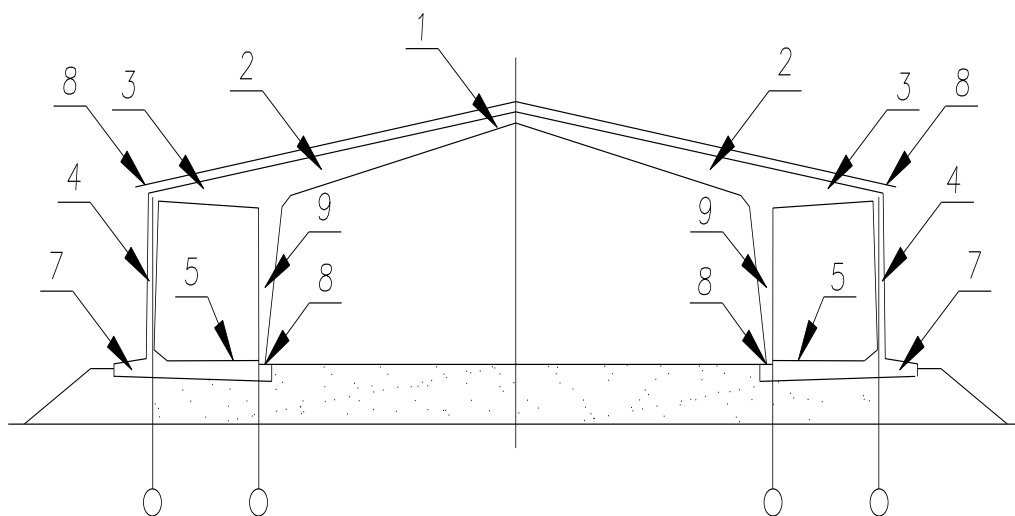


Рис. 4.16. Тришарнірна рама з урівноваженими консолями:  
 1 – тришарнірна рама; 2 – напіврами; 3 – урівноважені консолі;  
 4 – стінові панелі; 5 – плити підлоги; 6 – покриття;  
 7 – блоки; 8 – гнізда; 9 – стійка; 10, 11 – поперечні осі

Тришарнірна рама може використовуватись при підвищенні сейсмостійкості будівлі (рис. 4.17).

Каркас, утворений жорсткими кріпленням стійки і ригеля та з'єднані шарнірно з фундаментами і між собою в гребеневому вузлі, і прогони. Напіврами встановлені в плані під кутом до поперечних осей каркаса і сполучені жорстко між собою металевими елементами уздовж будівлі попарно кінцями ригелів і стійками з утворенням зигзагоподібних в плані просторових напіврам.

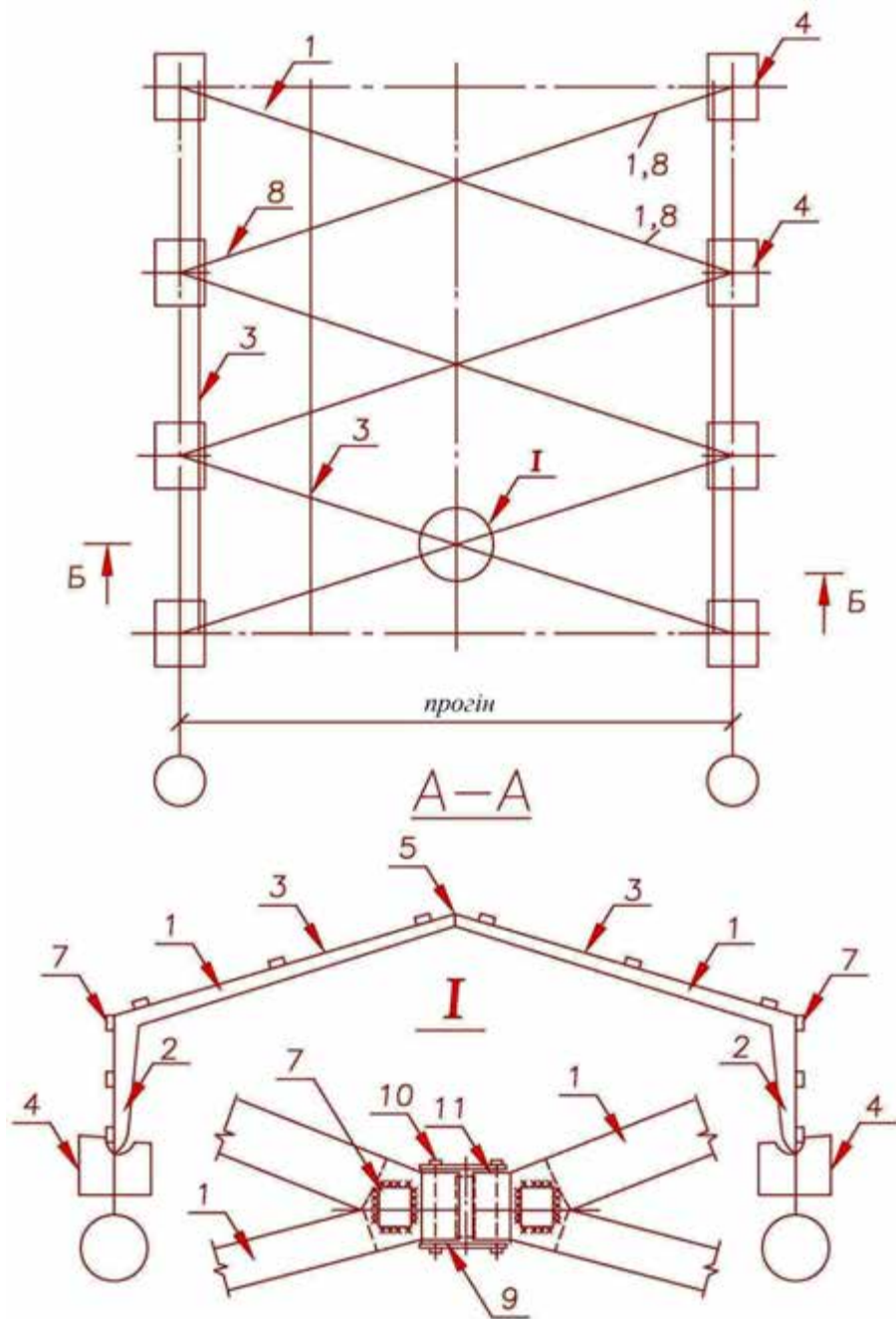


Рис. 4.17. Каркас одноповерхової сейсмостійкої сільськогосподарської будівлі з напіврамом:  
 1 – каркас; 2 – стійки; 3 – ригель; 4 – фундамент; 5 – вузол гребню; 6 – прогони; 7 – металеві елементи; 8 – напіврама;  
 9 – металева пластина; 10 – болт; 11 – металевий ролик

Ригелі напіврам з'єднані між собою в гребеновому вузлі за допомогою сполучних металевих пластин, прикріплених до ригелів за допомогою болтів, таких, що проходять через отвори в кінцях ригелів і циліндрового металевого ролика, створюючого шарнірне сполучення ригелів і напіврам.

Вертикальні навантаження сприймають напіврами. При дії на будівлю горизонтальних сейсмічних навантажень, створений каркас з просторових напіврам працює як жорстка конструктивна схема в подовжньому і поперечному напрямках будівлі.

У результаті досягнення високої жорсткості каркаса в подовжньому напрямі будівлі відпадає необхідність пристрою металевих зв'язків по верхньому поясу ригелів напіврам, посилення прогонів і місць їх кріплення до ригелів.

Каркас рами сільськогосподарської будівлі (рис.4.18) орієнтований на зменшення матеріалоемності та підвищення індустріальності.

Каркас сільськогосподарської будівлі, що складається з тришарнірних рами, виконані з Г-подібних напіврам і сполучені між собою розпірками.

Стійки і ригелі напіврам забезпечені поперечними консольними ребрами і контурними подовжніми ребрами, об'єднуючими вільні кінці поперечних ребер з утворенням просторової конструкції рам.

Контурні ребра стійок напіврам з'єднані з нижнім кінцем стійок. Рами оперти на фундаменти.

Конструктивне рішення стінового огорожування може варіюватися залежно від потреб замовника і наявності матеріалів і може бути виконано, наприклад, з хвилястих азбестоцементних листів (холодне покриття) або плит на дерев'яному каркасі з азбестоцементних швелерів екструзій (тепле покриття).

Рама однопрогонна з двоскатним покриттям (рис. 4.19) також орієнтована на зменшення матеріалоемності та підвищення індустріальності.

Будівля з двоскатним покриттям, що складається з стінового обгороджування, спирається на фундамент,

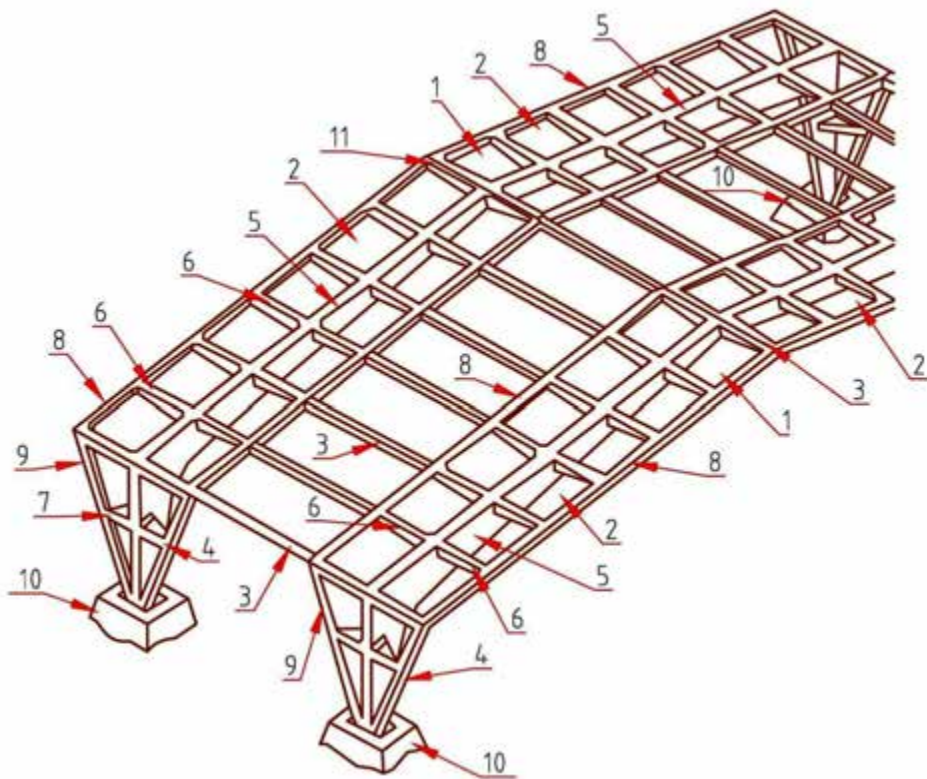


Рис. 4.18. Каркас одноповерхової сейсмостійкої сільськогосподарської будівлі з напіврам:  
 1 – тришарнірні рами, 2 – Г-подібні напіврами; 3 – розпірки;  
 4 – стійки; 5 – ригелі; 6, 7 – поперечні консольні ребра;  
 8, 9 – контурні подовжні ребра; 10 – фундамент

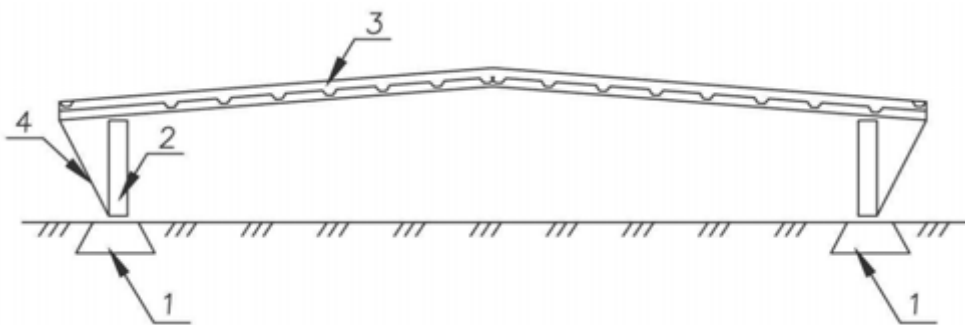


Рис. 4.19. Однопрогонова будівля з двоскатним покриттям:  
 1 – фундамент; 2 – стінові панелі;  
 3 – плити покриття; 4 – підкоси

залізобетонних ребристих плит покриття, підкосами, а стінне обгороджування з ребристих плит покриття, опертих на фундаменти своїми подовжніми ребрами, при цьому плити покриття розміщені впоперек будівлі і спираються одним кінцем на стінові панелі з утворенням консолі кожної плити приєднаної підкосами до фундаменту.

Використання типового оснащення плити  $3 \times 12$  м дозволяє влаштувати будівлю сільськогосподарського призначення з прогонами в межах 21 м. При цьому зменшується кількість збірних елементів будівлі в порівнянні з відомим в 2 – 2,5 разу.

Рамна консольна конструкція будівлі дозволяє раціонально використовувати міцнісні якості матеріалу при підвищенні жорсткості конструкції і відповідно зменшити матеріаломісткість фундаментів за рахунок зменшення розпору.

Відсутність ригеля рами, як окремого елемента, знижує висоту будівлі на 10–17%, що зменшує матеріаломісткість стінового обгороджування і експлуатаційні витрати на опалювання і вентиляцію будівлі.

#### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 4***

1. Наведіть приклад залізобетонної колони із сталеві серцевини.
2. Наведіть приклад схеми великопрогонних рам. Безшарнірні рами.
3. Наведіть приклад схеми великопрогонних рам. Одношарнірні рами.
4. Наведіть приклад схеми великопрогонних рам. Двошарнірні рами.
5. Наведіть приклад схеми великопрогонних рам. Трьохшарнірні рами.
6. Наведіть приклад залізобетонної рама с затяжкою при наявності динамічного обладнання.
7. Наведіть приклад рами каркасу будівлі з аераційними ліхтарями.
8. Наведіть приклад одноповерхової рама із збірних конструкцій.

9. Наведіть приклад конструкція збірної рами багатопроектної будівлі з затяжкою.

10. Наведіть приклад залізобетонної рамної конструкції з балкою.

11. Наведіть приклад збірної залізобетонної конструкції рами що дозволяє збільшення висоти будівлі.

12. Наведіть приклад каркас несучих конструкцій багатопроектної будівлі.

13. Наведіть приклад рами з габаритною схемою.

14. Наведіть приклад тришарнірної рами з урівноваженими консолями.

15. Наведіть приклад каркасу одноповерхової сейсмостійкої сільськогосподарської будівлі з напіврам.

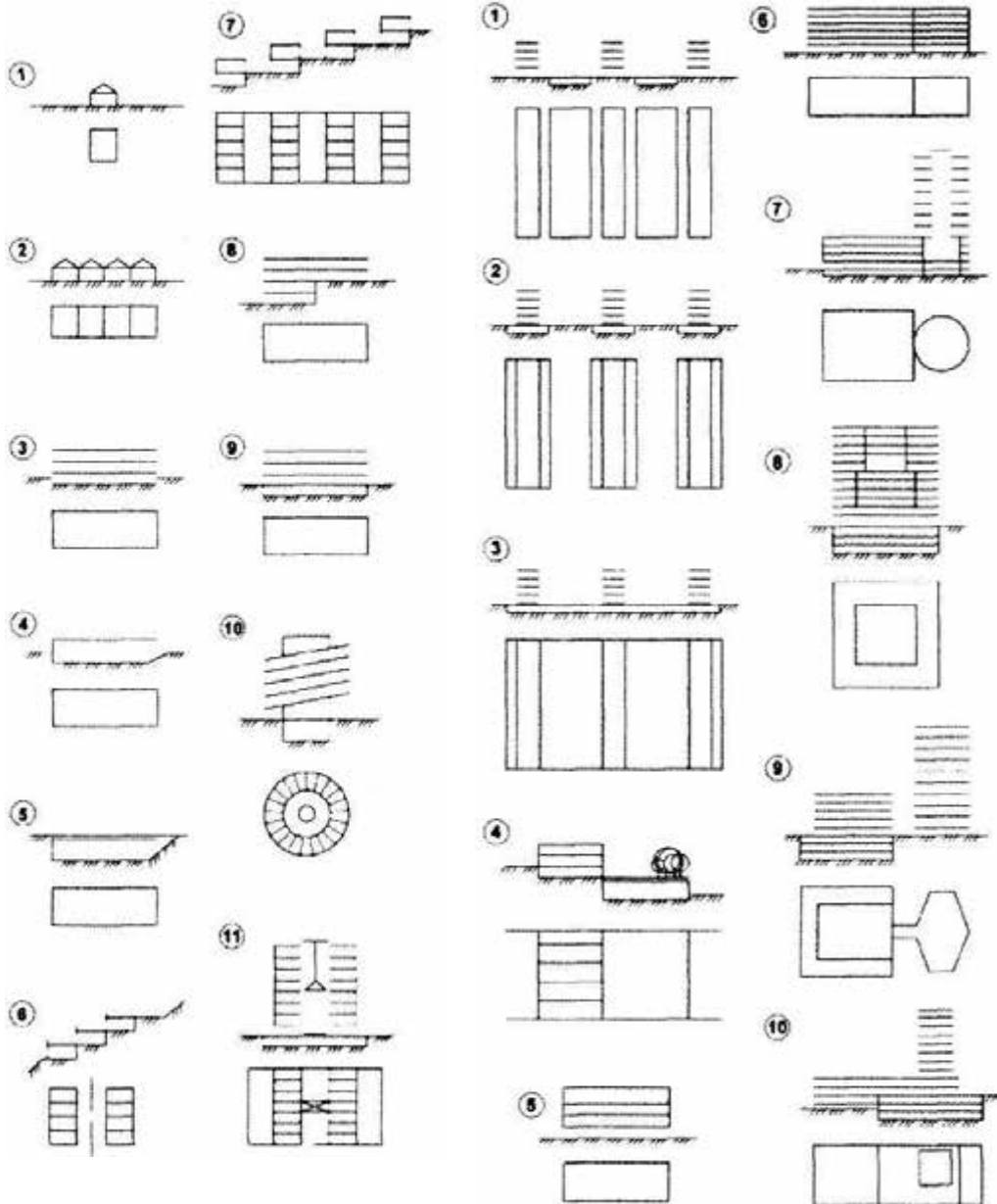
## РОЗДІЛ 5. ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ РІШЕННЯ СПОРУД ТРАНСПОРТУ

### 5.1. Основні типи споруд транспорту

Типи споруд транспорту умовно розділені на дві категорії.

А. Окремо розташовані

Б. Вбудовані та прибудовані



**А. Окремо розташовані** – 1, 2 – окремі бокси та блоки боксів; 3 – наземно-підземні; 4, 5 – напівпідземні та підземні; 6 – одноповерхові терасового типу; 7 – двоповерхові терасового типу; 8 – на перепадах рельєфу; 9 – багатоповерхові рампового типу; 10 – багатоповерхові з похилими підлогами; 11 – механізовані, автоматизовані.

**Б. Вбудовані та прибудовані** – 1 – між будинками; 2 – під будинками в їх межах; 3 – під будинками та між ними; 4 – на перепадах рельєфу; 5 – у верхніх поверхах або на покритті; 6, 7 – у прибудованих об'ємах; 8 – у внутрішньому дворіку; 9, 10 – у підземних та напівпідземних рівнях.

## 5.2. Загальні вимоги до споруд транспорту

Наземні гаражі можуть передбачатися висотою не більше 9 поверхів, підземні – не більше 5 поверхів. У спорудах транспорту, крім приміщень для зберігання автомобілів, допускається передбачати:

- службові і складські приміщення;
- технічні приміщення для розміщення інженерного обладнання (трансформаторна підстанція, тепловий пункт, насосні пожежогасіння, очисні споруди та ін.);
- пости ТО, ТР і миття автомобілів, включаючи пости самообслуговування та місця прибирання салону автомобіля пилососом.

У підземних спорудах пости ТО і ТР, миття автомобілів, службові та складські приміщення, насосні пожежогасіння та водопостачання, трансформаторні з сухими трансформаторами допускається розміщувати не нижче першого (верхнього) поверху. Розміщення інших технічних приміщень не регламентується. Влаштування постів ТО і ТР у спорудах, які розташовані під житловими будинками, не допускається.

У наземних багатоповерхових спорудах транспорту приміщення ТО і ТР можуть розміщуватись тільки на першому та останньому поверхах без транзитного руху автомобілів по поверхах (при влаштуванні ізольованих рамп).

**Таблиця 5.1. Відстані між автомобілями та елементами будівельних конструкцій будинків і споруд**

Захисні зони	Позначення	Відстані до автомобілів		Ескіз
		на постах ТО і ТР	на місцях зберігання	
Від торцевої сторони автомобіля до стіни	а	1,2	0,5	
Те ж, до стаціонарного технологічного устаткування	в	1,0	–	
Від поздовжньої сторони автомобіля до стіни	б	1,2	0,5	
Між поздовжніми сторонами автомобілів	д	1,6	0,6	
Між автомобілем і колоною	г	0,7	0,3	
Від торцевої сторони автомобіля до воріт	е	1,5	0,5	
Між автомобілями, що стоять один за одним	–	1,2	0,4	

Параметри місць зберігання транспорту, рамп (пандусів), внутрішніх проїздів у спорудах визначаються залежно від способу зберігання, класу та габаритів транспорту, які передбачаються для зберігання, їхньої маневреності та розміщення, а також з урахуванням технічного оснащення та планувального рішення відповідно до вимог норм технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту.

Мінімальні розміри місць зберігання автомобілів у гаражах потрібно приймати: довжина місця стоянки – 5,0 м, ширина – 2,5 м (для інвалідів, які користуються кріслами-колясками, – 3,5 м).

У спорудах відкритого типу допускається двобічне під кутом 45–60° до поздовжньої осі проїзду розміщення автомобілів при дотриманні розмірів місць зберігання і внутрішніх проїздів не менш наведених у таблицях табл. 5.1 і табл. 5.2.

При збільшенні захисних зон автомобіля, наведених у табл. 5.1, на 0,1; 0,2; 0,3 і 0,4 м (але не більше) ширина внутрішнього проїзду (табл. 5.2) може бути зменшена відповідно на 0,15; 0,3; 0,45 і 0,6 м.

Уздовж стін, до яких встановлюються автомобілі торцевою та поздовжньою боками, повинні передбачатися колесовідбійні пристрої заввишки не менше ніж 0,12 м.

У приміщеннях зберігання автомобілів, які розташовуються під житловими будинками, конструкція колесовідбійних пристроїв повинна виключати передавання шуму та вібрації в житлові приміщення.

Висота приміщень для зберігання автомобілів від підлоги до низу виступаючих будівельних конструкцій і підвісного устаткування повинна перевищувати не менш як на 0,2 м висоту найбільш високого автомобіля і бути не менше ніж 2,0 м.

Споруди гаражів та приміщення для зберігання автомобілів щодо вибухопожежної і пожежної небезпеки згідно з НАПБ Б.07.005 відносяться до категорії В.

Гаражі, вбудовані в будинки іншого призначення, повинні мати межу вогнестійкості основних будівельних конструкцій не нижче ступеня вогнестійкості будинку, у який вони вбудовуються, і відокремлюватися від приміщень (поверхів) цих будинків протипожежними стінами та перекриттями 1-го типу.

При розміщенні гаражів під житловими будинками (у підземному або першому наземному поверхах) житлові поверхи безпосередньо над приміщеннями зберігання автомобілів розмішувати не допускається (названі приміщення

необхідно розділяти технічним поверхом). У цьому разі вбудовані гаражі необхідно відокремлювати протипожежними перекриттями 2-го типу.

**Таблиця 5.2. Ширина внутрішнього проїзду у приміщеннях зберігання автомобілів і на постах ТО і ТР**

Типи автомобілів – клас	Ширина внутрішнього проїзду визначена з урахуванням рекомендованого наближення автомобіля, що рухається, до конструкцій будинку (споруди), до обладнання і автомобілів на місцях зберігання, м									
	у приміщеннях зберігання автомобілів					у приміщеннях постів ТО і ТР				
	при встановленні автомобілів					канавні			напольні	
	переднім ходом			заднім ходом		без додаткового маневру	з маневром	без додаткового маневру	з маневром	
	без додаткового маневру	з маневром		без додаткового маневру	з маневром					
	Кут установки автомобілів до осі проїзду					Кут установки автомобілів до осі проїзду				
	45°	60°	90°	45°	60°	45°	60°	90°	60°	90°
легкові – особливо малий клас	2,7	4,5	6,1	3,5	4,0	4,3	5,3	6,4	2,9	4,8
легкові – малий клас	2,9	4,8	6,4	3,6	4,1	4,4	5,6	6,5	3,1	5,0
легкові – середній клас	3,7	5,4	7,7	4,7	4,8	4,8	6,5	7,2	3,3	5,7
мікро-автобуси – особливо малий клас	3,8	5,8	7,8	4,8	5,2	4,8	6,5	7,4	3,5	5,3

На поверсі будинку, під яким розташовується гараж, допускається розміщувати приміщення з одночасним перебуванням не більше ніж 50 осіб. За більшої кількості одночасно пе осіб що перебувають над поверхом гаража необхідно влаштовувати протипожежне перекриття з межею вогнестійкості не менше REI 180.

Над прорізами в'їзних-виїзних воріт вбудованих у житлові та громадські будинки гаражів слід передбачати козирки з матеріалів з межею вогнестійкості не менше EI 60 шириною не менше ніж 1 м. Відстань від краю козирка до низу віконних прорізів цих будинків повинна бути не менше ніж 4 м. За меншої відстані повинне передбачатися заповнення прорізів протипожежними вікнами 2-го типу.

Такі вимоги не поширюються на гаражі індивідуальних одноквартирних, у тому числі блокованих, житлових будинків з самостійним виходом на ділянку. Входи та в'їзди в ці приміщення повинні бути ізольовані від входів і в'їздів у гараж.

### **5.3. Класифікація рамп (пандусів)**

Для переміщення автомобілів по вертикалі в гаражах з двома та більше поверхами потрібно передбачати ізольовані (прибудовані) або неізольовані від приміщень зберігання автомобілів (вбудовані) рампи (пандуси) або похилі міжповерхові перекриття, класифікація та найбільш часто застосовувані типи яких наведені у табл. 5.3.

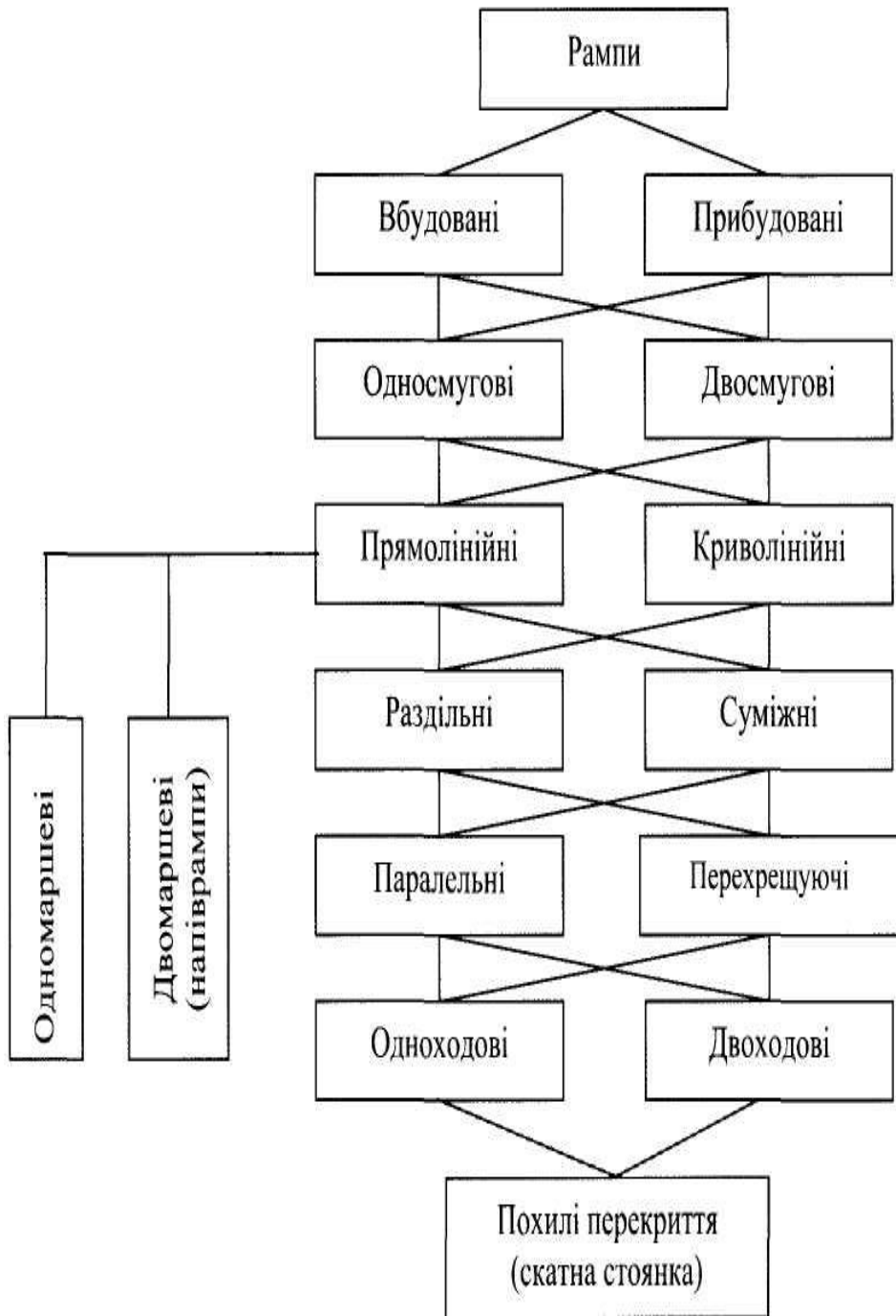
Ізольовані прибудовані рампи типу «а», «з», «і» одержали найбільше поширення.

Вбудовані неізольовані рампи типу «б», «в», «г», «д», що передбачають транзитний рух через поверхи гаража, можуть бути застосовані в гаражах не вище 3-х поверхів і загальною площею не більше 10400 м<sup>2</sup>.

Напіврампи типу «є», «ж» застосовуються, як правило, в автостоянках відкритого типу.

У гаражах із кількістю шість та більше поверхів допускається використання спеціальних підйомників (ліфтів), за умови дотримання норм рівня допустимого шуму.

Таблиця 5.3. Класифікація рамп (пандусів)



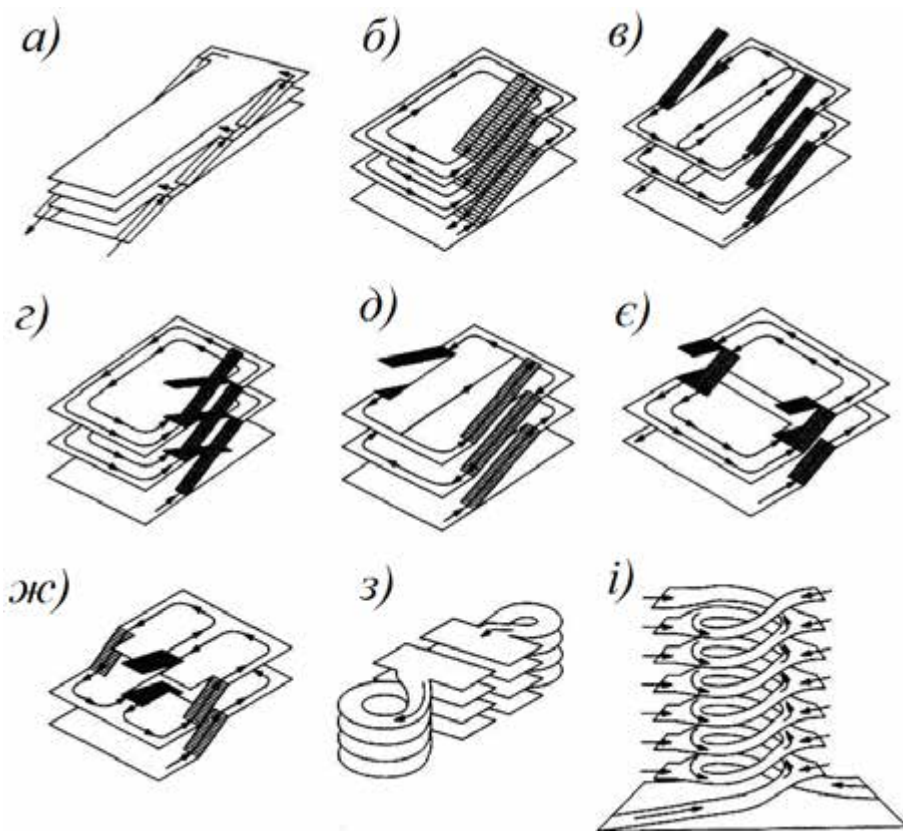


Рис. 5.1. Рампи ( пандуси ), які найчастіше застосовуються в проектуванні:

- a* – прибудовані прямолінійні односмугові рампи;
- б* – вбудовані прямолінійні двосмугові рампи (два одноходових гвинти);
- в* – те ж, односмугові рампи (два одноходових гвинти);
- г* – те ж, рампи, що перехрещуються;
- д* – прямолінійні односмугові рампи (один двоходовий гвинт);
- е* – односмугові напіврампи (два одноходових гвинти);
- ж* – те ж, комбіновані; *з* – прибудовані криволінійні односмугові рампи (два одноходових гвинти);
- і* – односмугова еліптична рампа (один двоходовий гвинт)

#### 5.4. Вимоги вогнестійкості для конструкцій транспортних споруд

Для всіх поверхів споруди гаража ізольовані рампи повинні розташовуватися біля зовнішньої стіни будинку, мати

природне освітлення і відокремлюватися на кожному поверсі від приміщень зберігання автомобілів, миття, ТО і ТР протипожежними перешкодами, воротами та (або) протипожежними тамбурами-шлюзами з підпором повітря при пожежі згідно з вимогами табл. 5.4.

**Таблиця 5.4. Межа вогнестійкості конструкцій, що відокремлюють рампи**

Гараж	Межа вогнестійкості конструкцій, що відокремлюють рампи (протипожежних перешкод), хв., не менш		Вимоги щодо необхідності влаштування тамбура-шлюзу
	стін (перегородок)	воріт	
Підземний	REI 90 (EI 90)	EI 60	Протипожежними тамбурами-шлюзами I типу глибиною, що забезпечує відкривання воріт, але не менше 1,5 м
Наземний	REI 45 (EI 45)	EI 30	Не обов'язково

Двері та ворота в протипожежних перешкодах і тамбурах-шлюзах повинні бути обладнані автоматичними пристроями закривання їх при пожежі.

В одноповерхових підземних гаражах перед рампами тамбура-шлюз допускається не передбачати.

В ізованих рампах замість протипожежних воріт допускається передбачати автоматичні пристрої, які перекривають на поверхах прорізи рампи не менше ніж на половину їхньої висоти (протидимні екрани) з дренчерною завісою над прорізом з боку приміщення зберігання.

У наземних гаражах допускається влаштування неізованих рамп:

- у гаражах закритого типу I і II ступенів вогнестійкості за сумарної площі їхніх поверхів (напівповерхів) не більше 10400 м<sup>2</sup>;
- у гаражах відкритого типу.

Влаштування загальної неізолюваної рампи між підземними та наземними поверхами гаража не допускається.

Кількість та тип рамп і відповідно кількість необхідних виїздів-в'їздів у гаражі визначається кількістю автомобілів, розташованих на всіх поверхах, крім першого (у підземних гаражах – на всіх поверхах), з урахуванням режиму використання гаража, розрахункової інтенсивності руху та планувальних рішень щодо його організації, і повинне прийматися при кількості автомобілів:

– до 100 включно – одна односмугова рампа;

– понад 100 до 1000 – одна двосмугова або дві односмугові рампи;

– понад 1000 – дві двосмугові рампи.

При застосуванні односмугової рампи, яка використовується як для підйому так і для спуску автомобілів (в різний час), повинна бути передбачена відповідна сигналізація.

При проектуванні рамп потрібно дотримуватися таких вимог:

→ поздовжній ухил закритих прямолінійних рамп по осі смуги руху повинен бути не більше 18%, криволінійних рамп – не більше 13%, поздовжній ухил відкритих, не захищених від атмосферних опадів, рамп – не більше 10%;

→ поперечний ухил віражів криволінійних і прямолінійних рамп повинен бути не більше 6%; сполучення рамп з горизонтальними ділянками підлоги повинне бути плавним, а відстань від низу автомобіля до підлоги – не менше ніж 0,1 м;

→ по обидва боки проїзної частини рамп повинні передбачатися колесовідбійні пристрої (бар'єри) висотою 0,1 м і шириною 0,2 м; середній бар'єр, який розділяє проїзні частини двосмугової рампи, повинен мати ширину не менше ніж 0,3 м; на рампах з пішохідним рухом з однієї сторони повинен передбачатися тротуар завширшки не менше ніж 0,8 м (на криволінійних рампах тротуар повинен розташовуватися з внутрішнього боку); покриття рамп і пішохідних доріжок на них повинне мати електрообігрів (включається взимку) і

виключати ковзання; похилі міжповерхові перекриття повинні мати ухил не більше 6%.

Ширина проїзної частини рамп залежить від ширини найбільшого автомобіля, який користується рампою, згідно табл. 5.5.

**Таблиця 5.5. Ширина проїзної частини рамп**

Види рамп	Ширина проїзної частини рампи
Прямолінійні односмугові	Найбільша ширина автомобіля плюс 0,8 м, але не менше ніж 2,5 м
Прямолінійні двосмугові	Подвоєна найбільша ширина автомобіля плюс 1,8 м, але не менше ніж 5 м
Криволінійні односмугові	Ширина найбільшого автомобіля плюс 1 м, але не менше ніж 3,1 м
	Подвоєна ширина найбільшого автомобіля плюс 2,2 м, але не менше ніж 6,2 м

Пасажи́рські лі́фти в гаражах передбачаються за різниці відміток підлоги першого та верхнього поверхів більше 12 м. Розміри кабіни одного з пасажирських ліфтів повинні забезпечувати транспортування інвалідів, які користуються кріслами-колясками.

Кількість ліфтів приймається з розрахунку один стаціонарний ліфт на кожні 100 автомобілів, розташованих на всіх поверхах, крім першого, та по одному пересувному ліфту на кожні наступні 200 автомобілів, але у всіх випадках не менше двох ліфтів. Кабіна ліфта за своїми внутрішніми розмірами повинна перевищувати габарити автомобіля по ширині на 1,0 м (0,6 м – при наявності чергового диспетчера); по довжині – на 0,8 м; по висоті з урахуванням можливого встановлення багажника та сигнально-освітлювальних пристроїв – на 0,2 м.

У підземних гаражах, які мають більше двох поверхів, і в наземних гаражах з 5 поверхами та більше потрібно передбачати в кожному протипожежному відсіку не менше одного ліфта з режимом роботи "транспортування пожежних підрозділів". З кожного поверху (секції) всіх типів гаражів

повинно бути передбачено не менше двох розосереджених евакуаційних виходів назовні або в сходові клітки. Допускається один з евакуаційних виходів передбачати на ізольовану рампу. Прохід по тротуарах на пандусах у сходову клітку допускається вважати евакуаційним.

Відстань від найбільш віддаленої точки приміщення для зберігання автомобілів до найближчого евакуаційного виходу приймається згідно з табл. 5.6.

**Таблиця 5.6. Відстань від віддаленої точки приміщення для зберігання автомобілів до найближчого евакуаційного виходу**

Гараж	Відстань до найближчого евакуаційного виходу, м, при розташуванні місця зберігання	
	Між евакуаційними виходами	У тупиковій частині приміщення
Підземний	40	20
Наземний	60	25

Сходи як і шляхи евакуації повинні мати ширину не менше ніж 1 м.

Для виходу на рампу або в суміжний протипожежний відсік поблизу воріт або у воротах потрібно передбачати протипожежні двері (хвіртку) з висотою порогу не більше 0,1 м.

Для можливості прокладання пожежних рукавів у нижній частині воріт необхідно передбачати люк з заслінкою, що самостійно закривається, розміром 200×200 мм.

Кількість зовнішніх воріт для виїзду (в'їзду) автомобілів з приміщень зберігання, постів ТО і ТР у всіх типах гаражів слід приймати за наявності в приміщеннях автомобілів:

- до 25 включно – одні ворота;
- понад 25 до 100 – двоє воріт;
- понад 100 – двоє воріт і додатково одні ворота на кожні наступні повні або неповні 100 автомобілів

Розташування воріт у приміщеннях зберігання, постів ТО і ТР (за кількості воріт більше одиниці) повинне бути розосередженим.

В'їзд (виїзд) автомобілів з цокольного або підвального поверхів гаража через приміщення зберігання автомобілів на першому поверсі не допускається.

В'їзна та виїзна смуги повинні мати ширину не менше ніж 3 м; на кривих ділянках ширина смуги збільшується до 3,5 м.

Зовнішні ворота можуть бути використані як евакуаційні виходи при влаштуванні будь-якого типу воріт за наявності хвірток без порогів або з порогами висотою не більше 0,1 м. Розміри хвірток і їхнє розміщення повинні відповідати вимогам, які ставляться до евакуаційних виходів.

## 5.5. Вимоги вогнестійкості для транспортних споруд

### 5.5.1. Наземні гаражі закритого типу

Ступінь вогнестійкості наземних закритих гаражів залежить від кількості поверхів та їх площі відсіку та приймають за табл. 5.7.

**Таблиця 5.7. Ступінь вогнестійкості наземних закритих гаражів**

Ступінь вогнестійкості гаража	Допустима кількість поверхів гаража	Площа поверху в межах протипожежного відсіку, не більше $m^2$	
		одноповерхового	багатоповерхового
I, II	9	10400	5200
III	5	5200	2600
III a	2	3600	1200
IV	1	2600	—
V	1	1200	—

Ступінь вогнестійкості гаражів в індивідуальному одноквартирному, у тому числі блокованому, житловому будинку не нормується.

У наземних закритих гаражах протипожежні відсіки повинні бути відокремлені протипожежними стінами та перекриттями 1 типу. Прорізи в протипожежних стінах і

перегородках слід захищати протипожежними дверима (воротами) згідно з ДБН В.1.1-7.

У гаражах закритого типу I і II ступенів вогнестійкості для виділення місць зберігання автомобілів, які належать громадянам, допускається передбачати відособлені бокси. Перегородки між боксами повинні бути суцільними (без прорізів) з межею вогнестійкості не менш REI 45.

Ворота в боксах необхідно передбачати у вигляді сітчастого огороження з негорючих матеріалів або повинні мати на висоті 1,4–1,6 м отвори розміром не менше ніж 300×300 мм для подавання засобів гасіння та здійснення контролю за протипожежним станом боксу.

За наявності виїзду з кожного боксу безпосередньо назовні допускається передбачати перегородки з негорючих матеріалів з ненормованою межею вогнестійкості в одно-двоповерхових гаражах I, II й III ступенів вогнестійкості. При цьому у двоповерхових гаражах перекриття повинні бути протипожежними 3-го типу.

Ворота в цих боксах також повинні мати на висоті 1,4–1,6 м отвори розміром не менше ніж 300×300 мм.

Влаштування негорючих сітчастих огорож для кожного місця зберігання автомобіля допускається незалежно від місткості та поверховості наземного гаража.

### **5.5.2. Наземні гаражі відкритого типу**

Ступінь вогнестійкості наземних гаражів відкритого типу залежить від кількості поверхів та їх площі відсіку та приймають за табл. 5.8.

Ширина корпусу в гаражах відкритого типу не повинна перевищувати 40 м.

Конструктивна схема гаражів відкритого типу IIIа ступеню вогнестійкості повинна бути каркасною.

Висота парпетів, які виконуються з негорючих матеріалів, на поверхах не повинна перевищувати 1 м.

Як заповнення відкритих прорізів у зовнішніх огорожувальних конструкціях допускається застосування

сітки, а для зменшення впливу атмосферних опадів над відкритими прорізами - козирків з негорючих матеріалів.

**Таблиця 5.8. Ступінь вогнестійкості наземних гаражів**

Ступінь вогнестійкості	Допустима кількість поверхів гаража	Площа поверху в межах протипожежного відсіку, м <sup>2</sup>
I, II	9	5200
III	6	2600
IIIa	3	2000

При цьому повинне забезпечуватися наскрізне провітрювання поверху. Провітрювання в напрямку прилеглої житлової забудови не дозволяється. Конструкції сходових кліток у гаражах відкритого типу, незалежно від їхнього ступеня вогнестійкості, повинні мати межу вогнестійкості та межі поширення вогню, які відповідають сходовим кліткам будинків II ступеня вогнестійкості. На першому поверсі в гаражах відкритого типу потрібно передбачати опалювальні приміщення для обслуговуючого персоналу, зберігання протипожежного інвентарю і та ін.

### 5.5.3. Підземні гаражі

Ступінь вогнестійкості підземних гаражів, залежить від кількості поверхів та їх площі відсіку та приймають за табл. 5.9.

**Таблиця 5.9. Ступінь вогнестійкості підземних гаражів**

Ступінь вогнестійкості	Допустима кількість поверхів гаража	Площа секції в межах протипожежного
I,	1–2	3000
II	3–5	2600

Межа вогнестійкості перекриттів і стін, які відокремлюють гараж, вбудований в індивідуальний одноквартирний, у тому

числі блокований житловий будинок або прибудований до них, не нормується.

Підземні гаражі потрібно розділяти глухими протипожежними стінами 1-го типу на протипожежні відсіки (з чисельністю автомобілів до 200 шт.), а в межах протипожежного відсіку - протипожежними стінами 2-го типу (з протипожежними воротами 2-го типу, що автоматично закриваються у разі пожежі) на секції місткістю не більше 100 автомобілів.

Між підземними поверхами гаражів влаштовуються суцільні протипожежні перекриття 1-го типу.

З кожного поверху (секції) в підземних гаражах потрібно передбачати не менш двох розосереджених виїздів і евакуаційних виходів. Один з виїздів допускається передбачати не більш ніж через одну суміжну секцію.

Сполучення рамп із зовнішнім середовищем може здійснюватися через відкриті прорізи в перекриттях (стінах) рамп площею не менш 1 м, які влаштовують не рідше ніж через 60 м по довжині або в перекритті над центральною частиною гвинтових рамп.

Виїзди на спільні для поверхів рампи слід влаштовувати через тамбур-шлюзи.

У житлових будинках із вбудованими підземними гаражами сполучення сходових кліток та ліфтових шахт з житловою частиною не допускається.

Для забезпечення функціонального зв'язку між поверхами підземного гаража та першим поверхом будинку іншого призначення дозволяється влаштовувати сходові клітки та шахти ліфтів за умови влаштування входів в підземній частині через протипожежні тамбур-шлюзи 1-го типу. При відповідному обґрунтуванні в підземних гаражах з кількістю поверхів не більше 2-х допускається влаштування виходів в такі сходові клітки та шахти ліфтів основної частини будівлі через протипожежні тамбур-шлюзи 1-го типу з підпором повітря у разі пожежі за умови погодження з центральним органом державного пожежного нагляду.

Приміщення охорони необхідно розташовувати на верхньому підземному поверсі гаража або на першому (цокольному) поверсі будинку, воно повинно мати вихід безпосередньо назовні та відокремлюватись від інших приміщень протипожежними перегородками 1-го типу та протипожежним перекриттям 3-го типу (клас вогнестійкості відповідно EI 45 і REI 45).

В'їзди-виїзди з окремо розташованих підземних гаражів повинні розташовуватися від вікон житлових і робочих приміщень, ділянок загальноосвітніх шкіл, дитячих дошкільних і лікувально-профілактичних закладів, площадок відпочинку на відстані не менше ніж 15 м.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 5***

1. Що ви знаєте про типи споруд транспорту?
2. Перерахуйте загальні вимоги до споруд транспорту.
3. Наведіть приклад класифікації рамп (пандусів).
4. Наведіть приклад найбільш часто застосовуваних рампи (пандуси).
5. Перерахуйте вимоги вогнестійкості для конструкцій транспортних споруд.
6. Перерахуйте вимоги вогнестійкості для наземних гаражів закритого типу.
7. Перерахуйте вимоги вогнестійкості для наземних гаражів відкритого типу.
8. Перерахуйте вимоги вогнестійкості для підземних гаражів.

## РОЗДІЛ 6. МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

### 6.1. Розвиток просторових конструкцій

З появою на початку ХХ століття залізобетону здатного сприймати довільні форми та сприймати зусилля стиску, розтягу та згину, почали впроваджувати будівельні конструкції, в яких ефективно використовувались якості нового матеріалу, на властивості якого можливо впливати.

Такими конструкціями виявились оболонки, в яких під дією навантаження виникає складний напружено-деформаційний стан.

У 30-ті роки ХІХ ст. оболонки характеризуються як тривимірні несучі конструкції, що відрізняються просторовою роботою і складаються з одно - або двоякої поверхні кривизни.

У 40-х роках ХІХ ст. з'явилося поняття «товщини», яка дуже мала відносно до розмірів самої поверхні.

У 50-х роках ХІХ ст. з'явилося поняття «просторові конструкції», «просторова робота». Але просторові конструкції існували і до появи тонкостінних залізобетонних оболонок.

Перед усім це металеві стрижневі купола і склепіння. Використання металу в якості матеріалу для стрижневих систем, дозволило не тільки удосконалити конструкції двоскатних ферм, але ще використовувати легкі стрижневі структури куполів і склепіння. Розвиток будівельних конструкцій відповідав розвитку графічних і аналітичних методів будівельної механіки.

З винаходом у 1834 р. дротового тросу з'явився новий конструктивний елемент з такими властивостями: висока міцність та гнучкість при малій вазі. Працюючи на розтяг, такі конструкції як вантові системи та оболонки-мембрани відносяться до числа найбільш ефективних видів будівельних конструкцій. Вперше вантові покриття з'явилися в кінці ХІХ ст. у наукових роботах В. Шухова.

Одночасно розвивалося формоутворення оболонок. Спочатку використовувались прості форми – сфера і циліндр,

наступним кроком було винайдено багато конструктивних форм із залізобетону у відповідності до функціональних та архітектурно-художніх вимог.

У результаті отримали фібробетон та армоцемент.

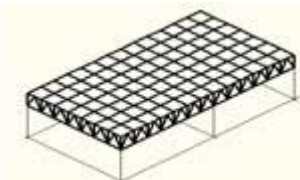
У 60–70 рр. XIX ст. у результаті розвитку отримали металеві стержневі просторові конструкції – структури, які в деякій мірі аналогічні суцільним конструкціям плит. Принцип роботи стрижнево-просторової конструкції відомий з давніх часів. Він використовувався в середньовіччі та й в наш час при проектуванні конструкцій підйомних кранів, літаків і т.д.).

## 6.2. Класифікація просторових конструкцій

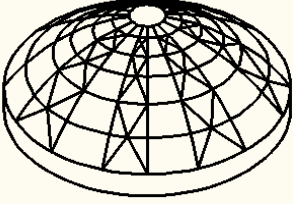
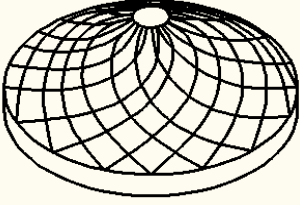
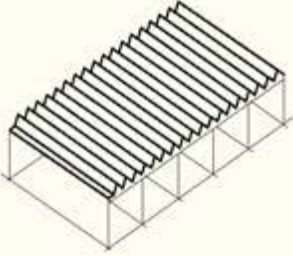
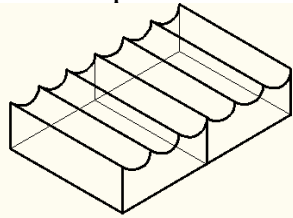
Типи просторових конструкцій розрізняють за статичною роботою конструкції, геометричною формою серединної поверхні (табл. 6.1).

Серединна поверхня – геометричне місце точок в просторовій конструкції, рівновіддалених від її верхньої на нижньої поверхонь.

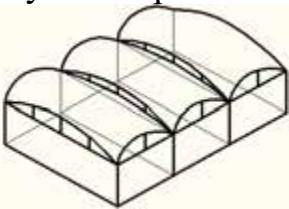
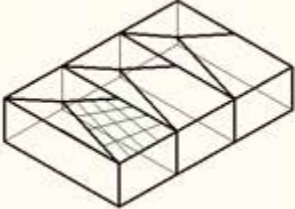
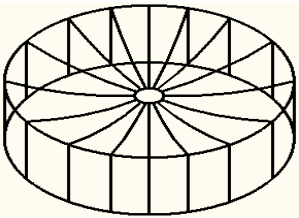
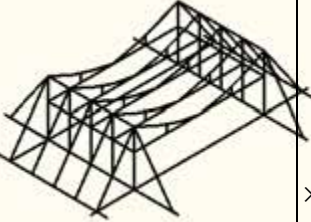
**Таблиця 6.1. Типи просторових конструкцій**

Типи конструкцій	Типи об'ємно-просторових рішень і сітки колон, м				Матеріал
	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6
структури	 $18 \times 12$ $24 \times 12$ $30 \times 12$	 від $12 \times 12$ до $24 \times 24$	 від $36 \times 12$ до $36 \times 36$	–	метал


**Продовження табл. 6.1**

1	2	3	4	5	6
<p>радіально-кільцевий купол</p> 	–	–	–	50...120	метал, дерево
<p>сітчастий купол</p> 	–	–	–	50...120	метал, дерево
<p>складки</p> 	<p>18×6 24×6 18×12 24×12</p>	–	–	–	залізобетон
<p>оболонки у вигляді гіперболоїдів обертання</p> 	<p>18×6 24×6 30×6 18×12 24×12 30×12</p>	–	–	–	залізобетон

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
<p>оболонки позитивної гаусової кривизни</p> 	—	18×18 24×24 24×36 36×36	36×36 42×42	—	залізобетон
<p>оболонки у вигляді гіперболічних параболоїдів</p> 	6×18 6×24 12×18 12×24	—	24×24 36×36 42×42	—	залізобетон
<p>вантові покриття, мембрани</p> 	—	—	—	до 100 (для вантових покриттів)	залізобетон
	—	—	—	до 150 (для мембран)	метал
<p>вантові покриття</p> 	30× ×6..78× ×6 або 30× ×12..78× ×12	—	—	—	залізобетон

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
<p>пневматичні оболонки</p> 	—	—	$36 \times$ $\times 24..78 \times$ $48$	—	<p>синтетичні матеріали</p>

**Примітка:**  $b$  – крок колон;  $L$  – прогон;  $\longrightarrow$  – напрямок технологічного потоку.

В основу розробки систем перехресно-стрижневих просторових конструкцій (ПСПК) покладено наступні архітектурно-конструктивні засади: єдиний уніфікованих сортамент елементів; використання оптимальних по формі профілів прокату; використання високоміцних матеріалів; повна індустріалізація виробництва; компактність елементів системи і можливість доставки будь-яким видом транспорту; висока надійність на швидкість монтажу елементів; широкі можливості формоутворення.

Об'єктом типізації в системах ПСПК є стрижень і вузловий елемент, які оптимізуються за несучою здатністю з уніфікацією геометричних розмірів. ПСПК мають великі формоутворюючі властивості. ПСПК проектуються з окремих стрижневих та вузлових елементів.

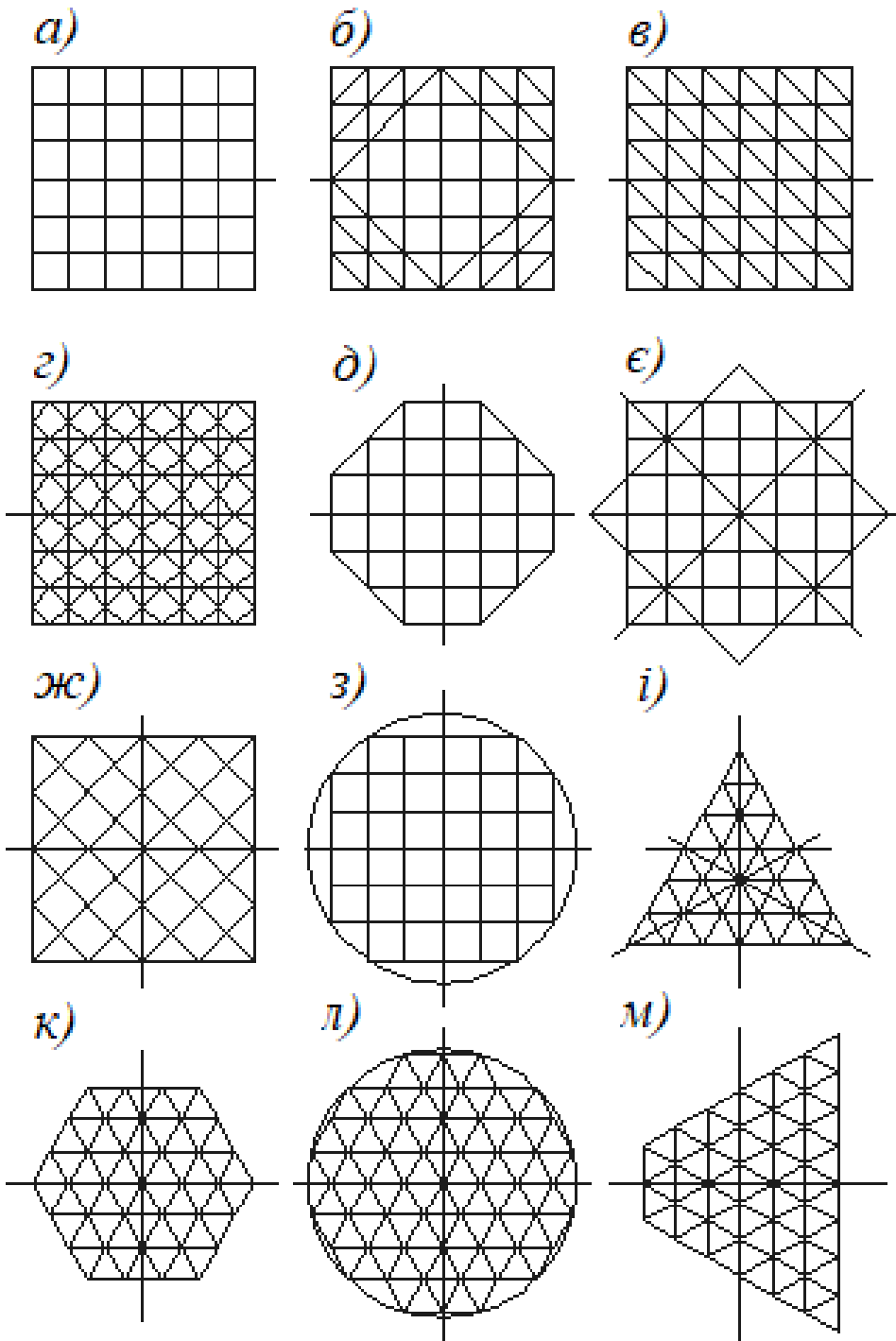


Рис. 6.1. Основні схеми покриття з перехресних балок та ферм

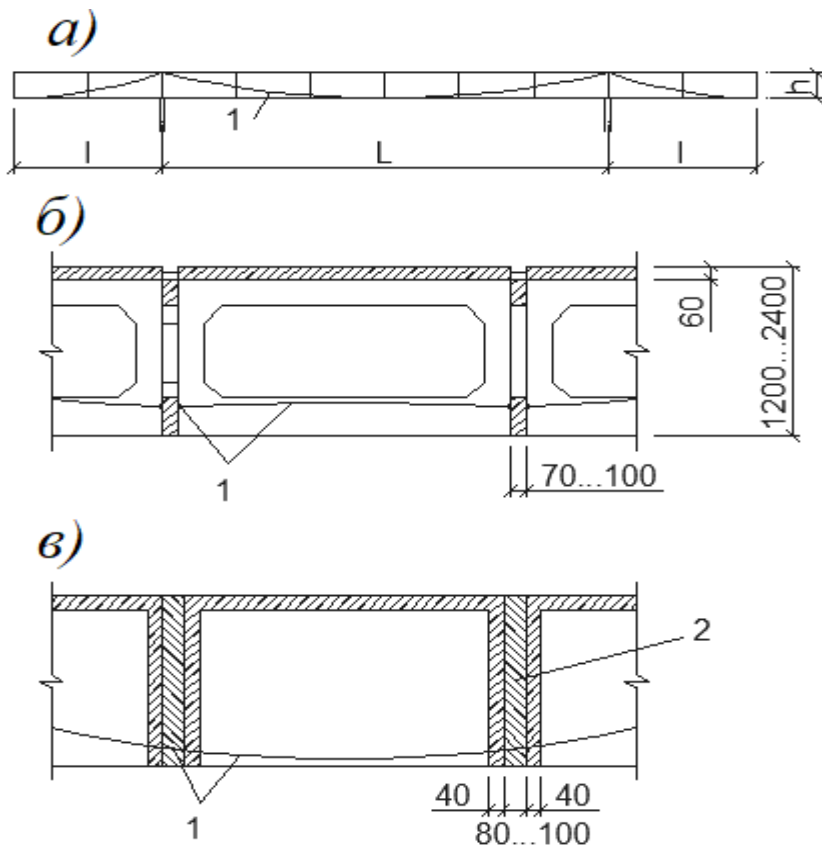


Рис. 6.2. Перехресно-ребриста залізобетонна конструкція:  
*a* – схема розрізу; *б* – варіант із площинних елементів;  
*в* – з армоцементних кесонів; *1* – попередньо-напружувана арматура; *2* – монолітний бетон С16/20

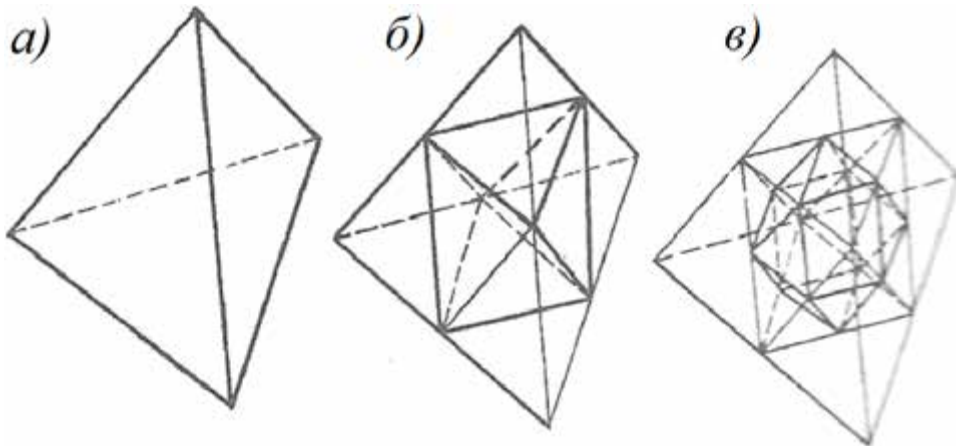


Рис. 6.3. Основні багатогранники:  
*a* – тетраедр; *б* – октаедр; *в* – куб октаедр

При проектуванні просторових каркасів найбільш розповсюдженні конструкції на основі елементів тетра-кубо-октаедричної групи. Основними багатогранниками є: тетраедр, октаедр, куб октаедр (рис. 6.3).

### 6.3. Схеми та особливості перехресно-стрижневих просторових конструкцій (ПСПК)

Особливості ПСПК:

- просторова жорсткість та дієдатність при неочікуваних часткових руйнуваннях (внутрішній перерозподіл зусиль);
- мала будівельна висота;
- можливість застосування в якості покриття і перекриття для великопрогонових будівель з довільними планами;
- однотипність збірних елементів та їх уніфікація;
- застосування безпрогонових рішень покрівлі.

Проблеми підвісного транспорту вирішуються в ПСПК простіше ніж в звичайних покриттях, часта сітка вузлів допускає підвіс рейок кранів у будь-якій зоні конструкції. Схеми перехресно-стрижневих плит на рис. 6.4.

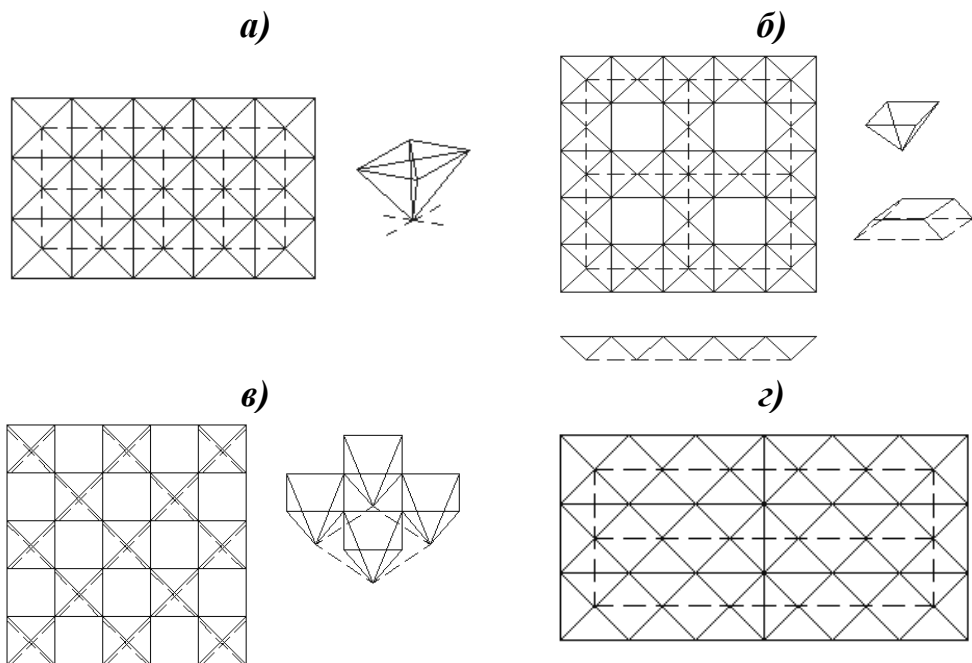
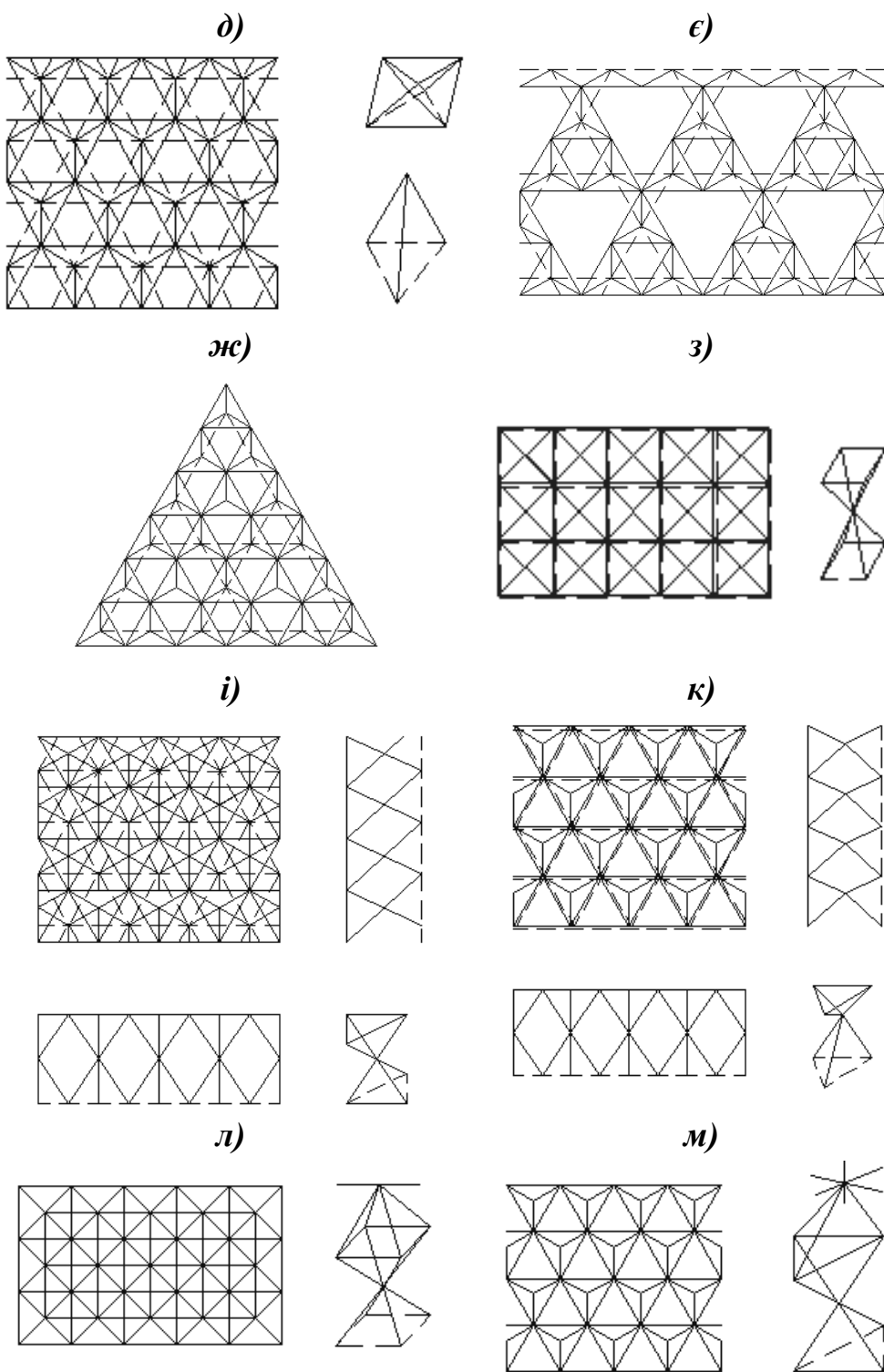


Рис. 6.4. Схеми перехресно-стрижневих плит



Продовження рис. 6.4. Схеми перехресно-стрижневих плит

**Примітка.** На рис. 6.4 введені наступні позначення: *a* – ортогональні сітки поясів зміщені на половину чарунки, чарунки поясів можуть доповнюватися діагоналями; *б* – те ж що і схема *a*, з розрідженою сіткою поясів; *в* – ортогональні сітки поясів із поворотом на  $45^0$  відносно одна одної, розріджена розкісна решітка; *г* – складчаста система, пояси розташовані переважно в одному напрямку та зміщені на половину чарунки; *д* – сітка поясів трьох напрямків зміщені на половину чарунки; *е* – те ж, що і схема *д*, з розрідженою сіткою поясів і розкісної решітки; *ж* – сітки поясів трьох напрямків зміщені, нижня сітка розріджена і формує шестикутникові чарунки, решітка розріджена.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 6***

1. Охарактеризуйте та наведіть приклади щодо еволюції розвитку просторових конструкцій?
2. Наведіть приклад основних типів просторових конструкцій.
3. Наведіть приклад основних схем покриття з перехресних балок та ферм.
4. Наведіть приклад перехресно-ребристої залізобетонної конструкції
5. Наведіть приклад схем перехресно-стрижневих плит.
6. Охарактеризуйте особливості перехресно-стрижневих просторових конструкцій?

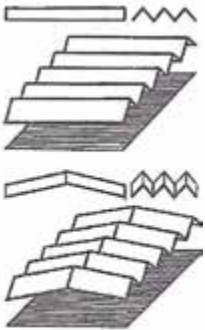
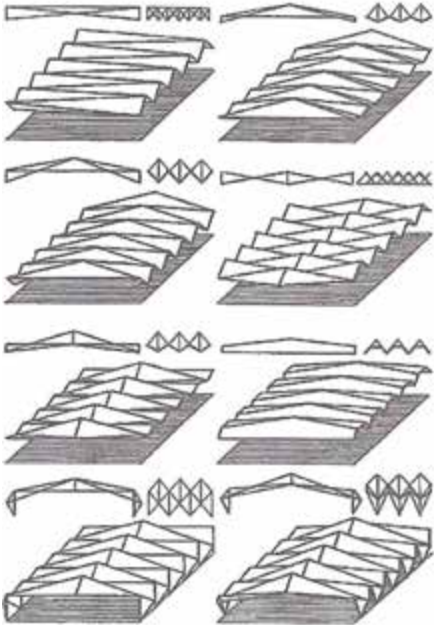

## РОЗДІЛ 7. СКЛАДКИ

### 7.1. Різновидність архітектурно-конструктивних рішень складок в будівництві

У 50-60 р. ХХ ст. розвиток оболонкових конструкцій пішов відповідно до індустріалізації будівництва.

Складки представляють собою систему із похилих до горизонталі (не менше  $30^\circ$ ) плоских плит зі з'єднанням нижніх та верхніх крамок, що працюють разом. За своєю формою складки поділяють на: призматичні та пірамідальні (зустрічні та радіальні) (табл. 7.1)

Таблиця 7.1. Види складок

призматичні	пірамідальні	
	зустрічні	радіальні
		

Різновидність архітектурно-конструктивних рішень складок не вичерпано. Плоскі прямокутні, трикутні та трапецієвидні плити в різних їх комбінаціях мають здатність

утворювати найрізноманітніші конструкції та перекривати прямокутні, багатокутні та круглі плани будівель.

## 7.2. Залізобетонні складки

Залізобетонні складки виготовляють із залізобетону або армоцементу. До їхнього складу входять плити, бортові елементи та діафрагми, особливістю складок є їхня трикутна або трапецієвидна форма поперечного перерізу, як правило, однакова по всій довжині.

Трапецієвидні складки відрізняються від циліндричних оболонки тим, що в них криволінійна направляюча серединної поверхні замінена ламаною прямою.

Складки можуть бути одно- та багатопрогоновими, а також одно- та багатохвильовими. Збірні складки складаються із плит, попередньо напружених бортових елементів із решітчастих, або суцільних діафрагм. По верхнім горизонтальним полкам складок можуть спиратися збірні плити при проектуванні плоскої покрівлі, а також розміщуватись zenітні ліхтарі.

Відстань між діафрагмами, або прогон складчастої конструкції приймається 12–36 м, довжина хвилі до 12 м, висота складки  $\left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{20}\right)$  прогону, товщина плити із збірного залізобетону 50–60 мм, армоцементних 20–30 мм.

Для покриття залів загального призначення використовують збірні великорозмірні однопрогонові довгі складки, що забезпечують архітектурну виразність інтер'єрів (рис 7.1, а, з). Такі складки можуть мати один або два консольні вильоти.

Для забезпечення жорсткості складок в стадіях виготовлення, транспортування та монтажу, а також для сприйняття зусиль, що виникають в поперечному напрямку при дії експлуатаційних навантажень, крім опорних, ставлять проміжні діафрагми з кроком 3–6 м (рис 7.1, з).

Збірні складки виготовляють із важкого бетону класу не нижче С25/30, для армоцементних складок не нижче С16/20.

Основною розтягнутою арматурою рекомендується для проектування попередньо-напружених із високоміцних стрижнів класу А400С, А500С або канатів К-7 і К-19.

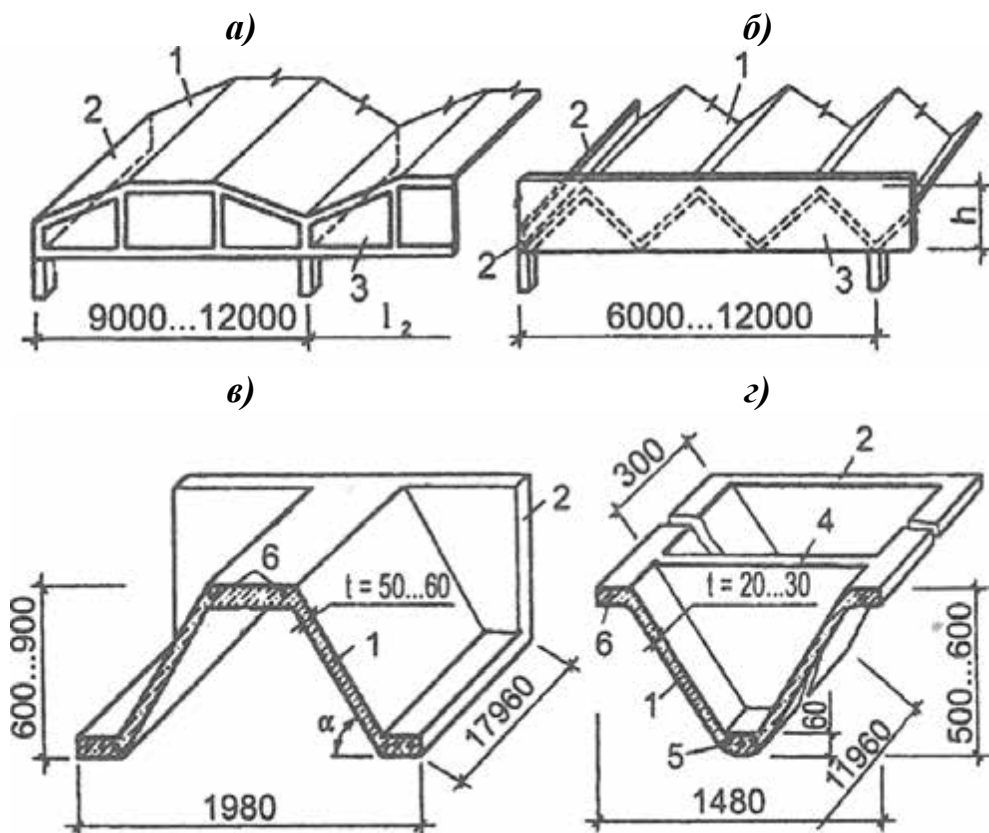


Рис. 7.1. Схема покриття з трапецієвидними (а) і трикутними (б) багато хвиловими складками із збірних довгих елементів, а також конструкція крупно-розмірної залізобетонної (в) та армоцементної (г) складки:

- 1 – плита; 2 – бортовий елемент; 3 – опорна діафрагма;
- 4 – проміжна діафрагма; 5 – робоча арматура;
- 6 – конструктивна арматура

Арматуру в зоні стиску в поздовжньому напрямку призначають конструктивно із стрижнів  $\text{Ø}5\text{--}7$  мм з кроком 20–25 см.

Поперечне армування складок виконується сітками із їх перегином по лінії примикання граней.

### 7.3. Складені залізобетонні складки

Складені складки скомпоновані з використанням плоских плит, що мають у плані форму прямокутника, трапеції або трикутника приведені на рис. 7.2.

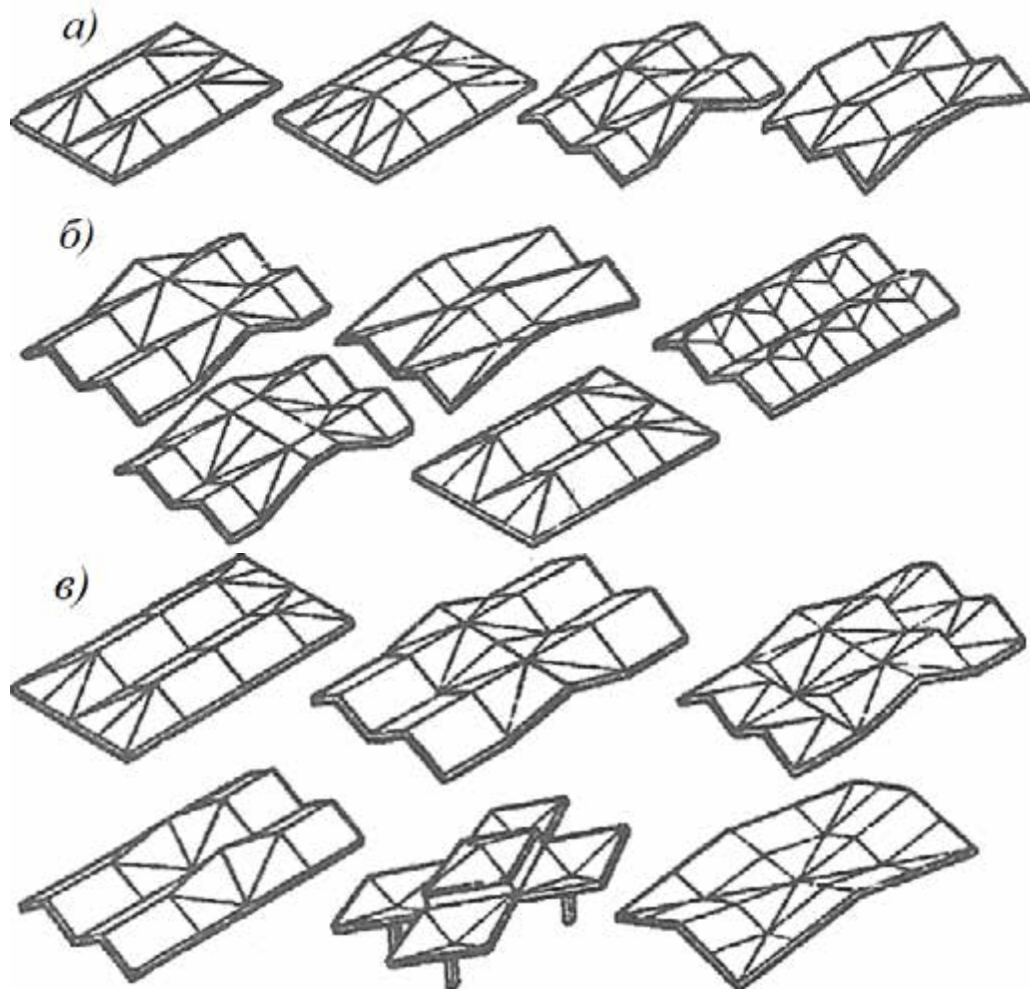


Рис 7.2. Варіанти компоновки складок (крок складки 6 та 12 м):  
а – прогони 18 м; б – прогони 21 м; в – прогони 24 м

Різновиди складених складок розроблені по принципу оболонки з центральними елементами жорсткості. Покриття утворюють окремі складки, що з'єднуються між собою. В середній зоні покриття утворюються прорізи у вигляді витягнутих багатокутників. Конструкцію оснащують

багатогранними елементами, що утримують вказані прорізи. Протилежні кути прорізів з'єднують стрижневими елементами (розпірки, стяжки). Застосовують різні варіанти центральних елементів у вигляді багатогранників або з поверхнею додаткової гаусової кривизни рис. 7.3, б.

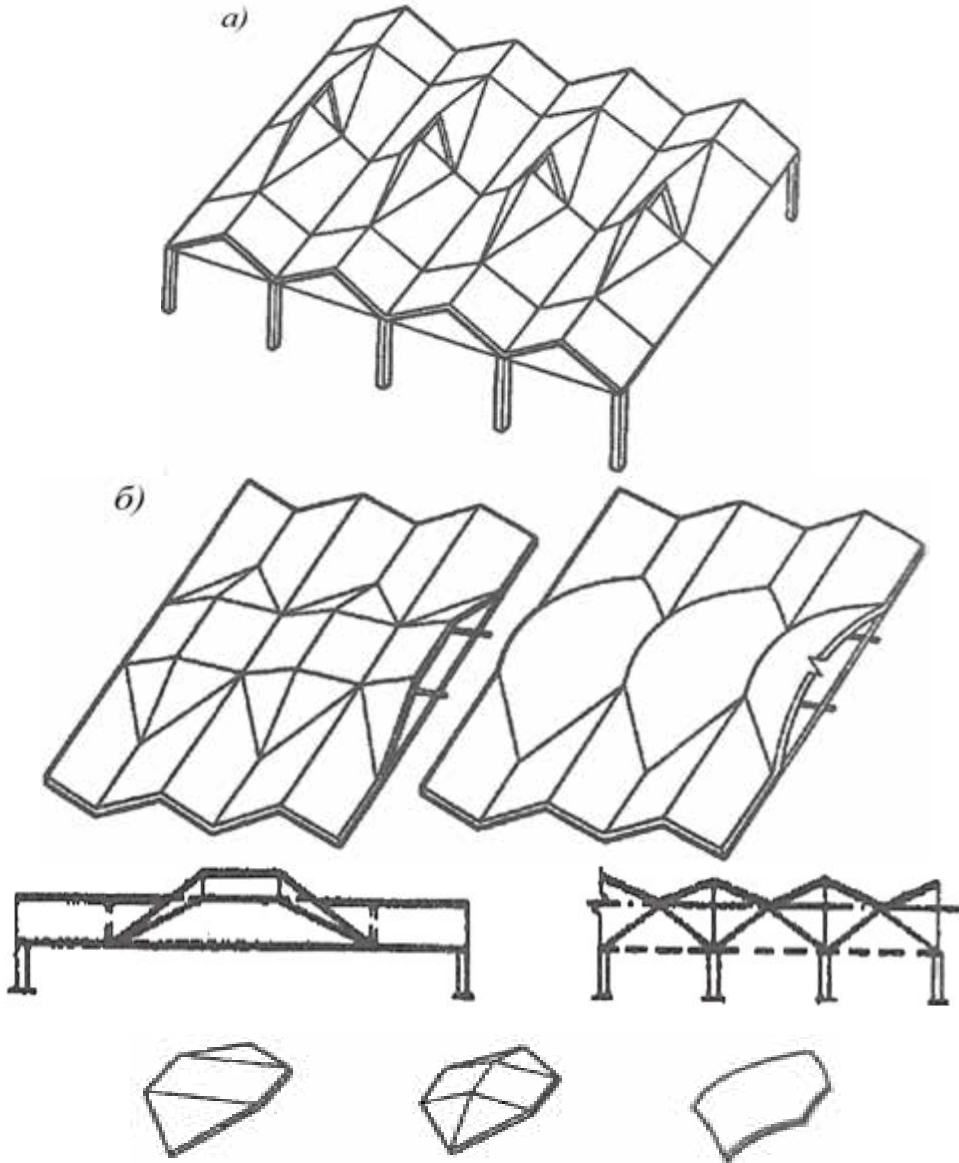


Рис 7.3. Варіанти складених складок з центральними елементами жорсткості у вигляді багатогранних та криво лінійних плит: *а* – стрижневі елементи розпірки, стяжки; *б* – поверхнею додаткової гаусової кривизни

Призначення центрального елемента – підвищити просторову жорсткість конструкції в цілому та зменшити розтяг у нижній частині складки. Складчасті багатохвильові покриття (рис. 7.4) складаються із циліндричних (у деяких випадках із плоских) плит. Що з'єднуються між собою та утворюють складчастий профіль.

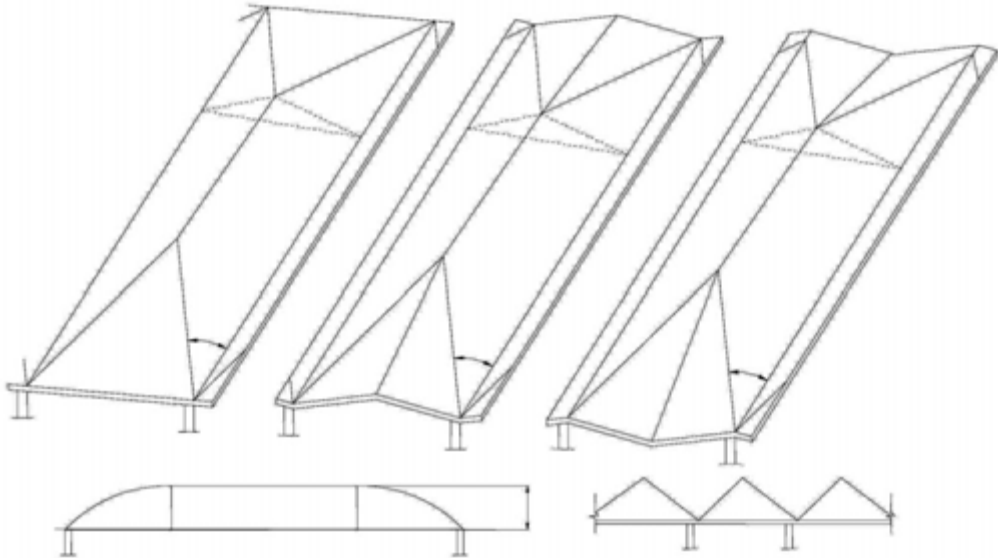


Рис 7.4. Складені складчасті оболонки без центрального елемента

Кожна складка виконана із зломом поверхні по лініям, що з'єднують один із кутів конструкції з його поздовжньою віссю під кутом  $\alpha$ , при цьому утворюються елементи трикутної форми. В складки вводять затяжки.

Змінною кута  $\alpha$ , можна запроєктувати покриття в якому в зоні великих згинаючих моментів поперечний розріз буде мати максимальний злам поверхні в частині при опорі, що дозволить формувати різноманітні фасади.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 7***

1. Що таке «складка» та які архітектурні рішення складок ви знаєте?
2. Наведіть приклад схеми покриття трапецієвидних багатохвильових складок.

3. Наведіть приклад схеми покриття трикутних багато хвильових складок.
4. Яким чином забезпечується жорсткість складок?
5. Наведіть приклад складених залізобетонних складок.
6. Наведіть приклад складених складчастих оболонок без центрального елемента.

## РОЗДІЛ 8. СКЛЕПІННЯ

### 8.1. Види склепінь

Склепіння називають розпирні оболонки одинарної і подвійної кривизни, в яких прогони в чотири і більше разів перевищують їх ширину (довжину хвилі). У разі таких співпадінь оболонка працює головним чином у напрямку свого прогону. Залежно від умов спирання розрізняють такі види склепінь: склепіння зі спиранням по двом протилежним сторонам; склепіння зі спиранням по контуру (замкнуті); склепіння з точковим спиранням у кутах (хрестові, парусні).

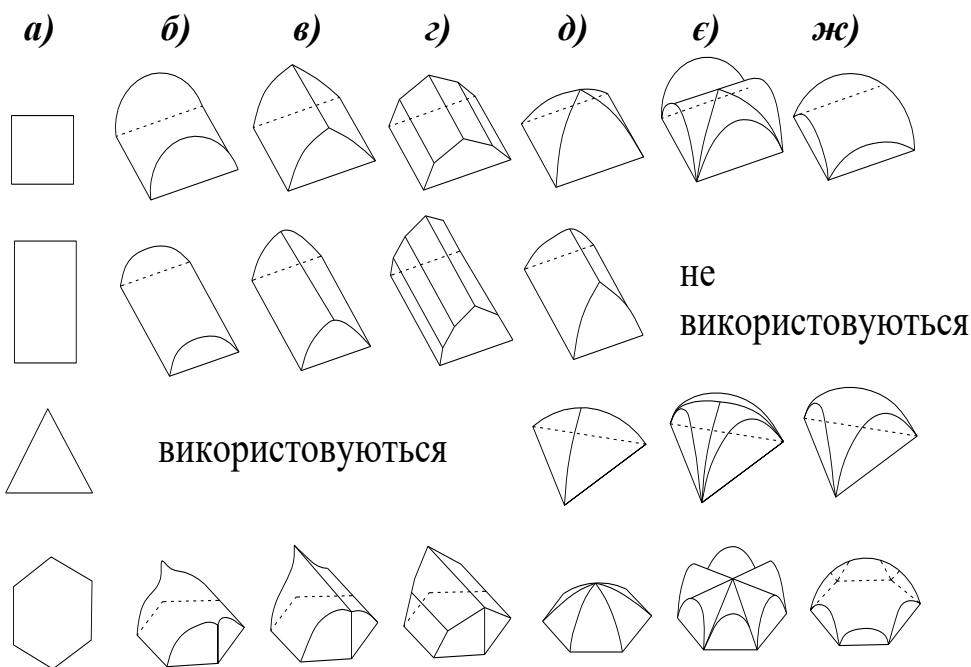


Рис. 8.1. Види склепінь:

*a* – форма в плані; *б* – циліндричні; *в* – стріласті;  
*г* – полігональні (призматичні); *д* – замкнуті;  
*е* – хрестові; *ж* – парусні

Циліндричне склепіння являю собою поверхню перенесеної прямої по обрису контуру або іншої кривої.

Стріласте склепіння утворюється з двох циліндричних поверхонь з перетином, що утворюють гребінь зверху.

Полігональне склепіння має поперечний розріз у вигляді ламаної лінії, вписаної по контуру кола або іншої кривої.

Зімкнуте склепіння утворюється циліндричними поверхнями, що перетинаються та утворюють вершини.

Хрестові склепіння утворюються на перетині двох або трьох циліндрів, відкритих на зовнішню сторону.

Парусне склепіння – поверхня подвійної кривизни (перехідна форма до куполів), що має відсічену сегментну ділянку у вигляді на плані.

При поєднанні різних форм склепіння (як частини покрівлі), можливо отримати складові оболонки-склепіння на різних формах планах будівлі (рис. 8.2).

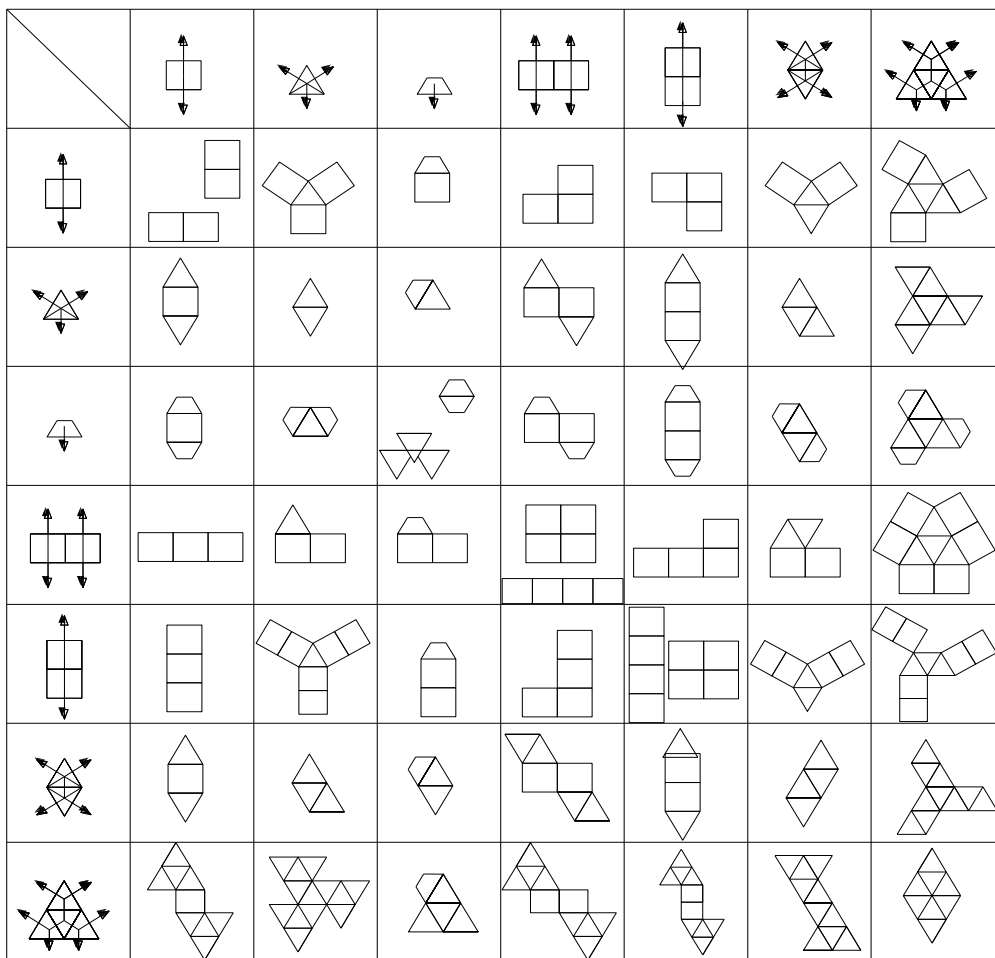


Рис. 8.2. Компонування склепіння в плані

В поперечному напрямку форму склепінь рекомендується приймати по одній із наступних кривих-дуга кола, параболи, цепної лінії або близько до них кривих і ламаних ліній, вписаних в криві (рис.8.3).

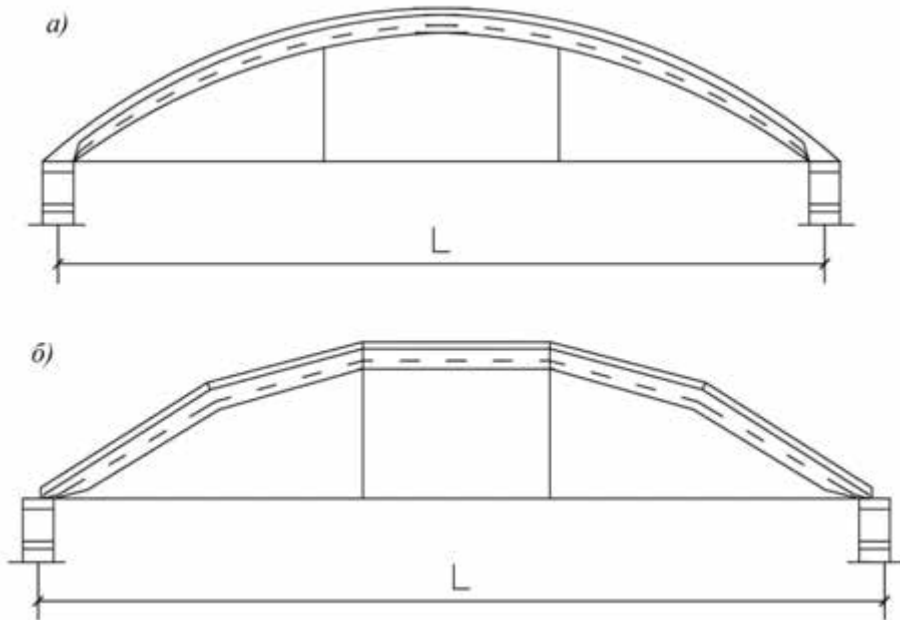


Рис. 8.3. Види форм конструкцій склепіння в поперечному напрямі: *a* – криволінійне; *б* – призматичне

Для склепінь із збірних залізобетонних елементів з метою покращення кількості їх типорозмірів форму склепіння необхідно приймати по дузі кола або ламаної, вписаної в неї (полігональні склепіння).

Найбільш характерні поперечні розрізи відкритого профілю вважаються (рис. 8.4):

- хвилясті, що мають плавне з'єднання двох рівнозначних кривих (додатної та від'ємної кривизни), переріз, що описує синусоїду та ін.;

- складчасті перерізи, утворюються перетином ряду прямокутних ліній, що представляють в поперечному перерізі покриття ламану лінію;

- переріз, що має однозначну кривизну: додатну або від'ємну (бочарні склепіння).

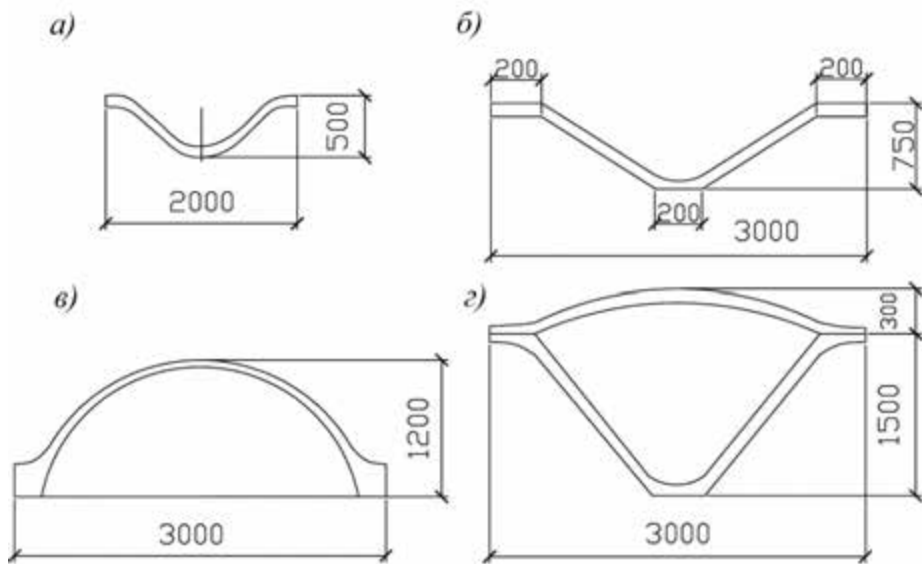


Рис. 8.4. Переріз конструкцій склепіння:

*a* – хвилясте; *б* – складчасте;  
*в* – бочарне; *г* – закритого профілю

Використовують також перерізи, що мають замкнутий поперечний профіль. Розміри поперечного перерізу елементів склепіння суттєво впливають на жорсткість конструкції. Співвідношення висоти перерізу до ширини приймають у межах  $1/4 \dots 1/5$ .

Покриття склепіння проектують одно- і багато прогонним. По торцях склепіння можуть спиратися на колони, рами, діафрагми або на фундаменти. При спиранні на колони в склепіннях виникає розпір, що сприймається затяжками, які є несучими конструкціями.

Спирання склепінь проектується залізобетонними, армоцементними, сталезалізобетонними та дерев'яними.

## 8.2. Залізобетонні склепіння

Рекомендуються виконувати у збірному варіанті з окремих уніфікованих тонкостінних елементів виготовлених на заводі. Можливе виготовлення склепінь із монолітного залізобетону. Затяжки склепінь виконуються залізобетонними (із звичайним

та попередньо напруженим армуванням) або сталеві. Іноді ефективно використовувати сталеві контурні арки, що встановлюються по довжині прогону, що перекривається, з включенням верхнього поясу арки в несучу систему верхнього поясу склепіння.

Використовується два основні розрізи склепінь на збірні плити – поздовжні і поперечні. На рис. 8.5. представлено варіант бочарного склепіння з поздовжньою розрізкою на плити. Конструкція з поперечною розрізкою приведена рис. 8.6.

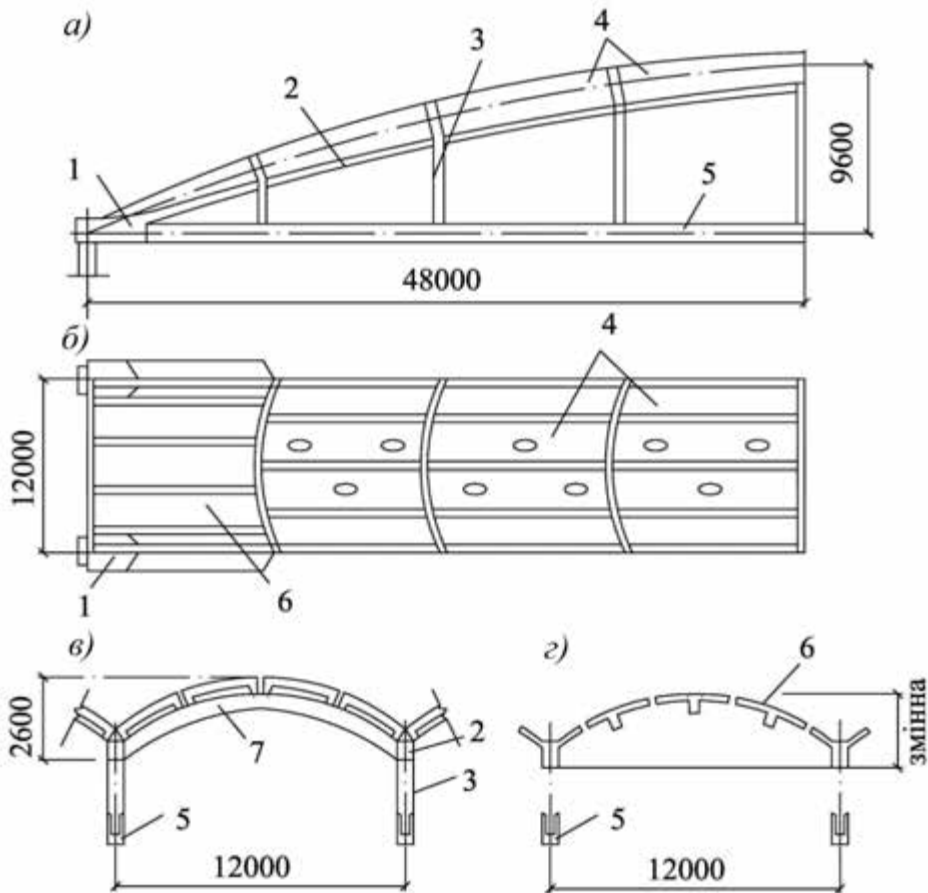


Рис. 8.5. Схема бочарного склепіння:

- a* – поздовжній переріз; *б* – план розкладки плит;
- в* – поперечний розріз по середньому прогону; *z* – те ж, по опорній зоні; 1 – опорний блок; 2 – бортовий елемент;
- 3 – сталева підвіска; 4 – середня плита з отворами;
- 5 – блок затяжки; 6 – плита опорної зони; 7 – балка діафрагми

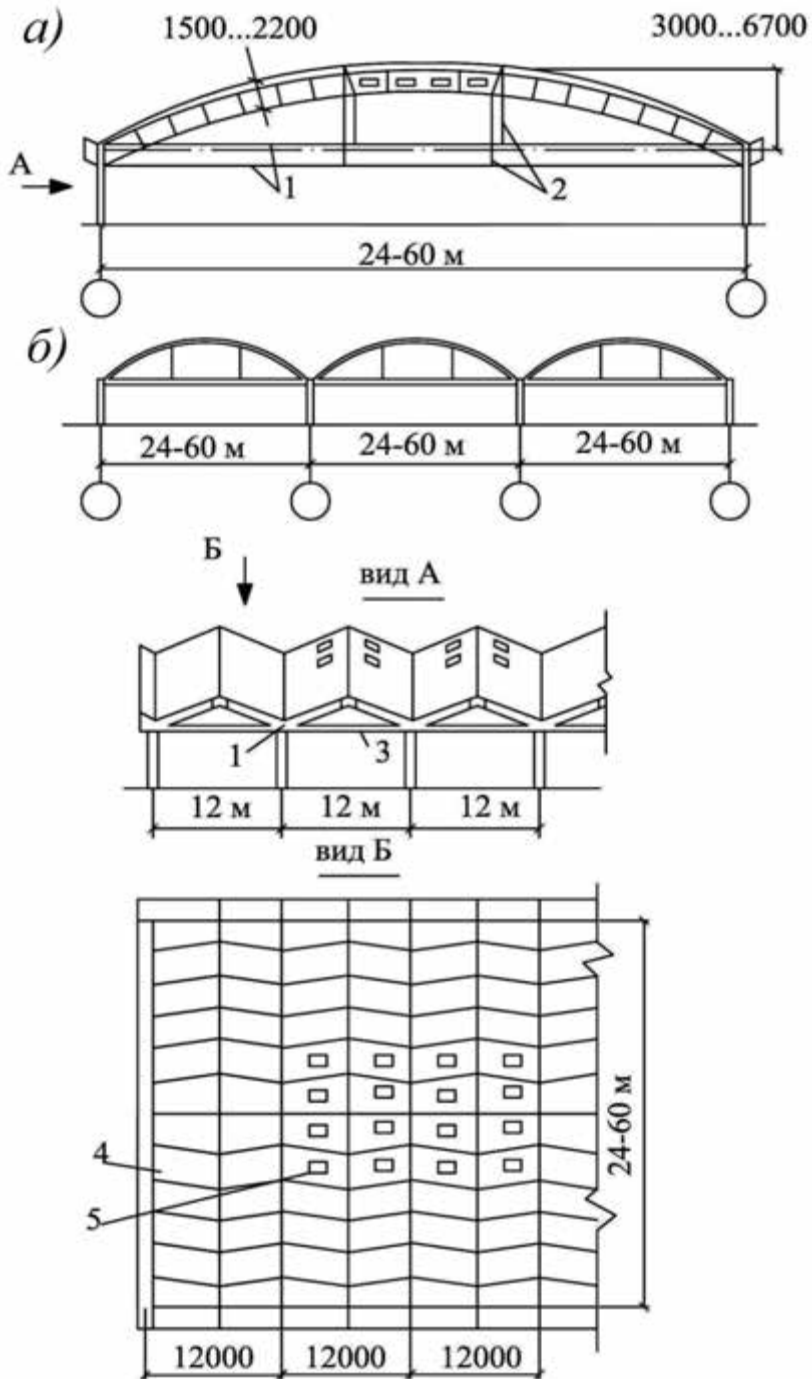


Рис. 8.6. Складчасте склепіння з плоских плит:  
*a* – однопрогоновий варіант; *б* – багатопрогоновий варіант;  
*1* – затяжка; *2* – підвіска; *3* – опорна ферма;  
*4* – плита; *5* –зенітний ліхтар

Стріла підйому поздовжньої осі склепіння рекомендується приймати в межах  $1/2...1/4$  прогону. Більші значення приймаються для склепінь, що спираються на фундаменти, менші – для склепінь із затяжками, що спираються на колони.

На рис. 8.7 показано виконання верхнього та нижнього шарнірів для тришарнірного склепіння. Утеплення покриття склепіння виконується монолітним (із пінополістиролу) або легким утеплювачем безпосередньо по поверхні всього покриття.

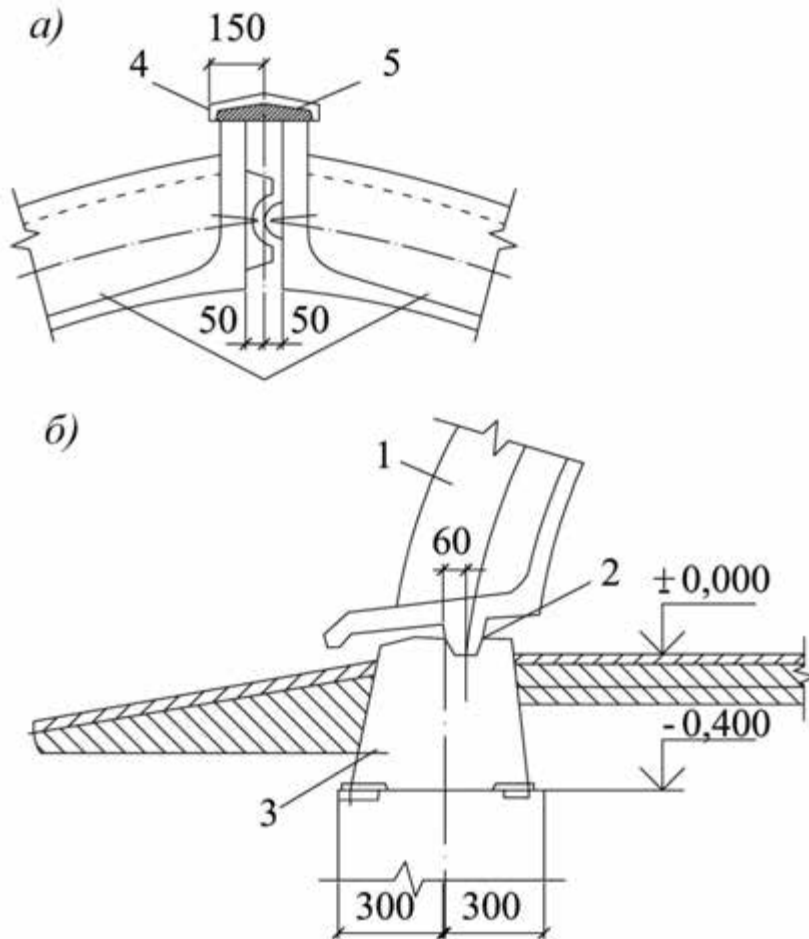


Рис. 8.7. Верхній і нижній шарніри в будівлі з склепінням:  
 а – верхній вузол склепіння з бетонним шарніром;  
 б – спирання склепіння на фундаментну балку;  
 1 – елемент покриття; 2 – каучукова мастика;  
 3 – фундаментна балка; 4 – оцинковане залізо; 5 – нащільник

Затяжки склепінь можуть виконуватись з попереднім напруженням та без напруження.

Попередньо напружені затяжки проектують залізобетонними або металевими. В якості напружених елементів приймають стрижневу арматуру та високоміцну арматуру у вигляді джгутів і канатів (рис. 8.8).

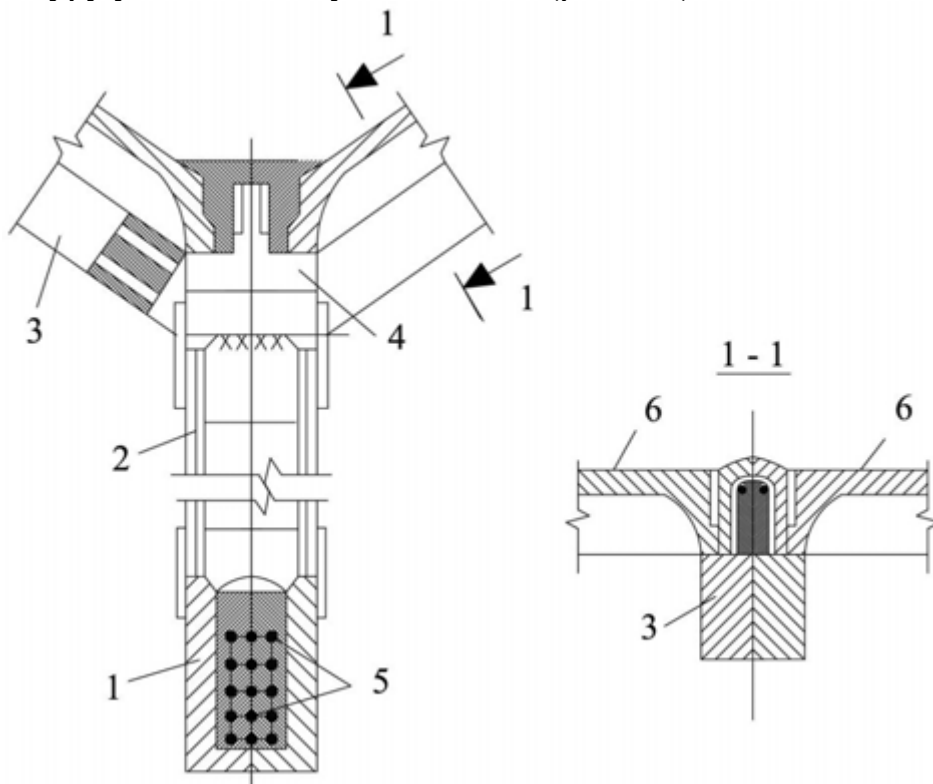


Рис. 8.8. Деталь з'єднання бочарних склепінь:

- 1 – блок затяжки; 2 – сталеві підвіски;
- 3 – балка діафрагми; 4 – бортовий елемент;
- 5 – арматура затяжки; 6 – середня плита

Затяжки сприймають розпір склепіння, кріпляться безпосередньо до опорних балок, сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження.

Розрахункові схеми конструкцій тонкостінних склепінь визначаються за наявністю шарнірного спирання елементів або їх защемленням в опорних конструкціях. Тому покриття склепінь поділяють на защемлені (безшарнірні), двох або

тришарнірні. Спрощений розрахунок таких конструкцій зводиться до розрахунку плоских арок, що мають криволінійний або ламаний поперечний розріз.

### 8.3. Складчасті і хвилясті склепіння

Конструкція складчастого склепіння здатна перекивати прогони від 24 до 60 м, складається із з'єднаних один з одним складчастих арок шириною 12 м, що монтуються з плоских залізобетонних плит з розмірами  $3 \times 6$  м (рис. 8.9).

Плити складчастих склепінь проектують аналогічно плоским плитам покриттів. Товщина полки плити приймається 30–40 мм, в опорних зонах 50–60 мм.

Висота поздовжнього і торцевого ребра складає 150–200 мм, поперечних ребер 120–150 мм, розміщених з кроком 600–800 мм. По боковим поверхням плит виконуються заглиблення для утворення шпонок. Опорні плити склепінь проектуються суцільним стовщенням.

Армування тонкостінних конструкцій склепінь виконується у відповідності з епіюрами нормальних та поперечних зусиль, а також згинальних моментів. Згинальні моменти сприймаються стрижневою арматурою у вигляді плоских каркасів, що укладаються в поздовжньому ребрі по довжині конструкції. Нормальні і поперечні зусилля сприймаються арматурними сітками з проволочи решіткою  $150 \times 150$  мм або  $200 \times 200$  мм діаметром 3–6 мм. Опорні частини елементів, являють собою залізобетонні плити або балки, армують стрижневими просторовими каркасами.

В армуванні склепінь використовуються ткані сітки, що укладаються по всій поверхні конструкції.

**Бочарні склепіння.** Для бочарних склепінь прогоном 48–100 м висоту стріли підйому рекомендується приймати  $1/10 \dots 1/12$  від прогону. Ширину хвилі склепінь в поперечному напрямку необхідно призначати 6 – 12 м. Для прогонів 60 – 100 м найбільш раціональна ширина 12 м. Висота поперечного перерізу хвилі склепіння у межах  $1/4 \dots 1/10$  її ширини, рис. 8.9.

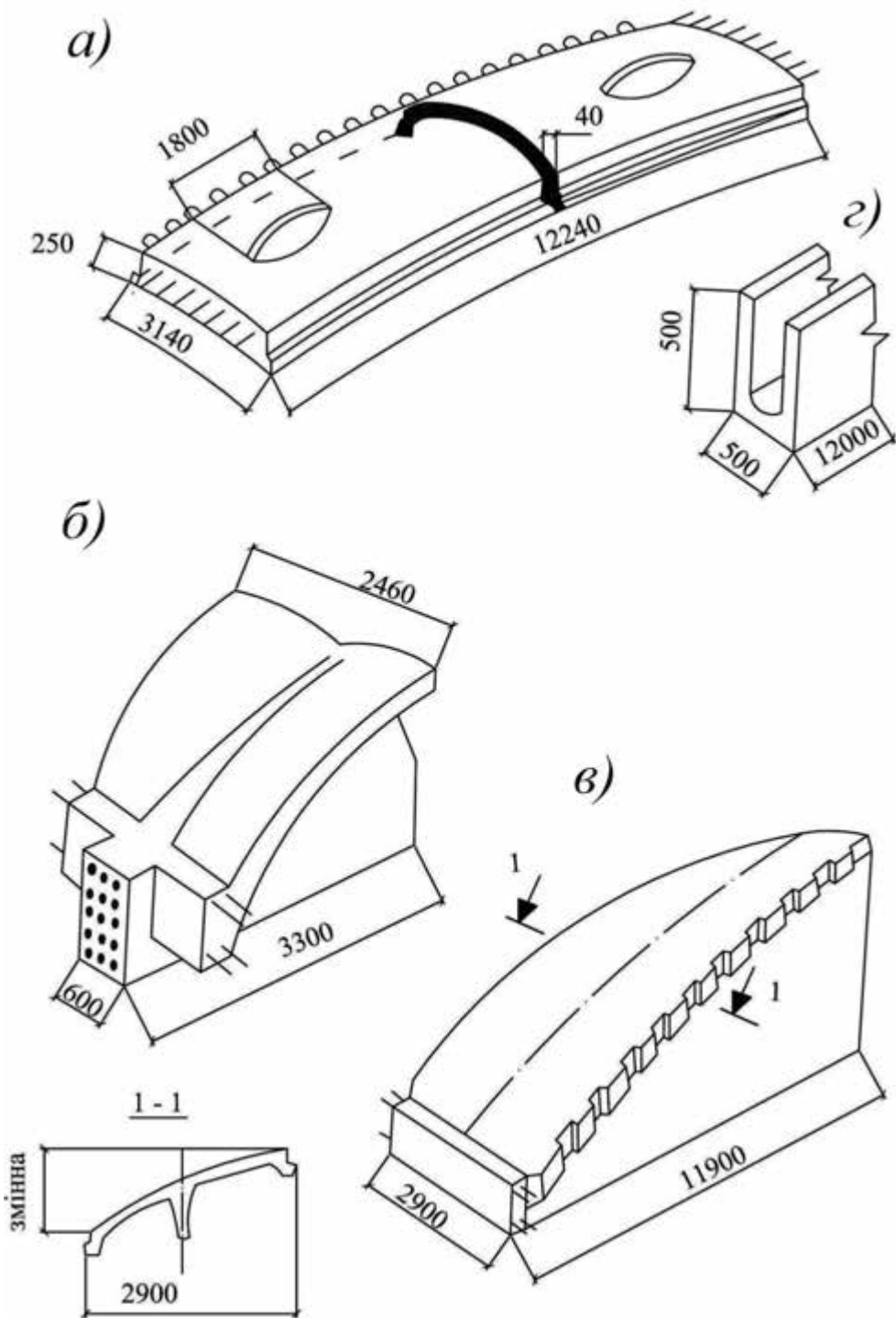


Рис. 8.9. Циліндричні плити бочарних склепінь:  
 а – середня плита з отворами;  
 б – опорний блок; в – блок затяжки

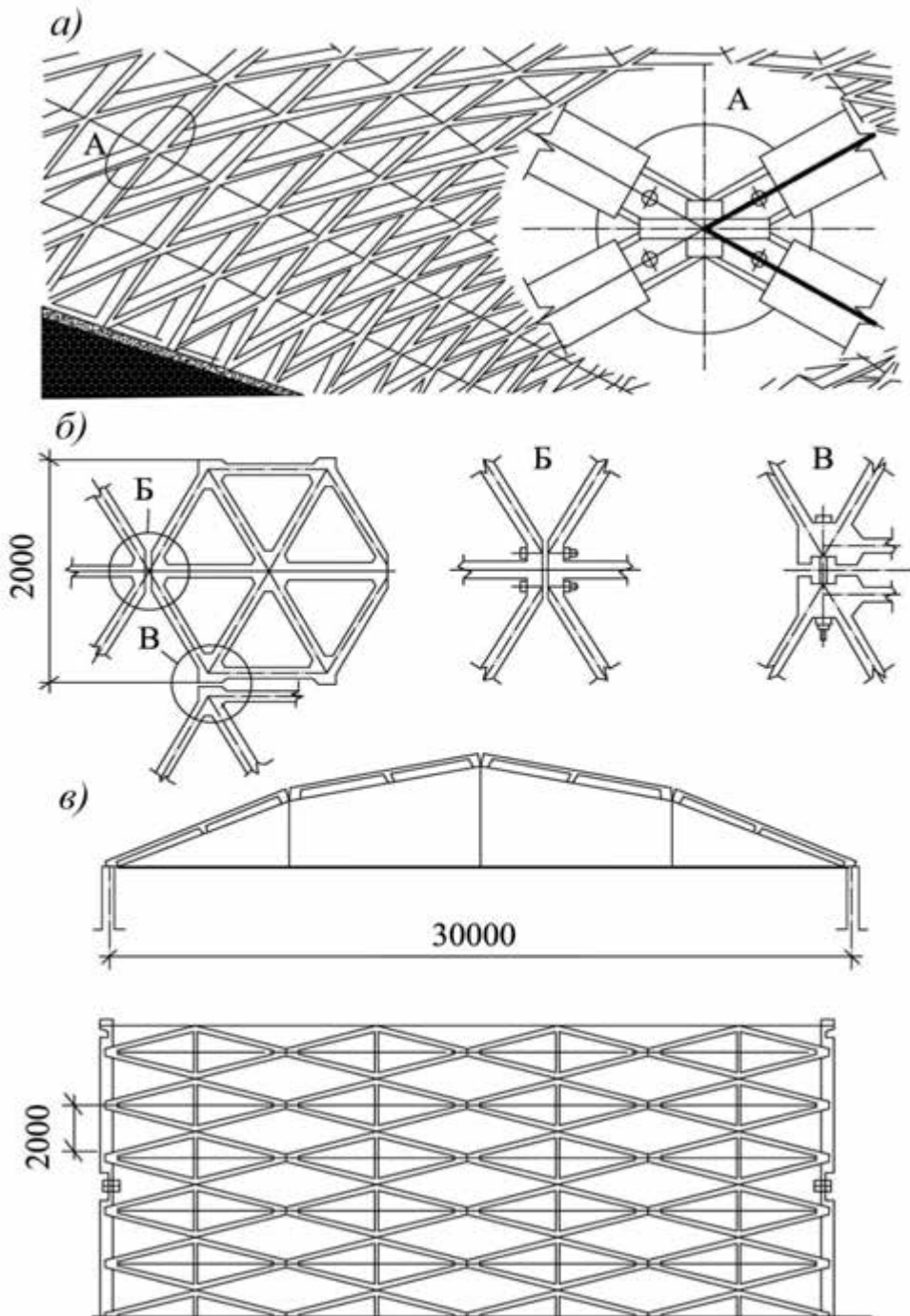


Рис. 8.10. Збірні решітчасті склепіння із залізобетонних елементів:  
 а – із стрижнів довжиною 2 м; б – із шестикутних модулів;  
 в – із ромбічних елементів

Поверхня бочарного склепіння утворюється переміщенням вздовж осі певної кривої (дуги, кола, параболи) або ламаної лінії, таким чином, що площа твірної залишається перпендикулярно осі склепіння, торцеві або опорні зони склепінь необхідно проектувати одним із нижченаведених способів:

1 – опорна зона тороїдального обрису (склепіння має по всій довжині постійну форму перерізу);

2 – опорна зона має форму коноїда або близьку до неї (змінну висоту профіля середньої зони до прямої на лінії опор.

Збірні плити бочарного склепіння рекомендується виконувати розмірами  $3 \times 6$  м та  $3 \times 12$  м. Мінімальна товщина полички плити 30–35 мм. Плити обрамляються по периметру ребрами висотою 150–250 мм. При схемі поздовжньої розрізки рекомендуються плити з циліндричною формою поверхні прогоном до 12 м (рис. 8.9) можуть прийматися плити з ламаною формою поверхні.

Бокові поверхні ребер виконують із шпонками, забезпечують передачу зусиль зсуву. З'єднання плит між собою виконується за допомогою зварки закладних деталей або випусків арматури.

Залізобетонні решітчасті склепіння виконані в збірному варіанті та монтуються із плоских решіток багатокутного або ромбічного окреслення (рис. 8.10). Прогони приймають в межах 18 – 36 м.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 8***

1. Охарактеризуйте поняття терміну «склепіння». Перерахуйте існуючі види склепінь.
2. Наведіть приклад склепінь у плані.
3. Наведіть приклад види ферм конструкцій склепінь.
4. Яким чином проектуються покриття склепінь та які зусилля виникають у таких конструкціях?
5. Наведіть приклад бочарного склепіння.
6. Наведіть приклад складчастого склепіння з плоских плит.

7. Запроектуйте верхній та нижній шарнірні вузли з'єднання склепінь у будівлі.
8. Запроектуйте деталь з'єднання бочарних склепінь.
9. Надайте приклад циліндричних плит бочарних склепінь.

## РОЗДІЛ 9. КУПОЛА

### 9.1. Просторова конструкція купола

Наведена класифікація куполів за конструктивною схемою, особливості технологічного процесу при виготовленні куполів. Представлені переваги та недоліки монолітних куполів. Розглянуто армування опорним кільцем та вузли з'єднання.

Купола представляють собою просторову конструкцію з криволінійним (коло) або багатокутовим планом та має криволінійну або багатокутове обрамлення у вертикальній площині (рис. 9.1).

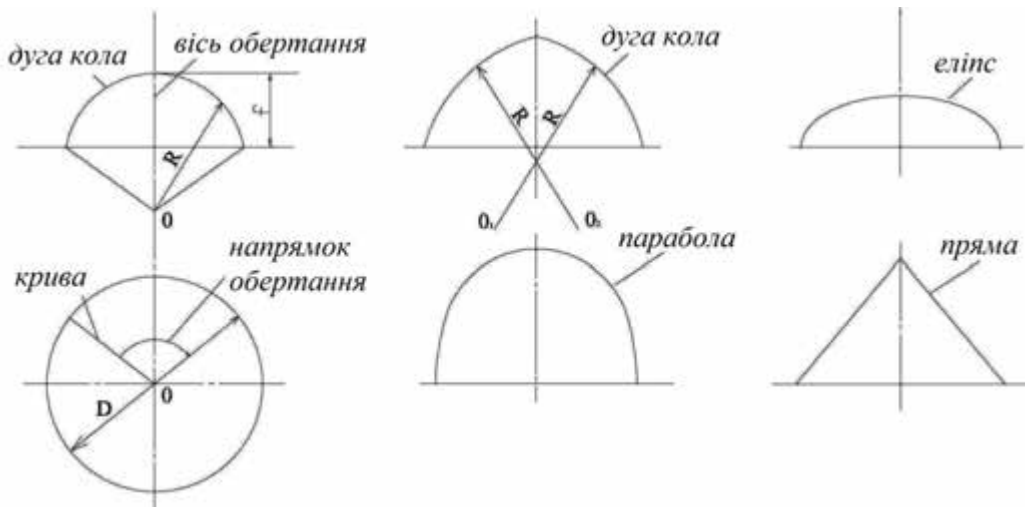


Рис. 9.1. Формоутворення куполів

За конструктивними схемами їх підрозділяють на купола-оболонки (гладкі або ребристі), ребристі, ребристо-кільцеві і складчасті (рис. 9.2).

Купола-оболонки (рис. 9.2, а) мають поверхню, що утворена обертанням кривої (дуга кола, еліпса, параболи, циклоїди) навколо вертикальної осі. Елементи купола – тонкостінна оболонка та розтягнуте опорне кільце. Можливе виконання верхнього кільця ліхтаря, яке працює на стиск. Оболонки купола може бути виконана хвилястими або

складчастими. Купола-оболонки будуються переважно із залізобетонну.

Ребристі купола (рис. 9.2, б) складаються із окремих плоских ребер в радіальному напрямленні. Ребра об'єднуються між собою на вершині, знизу опираються на опори. З прямолінійними ребрами утворюються конічні та пірамідальні куполи. Елементом купола також є нижнє опорне кільце, ребра і верхнє кільце. Ребристі купола представляють собою розпірну систему, в якій розпір може сприйматись як спеціальним опорним кільцем, так і фундаментом.

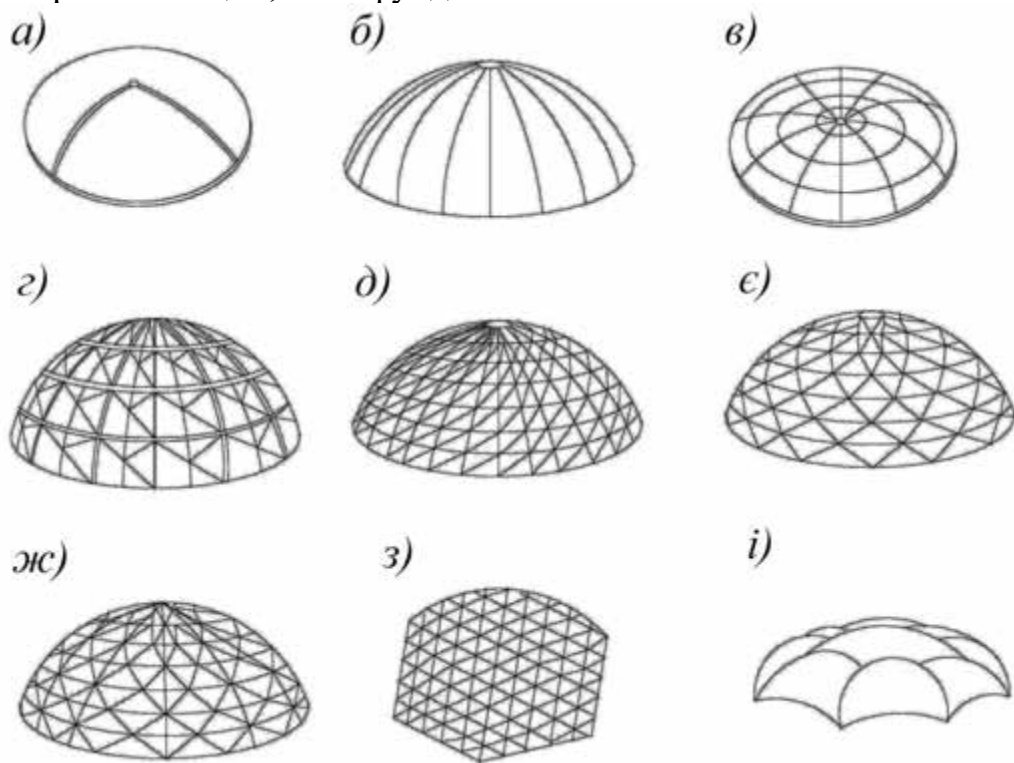


Рис. 9.2. Схеми (а-і) та форми куполів:

а – гладкий купол-оболонка; б – ребристий; в – ребристо-кільцевий; з – ребристо-кільцевий зі зв'язками; д – решітчастий купол Шведлера; е – те ж, Фешпля; ж – те ж, Чивітта; з – те ж, Чабишева; і – складова оболонка-купол;  
 1, 4, 7 – сферичні; 2, 9 – стрільчасті; 6 – конусні;  
 3, 8 – параболоїдні; 5 – еліпсоїдні; 10 – шатрові; 11 – замкнуті;  
 12 – складчасті; 13 – багатогранні; 14 – зонтичні; 15 – парусні

Ребристі купола можуть бути залізобетонними, металевими та дерев'яними.

Якщо по каркасу із ребер можуть бути укладенні тонкостінні плити, ребристий купол перетворюється в купол-оболонку при умові забезпечення об'єднаної роботи плит і ребер.

Ребристо-кільцеві куполи (рис. 9.1, в) складаються з плоских радіальних плит, що з'єднуються в кільцевому напрямленні прогонів, та разом утворюють жорстку просторову систему.

Прогони можуть використовуватись як затяжка купола.

Ребристо-кільцеві куполи з решітчастими зв'язками (рис. 9.2, з) складається із радіальних та кільцевих ребер, між якими є розкоси. Наявність розкосів зменшує зусилля в ребрах. Радіальні ребра зверху з'єднуються в кільце, що одночасно використовується для утворення світлового ліхтаря. Такі ребристо-кільцеві купола виконуються металевими або дерев'яними.

Решітчасті купола (рис. 9.2, д–з) представляють собою багатогранники, вписані в сферичну або іншу поверхню обертання, що складається з одного шару конструктивних елементів.

Решітчасті купола проєктуються, в основному, металевими та дерев'яними.

Купола можуть бути скомпоновані з оболонок двоякої кривизни або циліндричних оболонок (нульової кривизни), що перехрещуються в меридіальних площинах, утворюючи кут перелому поверхні. Такі конструкції називаються складовими купольно – складчастих оболонок (рис. 9.2, і).

## **9.2. Залізобетонні купола**

Залізобетонні купола проєктуються переважно у вигляді монолітних або збірно-монолітних оболонок.

Монолітні купола можуть бути гладкі або збірно-монолітні – з ребристих циліндричних або плоских плит.

### 9.2.1. Монолітні купола

Монолітні купола прогоном до 120 м виготовляються в більшості випадків з гладкими стінками (оболонкою), хвилястої або складчастої форми, що описують в цілому поверхню обертання, рис. 9.3.

У залежності від відношення стріли підйому  $f$  до діаметру  $D$  опорного контура розрізняють наступні купола:

– пологі  $\frac{f}{D} = \frac{1}{5} \div \frac{1}{10}$ ;

– високі  $\frac{f}{D} \geq \frac{1}{5}$ .

Найбільш економічний ефект при  $\frac{f}{D} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{5}$ , проте в цілях зменшення поверхні покриття рекомендується приймати  $\frac{f}{D} = \frac{1}{6} \div \frac{1}{7}$ .

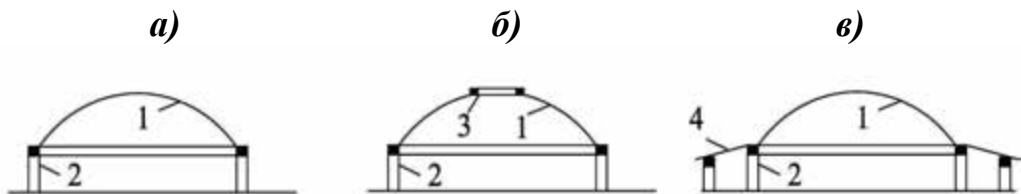


Рис. 9.3. Конструктивні схеми

тонкостінних купольних покриттів:

- a* – з повним куполом; *б* – з куполом, який усічений для центрального прорізу; *в* – з куполом, який з'єднаний з плоским кільцевим перекриттям прибудови;  
*1* – оболонка купола; *2* – опорне кільце; *3* – кільце центрального прорізу; *4* – плоске кільцеве перекриття

Товщина плити монолітних куполів приймають у межах  $\frac{1}{600} \div \frac{1}{800}$  радіуса кривизни у вершині. Криволінійну гладку плиту монолітного купола армують конструктивно: при товщині до 70 мм – сіткою 200×200 мм, діаметром стержнів 4–6 мм, при більшій товщині приймають подвійну сітку.

У місцях примикання оболонки до нижнього опорного кільця робиться плавний перехід з обов'язковим подвійним армуванням оболонки і запуском арматури в опорне кільце (рис 9.4). Кільце розраховують на зусилля розтягу від розпору та рекомендовано проектувати попередньо напруженим.

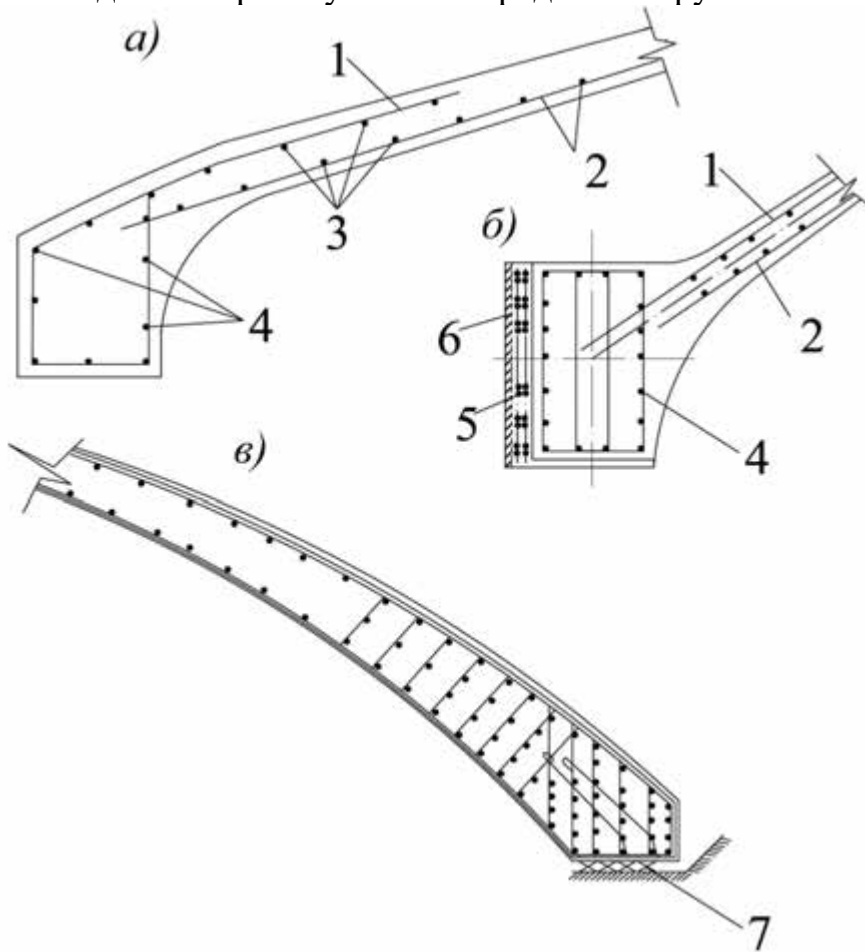


Рис. 9.4. Армування зони приєднання монолітних купольних оболонок з опорними кільцями:  
*а* – кільце із звичайним армуванням; *б* – з попередньо натягнутої арматури; *в* – утворення опорного кільця за допомогою стовщення оболонки;  
 1 – додаткові стрижні; 2 – конструктивна арматурна сітка;  
 3 – кільцева арматура; 4 – ненапружена арматура опорного кільця; 5 – напружена арматура; 6 – монолітний бетон;  
 7 – опорні катки

Суттєвий недолік монолітно бетонних куполів – складність виконання та дорога опалубка, вартість якої може бути як вартість самого купола. Для куполів невеликих прогонів (до 30 метрів) можливе використання пневматичної опалубки.

### 9.2.2. Купола із великорозмірних плит

Купола із великорозмірних плит циліндричної форми (рис. 9.5) рекомендуються проєктувати з підйомом не менше  $1/10$  від прогону оболонки. Всі плити виконані меридіальними і тому для куполів на плані кола однотипні. Трапецієвидна в плані плита має циліндричну поверхню, довжина плити дорівнює, приблизно, радіусу купола (до 20 метрів). Ширина плит у нижнього кільця може бути до 3,7 м. Поздовжні ребра плит направлені по меридіанам. Через 2–3 м в плитах виконуються поперечні ребра.

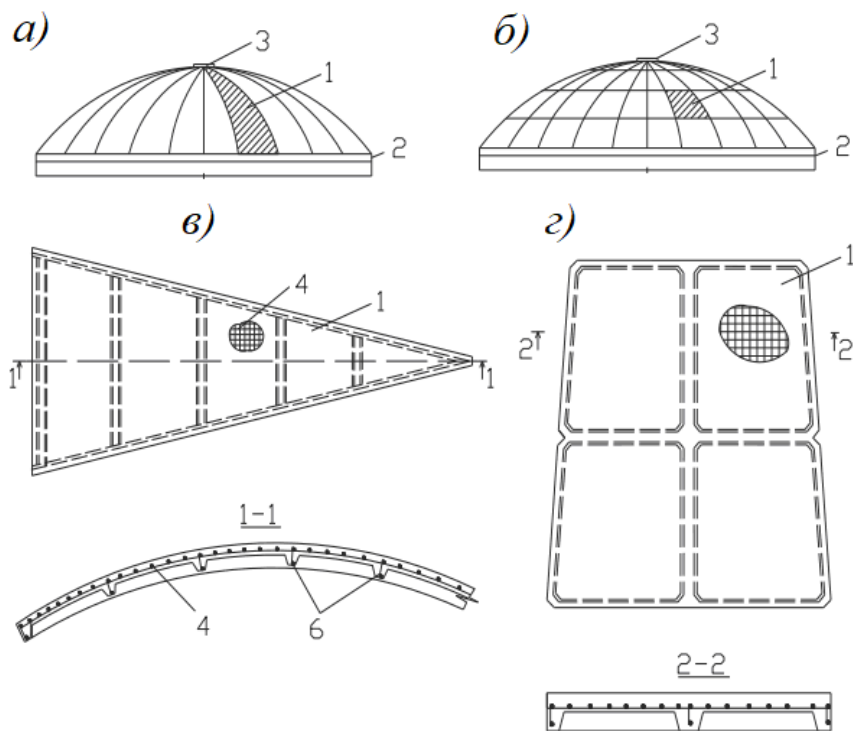


Рис. 9.5. Купола із крупно-розмірних плит:  
*а, б* – розрізка на збірні елементи;  
*в, з* – ребристі панелі – секторна і трапецієвидна

Вузли з'єднання елементів один з одним та кільцями приведені на рис. 9.6. Верхнє кільце виконується залізобетонним Г-подібного розрізу або металевим із спеціальним столиком для спирання верхньої частини плити.

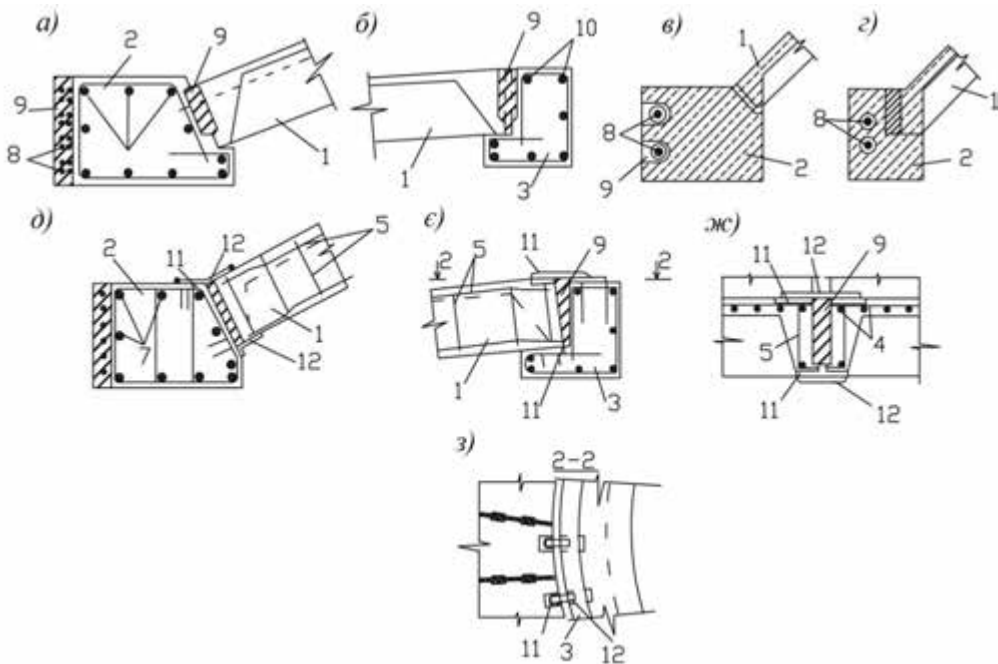


Рис. 9.6. Узли з'єднання елементів:

- а* – шарнірне сполучення панелі з нижнім опорним кільцем;
- б* – те ж, з верхнім; *в, г* – варіанти встановлення напруженої пучкової арматури в зовнішніх жолобах і каналах;
- д* – жорстке сполучення панелі з нижнім кільцем;
- е* – те ж, з верхнім; *ж* – стик панелей;
- 1* – панель; *2* – нижнє опорне кільце; *3* – верхнє кільце;
- 4* – арматурна сітка панелі; *5, б* – зварні каркаси поздовжнього і поперечного ребра панелі; *7* – звичайна арматура нижнього кільця; *8* – попередньо напружена арматура нижнього кільця; *9* – бетон замонолічування;
- 10* – арматура верхнього кільця;
- 11* – металеве закладні деталі; *12* – накладка на зварці

Опорне кільце може бути виконане із окремих залізобетонних елементів, які виконуються на опорі; випуски арматури стикуються і шви між ними заповнюють монолітним

бетоном. Після затвердіння бетону стики кільця обжимають напруженою арматурою, які закріплюють і захищають бетоном.

Стики між ребрами плит замоноличують, арматуру в місцях з'єднання ребер стикують за допомогою зварювання. В місцях примикання плит оболонки з опорним кільцем арматури стрижні ребер зварюють з закладними деталями або випусками арматури, в опорному кільці.

### 9.2.3. Купола з плоских плит

Купола з плоских плит отримують розрізкою оболонки меридіальними і кільцевими розрізами, рис. 9.7. У цьому випадку кожний ярус монтується з плит одного типорозміру.

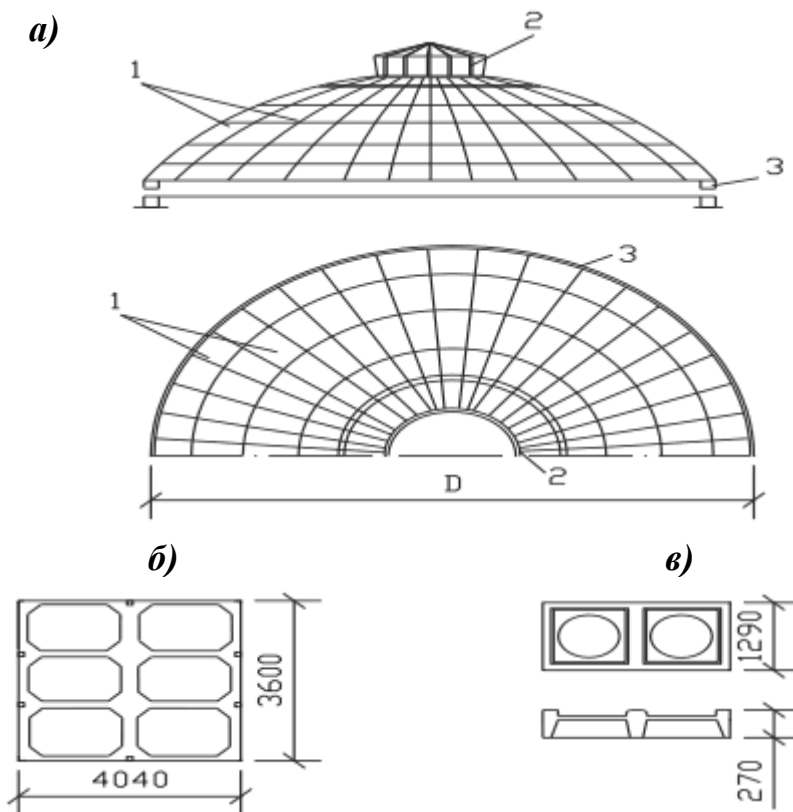


Рис. 9.7. Купола з плоских плит:  
*a* – загальний вид і план; *б* – плоска ребриста плита для нижніх ярусів; *в* – теж, для верхнього ярусу;  
*1* – плита; *2* – верхнє кільце; *3* – нижнє опорне кільце

Плити отримують порівняльно невеликих розмірів, їх поверхня може прийматись плоскою, а конструктивна форма купола в цілому приймає вид багатогранника, вписаного в сферу, конус та інші поверхні обертання.

Різновидністю є плити, що мають в нижньому ярусі незначні переломи посередині. План плит може бути прямокутним або трапецієвидним, по контуру плити обрамляють ребра висотою 240 – 270 мм, проміжні ребра ділять плити на декілька кесонів. Зовнішні і проміжні ребра плит з'єднуються зваркою, утворюють меридіальні і кільцеві ребра купола. Ці ребра розташовуються знизу плити (внизу купола), але іноді з конструктивних міркувань ребра розташовують зверху.

#### 9.2.4. Купола, що монтується навісною збіркою

Розглянемо купола, що монтується навісною збіркою (рис. 9.8), розділяються на кільцеві та меридіальні яруси.

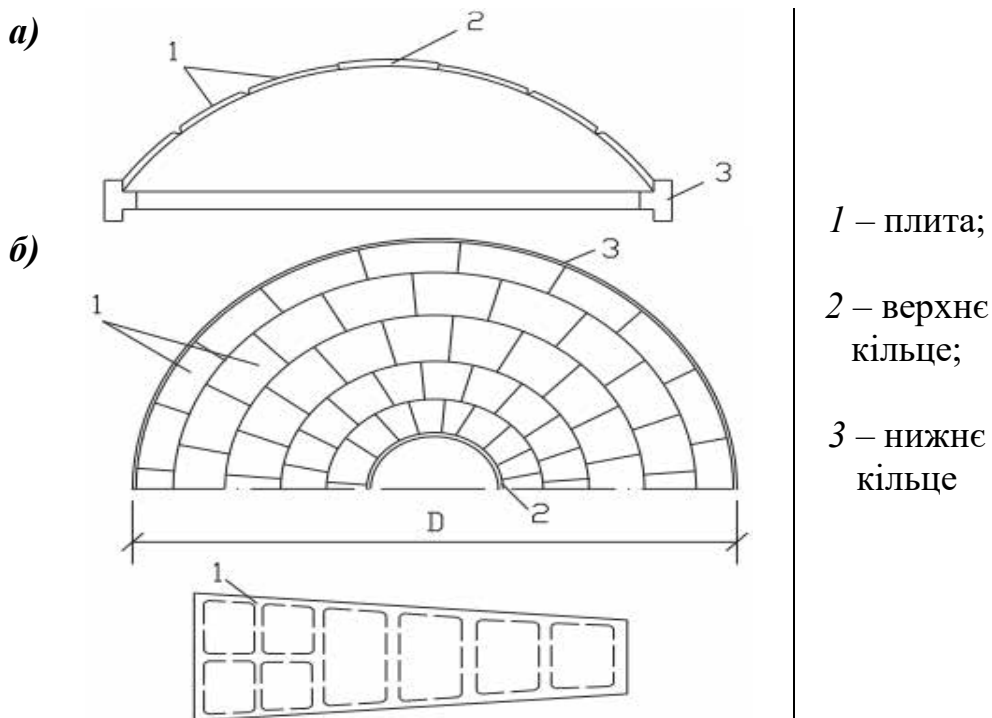


Рис. 9.8. Куполи, що монтується навісною збіркою:  
а – розріз; б – план

Плита представляє собою двохярусну конструкцію (розташовану в двох ярусах купола). Збірні ребристі плити мають трапецієвидний план і устанавлюються методом навісної збірки між консольними ділянками плит нижнього ярусу.

### 9.2.5. Ребристо-кільцеві купола

Ребристо-кільцеві купола (рис. 9.9), у тому числі з решітчастими зв'язками, утворюються ребрами – напіварками, що спираються на нижнє кільце.

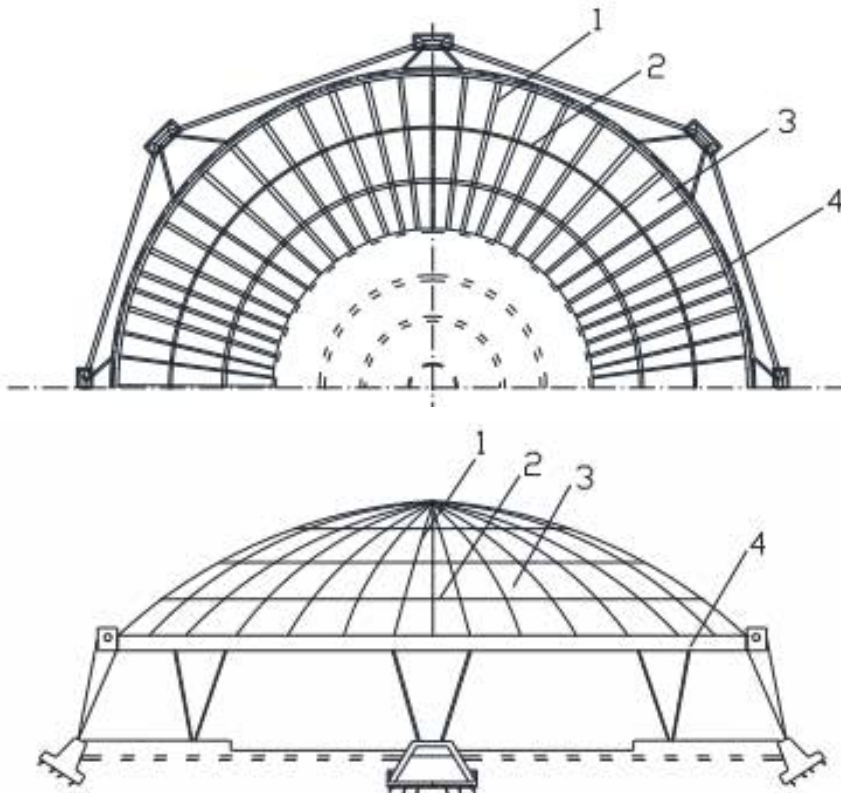


Рис. 9.9. Ребристо-кільцевий купол:  
1 – ребра-напіварки; 2 – горизонтальні кільцеві балки;  
3 – криволінійні плити; 4 – опорне кільце

Ребра по висоті об'єднуються горизонтальними кільцевими балками (ребрами). По несучим ребрам можуть укладатись криволінійні утеплені плити або сталевий настил. У ребристо-кільцевих куполах з метою забезпечення стійкості

поперечного розрізу меридіальних ребер їх виконують двотавровими. Всі кільцеві ребра рекомендують призначати прямокутного або квадратного поперечного розрізу. Форми опорного кільця купола виконують багатокутними в плані і прямокутного в поперечному перерізі зі зрізаним кутом для спирання ребер.

Приєднання ребер з кільцями (опорним і верхнім) рекомендується виконувати із зваркою закладних деталей з подальшим замонолічуванням бетоном на мілкозернистому заповнювачі. Опори купола виконують у вигляді циліндричних катків, для забезпечення вільного горизонтального переміщення.

### 9.2.6. Складені купольно-складчасті оболонки

Складені купольно-складчасті оболонки (рис. 9.10) відрізняються тим, що в місцях перетину складених оболонок утворюється западина, при якій виникає потовщення, що називається розжолобок, разом, це надає просторову жорсткість всьому покриттю, аналогічно ребру жорсткості. Ці елементи виконуються у вигляді металевих арок (рис. 9.10, ж) або залізобетонних ребер. Для організації радіальних світових прорізів влаштовують подвійні металеві радіальні арки двотаврового перерізу, гілки яких з'єднуються зв'язками.

Конструктивні елементи виконують у вигляді сталевих арок з затяжками або збірних залізобетонних ригелів, шарнірно спертих на колони. Затяжки можуть бути металевими або залізобетонними.

У центрі покриття виконується внутрішнє кільце, на яке опираються радіальні елементи. Центральнорадіальний «каркас» покриття покращує статичну роботу оболонки, покращує технологічний процес зведення.

У складених оболонках висота перерізу радіальних арок приймається в межах  $\left(\frac{1}{60} \dots \frac{1}{80}\right)$  від прогону оболонки, а контурних не менше  $\frac{1}{100}$  від прогону арки.

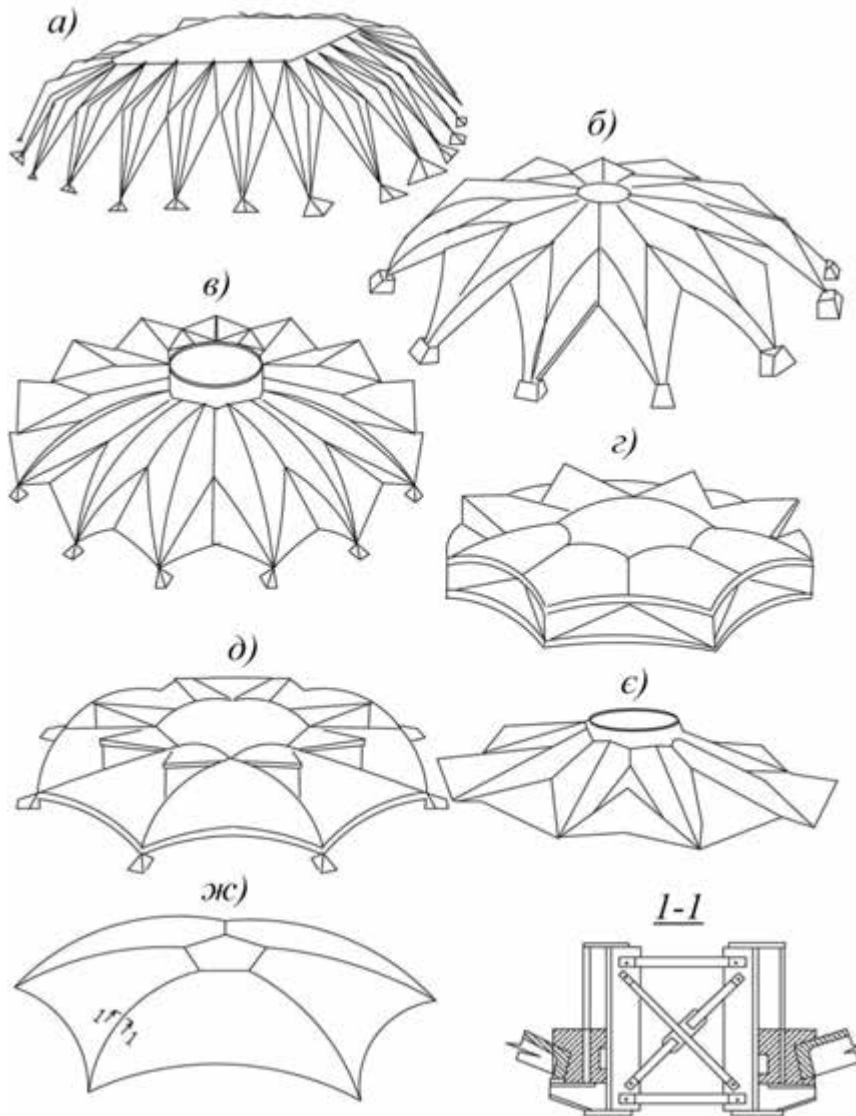


Рис. 9.10. Складені купольно-складчасті оболонки:  
*а* – ребристі; *б* – ребристо-кільцеві; *в* – *д* – сітчаті  
 (Швелера, Фепеля, Чивітта)

Купольно-складчасті оболонки виконуються з однотипних основних плит (прямокутні в плані) та добірні (трикутні або трапецієвидні в плані). З'єднуються плити між собою за допомогою металевих листових накладок, що приварюються до закладних деталей плит, що установлені в місцях ребер. Усі стики та шви між плитами заповнюють бетоном, клас бетон приймається не нижче ніж клас бетону несучих конструкцій.

### *Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 9*

1. Дайте визначення просторовій конструкції купол та наведіть приклади залізобетонних конструкцій куполів.
2. Охарактеризуйте схеми та форми куполів.
3. Яким чином залежить діаметр купола від його товщини?
4. Наведіть приклад армування зони приєднання монолітних залізобетонних купольних оболонок з опорними кільцями.
5. Наведіть приклад вузла з'єднання елементів куполів один із одним та з опорними кільцями.
6. Наведіть приклад купола з плоских плит.
7. Опишіть технології монтування куполів?
8. Наведіть приклад ребристо-кільцевого купола.
9. Охарактеризуйте типи складених купольно-складчастих оболонок.
10. Опишіть конструктивні схеми тонкостінних купольних покриттів.
11. Наведіть приклади типів куполів.

## РОЗДІЛ 10. ОБОЛОНКИ

У розділі розглядається використання оболонок у будівництві. Наведені особливості статичної роботи оболонок покриття, різновиди пологих та циліндричних оболонок, методика їхнього розрахунку, способи виготовлення. Представлені вузли з'єднання залізобетонної оболонки нульової, додатної та від'ємної гаусової кривини.

### 10.1. Пологі оболонки

Конструкції пологих оболонок призначенні для покриття з планами наближеними до форми квадрату. Насамперед це оболонки додатної кривини з малим підйомом над опорами порівняно з куполом (рис. 10.1).

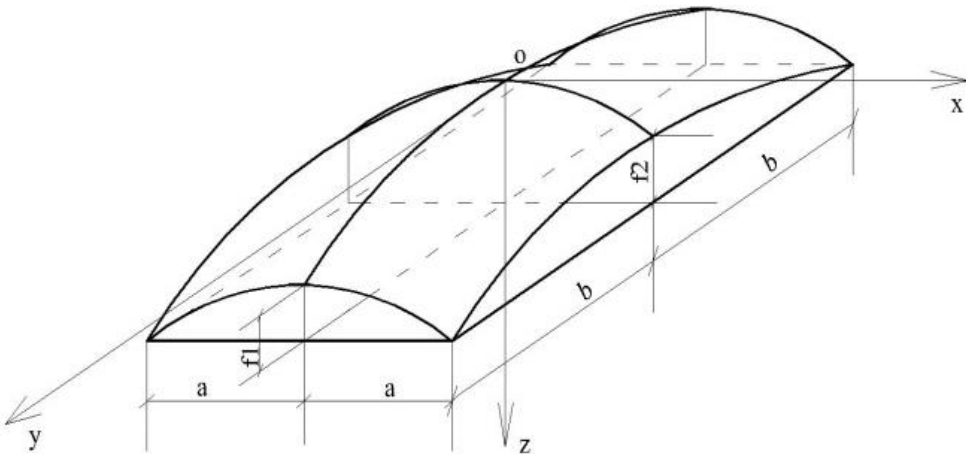


Рис. 10.1. Поверхня оболонки додатної гаусової кривини прямокутної форми в плані

Оболонки вважаються пологими при умові співвідношення стріли підйому до відповідного розміру сторони оболонки у межах  $1/5-1/10$ .

Із урахуванням статичних та архітектурних вимог використовують пологі оболонки зі стрілою підйому в центрі не більше  $1/5$  довжини діагоналі, що з'єднує кути оболонки. Для збірних оболонок з прямокутним планом рекомендується в

якості середньої приймати частину поздовжньої поверхні, що має додаткову кривину і горизонтальну вісь обертання.

Меридіально-кільцева система розрізки оболонок на плити виконується системою радіальних поверхонь розрізки, що проходять через вісь обертання, та системою вертикальних площин, перпендикулярних площини осі (рис. 10.2).

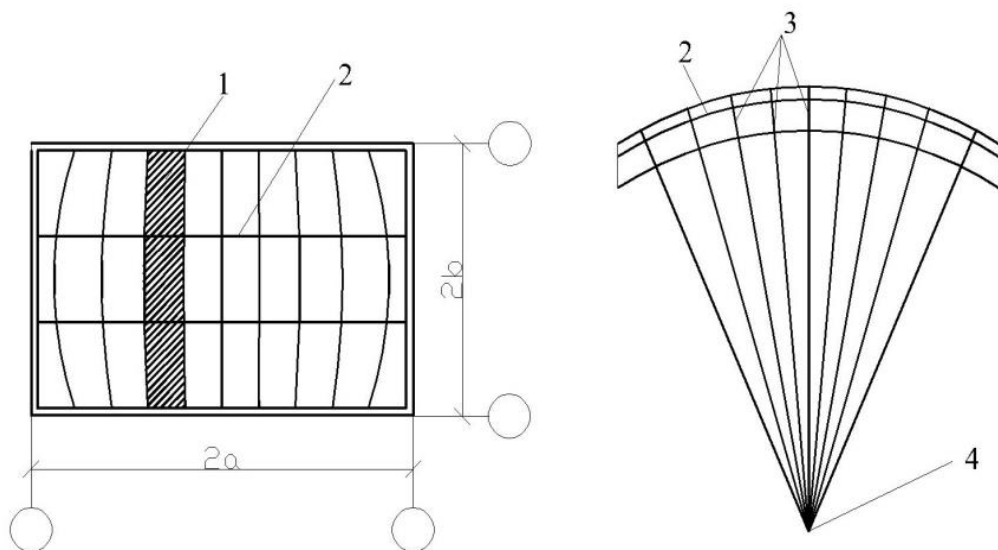


Рис. 10.2. Принцип меридіально-кільцевої розрізки оболонки:  
 1 – елемент розрізки; 2, 3 – вертикальні і радіальні поверхні розрізки; 4 –обертальна вісь розрізної поверхні

Така розрізка дозволяє зменшити мінімуму типорозміри збірних плит. Для оболонок із квадратним планом рекомендується сферична поверхня. За формою поверхні плит можуть бути плоскими, циліндричними або подвійної кривини. Для оболонок рекомендується використовувати циліндричні плити, так як плити подвійної кривини складні в виготовленні, а плоскі підвищують витрати матеріалів. Оболонки по контуру спираються на діафрагми, які виконуються у вигляді балок, ферм, арок, а також криволінійних брусів, що укладені на стіні, або колони.

Контурні балки (рис. 10.3, а, б) використовують в окремо стоячих оболонках при частому розміщенню по периметру будівлі колон.

В інших випадках використовуються ферми (рис. 10.3, *в*, *г*) або арки. Використання ферм, як більш жорстких у вертикальній площині елементів, має перевагу над арками.

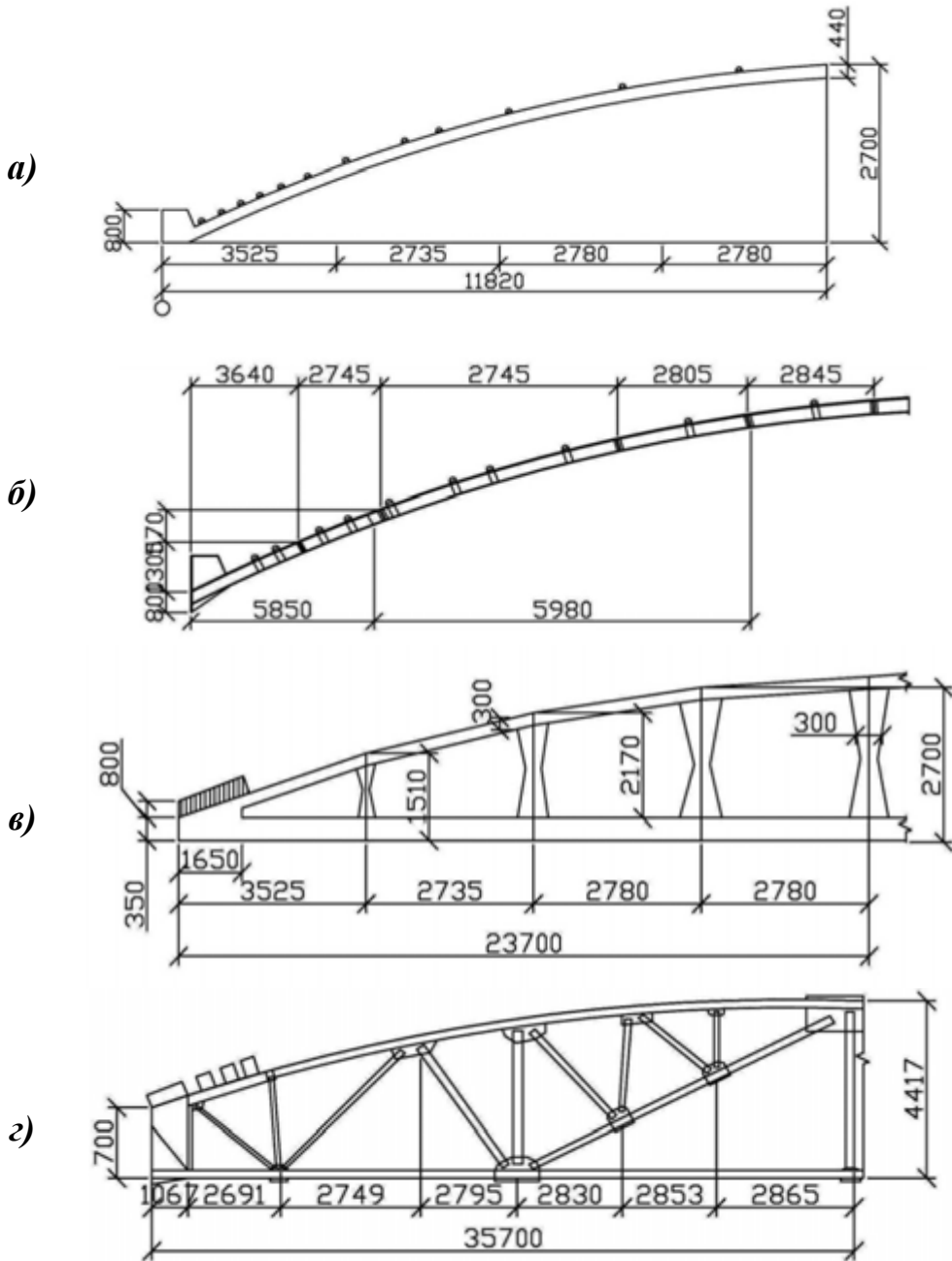


Рис. 10.3. Контурні елементи діафрагм пологих оболонок:  
*а* – залізобетонна балка; *б* – металева балка;  
*в* – залізобетонна ферма; *г* – металева ферма

У залежності від кількості і розташування сітки колон будівлі оболонки можуть проектуватися окремо стоячими (одно хвильовими) і багато хвильовими в одному або двох напрямках. Багатохвильові оболонки проектують «розрізними» і «нерозрізними».

Збірні пологі оболонки рекомендується проектувати розрізними, що забезпечує їхню більш сприятливу статичну роботу.

Пологі оболонки з монолітного бетону проектують гладкими. Товщина і армування середньої зони гладких оболонок, де виникають тільки зусилля стиску, призначається конструктивно з перевіркою розрахунку на стійкість. В приконтурних і кутових зонах плит оболонки потовщують з метою розміщення додаткової арматури та сприйняття існуючих зусиль, збільшених у порівнянні з центральною зоною.

Арматуру для сприйняття розтягнутих зусиль виконують у вигляді окремих стрижнів або сіток. Для збірних оболонок введення нового типорозміру плит з потовщеною полкою і посиленням армування економічно недоцільно.

У такому випадку потовщення плити оболонки виконують за допомогою набетонки – монолітним бетоном, виконаних по верху збірних плит.

У межах набетонки розміщується додаткова арматура під кутом  $45^{\circ}$  до контура і укладається відповідно до розрахунку на діючі головні розтягуючі зусилля.

## **10.2. Збірні залізобетонні оболонки**

Збірні залізобетонні оболонки поділяються на групи: типові оболонки для промислових будівель із укрупненою сіткою колон ( $18 \times 24$  м) і плит  $3 \times 6$  м (рис. 10.4, а); оболонки прогоном до 102 м з плит  $3 \times 12$  м з контурними опорними балками (рис. 10.4, б, в) оболонки прогоном до 42 м з плит  $3 \times 6$  м, що монтуються навісним способом (рис. 10.4, г) оболонки до 60 м з уніфікованих плит  $3 \times 6$  м, у тому числі з кроком колон 18 і 24 м (рис. 10.4, д).

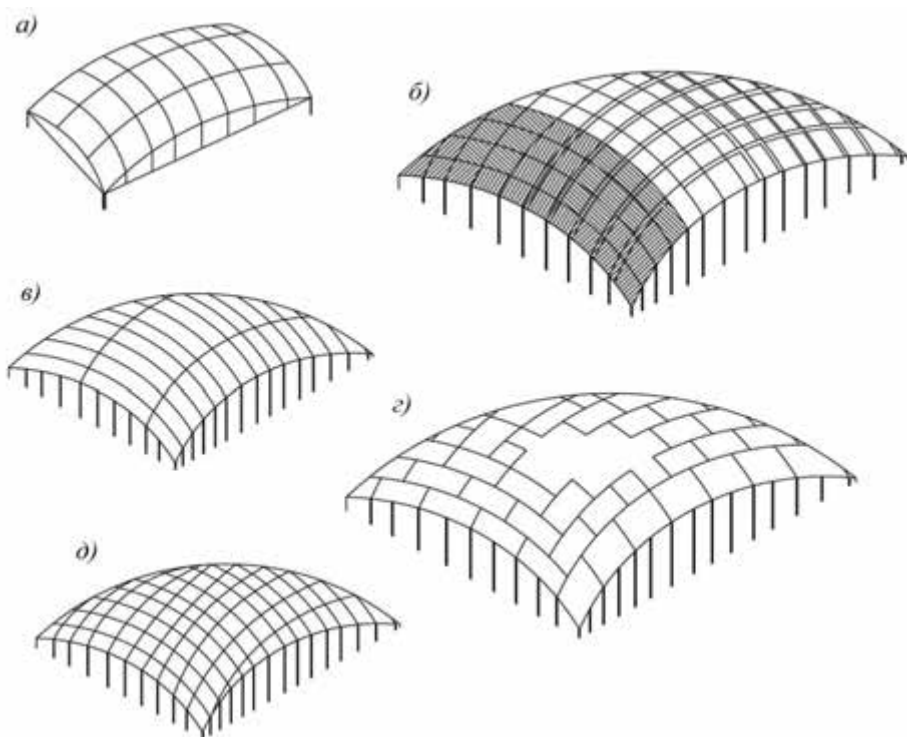


Рис. 10.4. Конструктивні форми збірних залізобетонних пологих оболонок:

- а* – з укрупненою сіткою колон; *б* – з проміжними балками;  
*в* – без проміжних балок; *г* – монтуються навісним способом;  
*д* – тип криволінійного багатогранника

Для пологих оболонок використовуються циліндричні плити розмірами  $3 \times 6$  м (рис. 10.5) і  $3 \times 12$  м.

Плити перекриття виготовляються з контурними і додатковим поперечними ребрами. У плитах  $3 \times 6$  м проектується одне поперечне ребро, в плитах  $3 \times 12$  м три поперечних ребра. Висота ребер 250–300 мм, товщина полки 30–50 мм.

Система ребер забезпечує міцність, жорсткість плит в стадії транспортування та монтажу, міцність і стійкість при експлуатації.

По зовнішнім боковим граням ребер плит передбачаються пази для утворення після замоноличування швів шпонок, що сприймають зусилля на зсув. Плити армуються зварними сітками та каркасами.

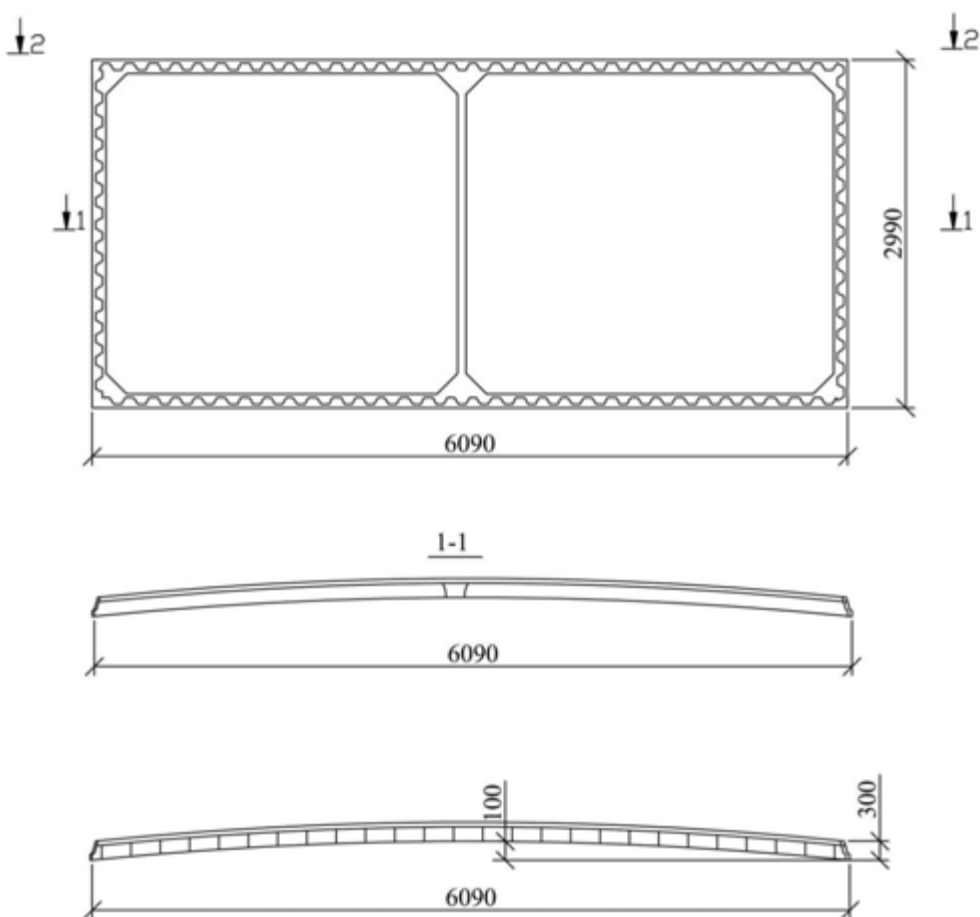


Рис. 10.5. Циліндрична залізобетонна плита  $3,0 \times 6,0$  м

У великопрогонових оболонках для забезпечення міцності і стійкості конструкції необхідні додаткові ребра жорсткості. Так в оболонці  $102 \times 102$  м (рис. 10.4, б) її стійкість забезпечується системою поперечно напружених балок-ребер жорсткості, з кроком  $12 \times 12$  м, що в період монтажу є опорою для спирання плит. Плити з'єднуються з балками за допомогою зварки закладних деталей та замоноличування швів.

У плитах-оболонках можливе використання світло-аераційних прорізів різної форми між ребрами; розміщення прорізів рекомендується не ближче  $4-6$  м від опорного контуру.

Крайні плити оболонки спираються на контурні елементи зверху або на одному рівні (рис. 10.6). Для цього передбачають закладні деталі і столики.

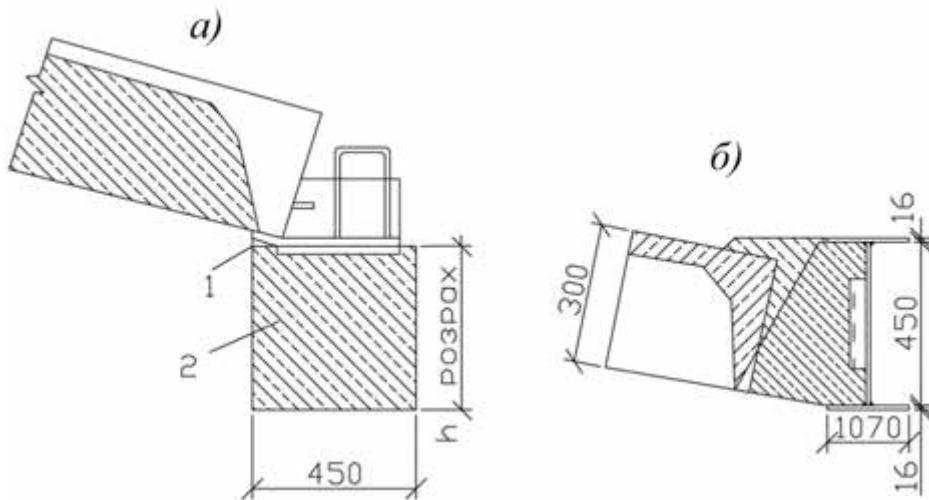


Рис. 10.6. Вузли спирання плит на контурну балку:  
*а* – поверхове з’єднання; *б* – з’єднання в одному рівні;  
 1 – опорний лист; 2 – контурна балка (висота за розрахунком)

### 10.3. Циліндричні оболонки

мають серединну поверхню, утворену паралельним ковзанням прямої по криволінійному контуру – колу, параболі, еліпсу, або іншої кривої (рис. 10.7). Для збірних оболонок більш простим є кругове окреслення направляючої.

Призначені складки типу коротких циліндричних оболонок (рис. 10.8) відрізняються від циліндричних оболонок тим, що в них криволінійна направляюча замінена ламаною лінією.

Відстань між опорами оболонки – прогон ( $l_1$ ), а відстань між поздовжніми краями ( $l_2$ ) – довжина хвилі або ширина оболонки.

Циліндричні оболонки спираються на несучі колони через торцеві жорсткі діафрагми. По краях оболонки мають бортові елементи, які знижують деформування країв криволінійної плити. Повздовжні краї в прогоні можуть залишатись вільними або спиратись на колони або стіни. Бортові елементи для оболонок із вільними краями приймають у вигляді балок, розташованих нижче країв оболонки.

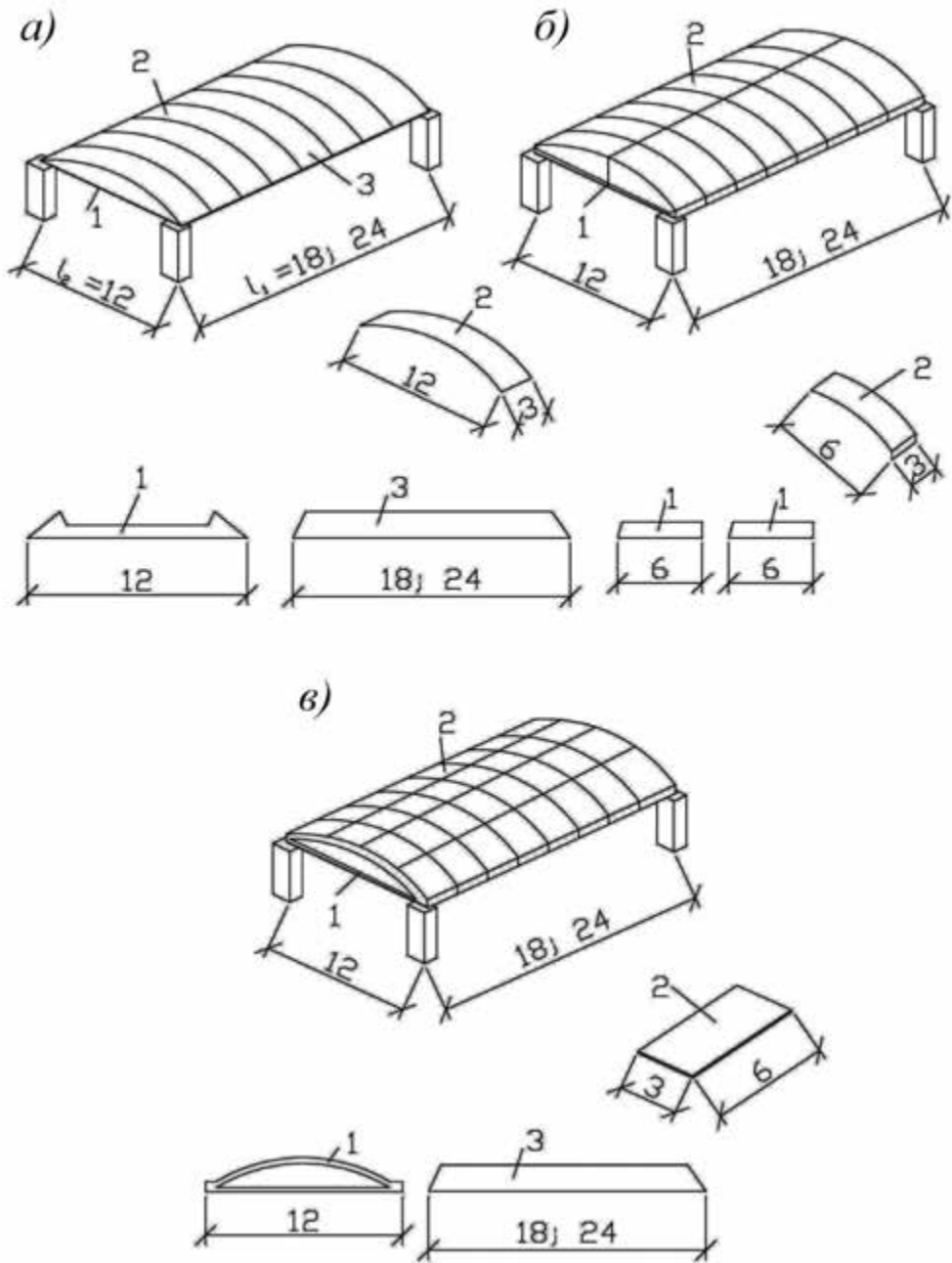


Рис. 10.7. Конструктивні форми довгих  
циліндричних оболонок:  
*а* – з бортовими елементами у вигляді збірних балок;  
*б* – з бортовими елементами, що є частиною плити;  
*в* – з поздовжньою розрізкою на плити;  
*1* – елемент діафрагм; *2* – плити; *3* – бортові плити

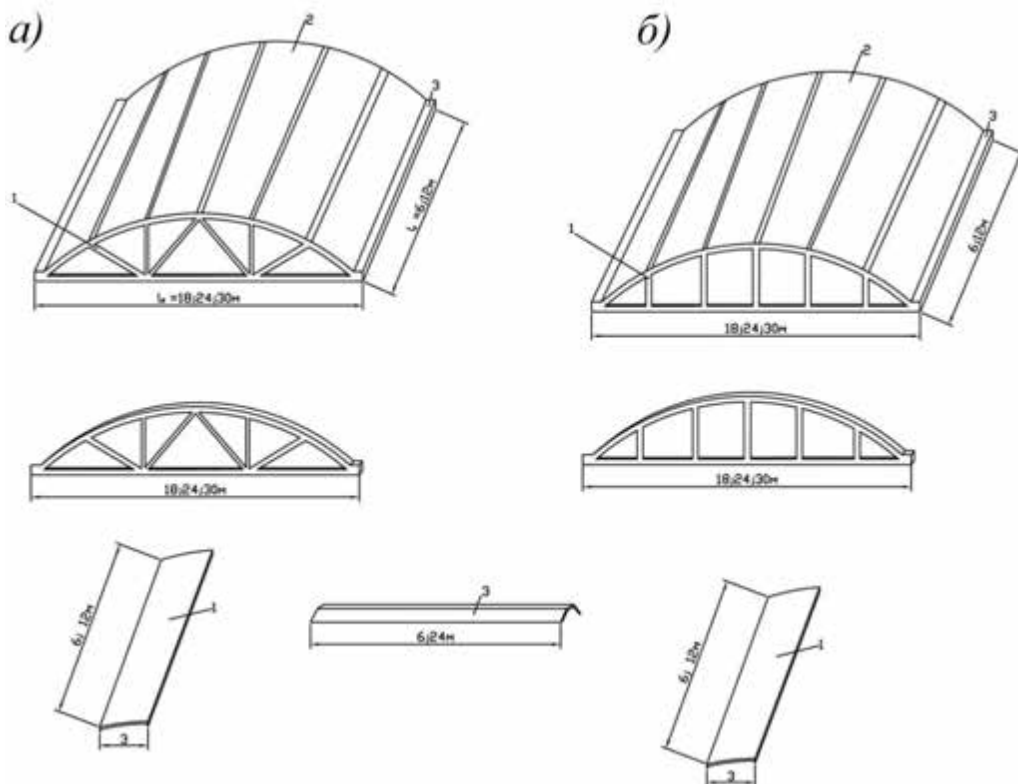


Рис. 10.8. Призматичні складки типу коротких циліндричних оболонок:

*а* – з бортовими елементами; *б* – без бортових елементів;  
 1 – ферма-діафрагма; 2 – плита; 3 – бортовий елемент

Для збірних оболонок розріз балок приймають двотавровими з метою зменшення маси.

Бортові елементи можуть розташовуватись вище краю оболонки, тоді виконуються у вигляді L-подібного розрізу, якщо краї оболонки підперті в вертикальному і горизонтальному напрямі, то бортові елементи виготовляють у виді плит. Висоту перерізу бортових елементів приймають в межах  $1/20$ – $1/30$  прогону  $L$ .

Оболонки можуть бути однопрогоновими багатпрогоновими (нерозрізними) і консольними. Розрізняють оболонки одно- і багатохвильові, з'єднані між собою бортовими елементами. При цьому розрізняють крайні і середні (додаткові) хвилі. Відповідно опорні діафрагми можуть

бути одно- або багатопрогонними, а по конструкції – балочні, у вигляді ферм, арочні або рамні (рис. 10.9).

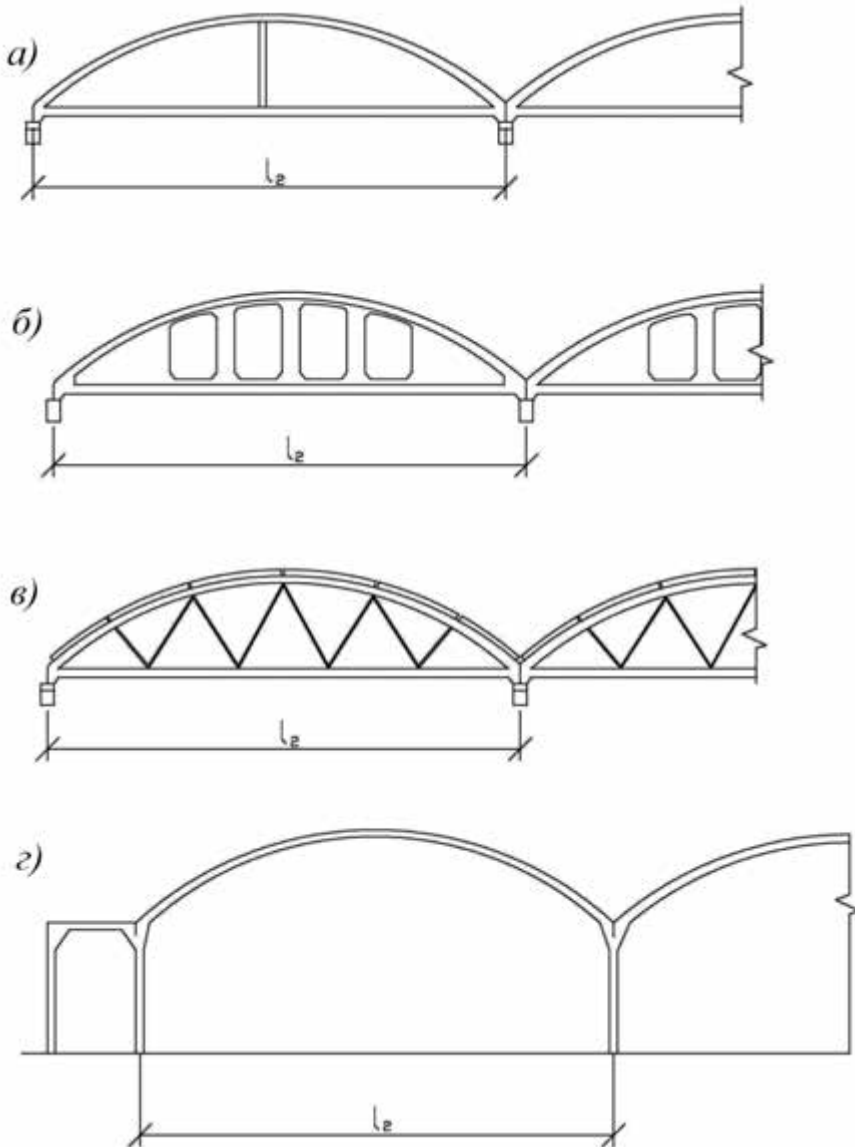


Рис. 10.9. Діафрагми та бортові елементи:

- a* – у вигляді арки; *б* – у вигляді безрозкісної ферми;
- в* – у вигляді ферми з розкосом; *г* – бортові елементи – балки

У залежності від співвідношення прогону оболонки до довжини її хвилі циліндричні оболонки поділяю на види: довгі  $l/l_2 \geq 4$ ; середні при  $1 < l/l_2 < 4$ ; короткі при  $l/l_2 \leq 1$ . Перші два

види називають довгими циліндричними оболонками. Монолітні залізобетонні оболонки виконують гладкими товщиною 50–80 мм. При прогонах 18 м і більше армування попередньо-напружене. Збірні і збірно-монолітні оболонки монтують з плит товщиною 30–50 мм з ребрами по контуру бортових елементів і діафрагм (рис. 10.7).

Довгі циліндричні оболонки. Висота оболонки  $h$ , включає розріз бортової балки, що рівна  $(1/10–1/15)l_1$ , а стріла підйому  $f$  рівна  $(1/6–1/8)l_2$ . Оболонки на рис. 10.7, а, збираються з циліндричних плит двох типорозмірів в плані  $3 \times 12$  м (рис. 10.10) середні плити (П–1) мають товщину 40 мм з деяким потовщенням до зовнішніх країв. Висота контурних ребер приймається змінною: на опорах – 250 мм, посередині – 400 мм. Крайні плити (П–2) мають товщину 50 мм, а їх торцевий край має більше ребро, що є елементом торцевої арочної діафрагми оболонки.

Бортові елементи виконують у вигляді залізобетонних двотаврових балок (БЕ–1). Балки мають криволінійне обрамлення верхнього поясу із збільшенням висоти до середини прогону. На опорах висота балок 800 мм, а в середині прогону 1200 мм, таким чином досягається збільшення несучої здатності балки та вирішується ухил для водовідведення атмосферних опадів.

На рис. 10.7, б довгі циліндричні оболонки розділені на плити двох типів – середні і торцеві. Кожна плита в розрізі має половину циліндричної оболонки з бортовим елементом повздовж зовнішнього краю. За трьома іншими сторонами плита має контурні ребра. У бортових елементах всіх плит передбачені канали, через які пропускають пучки високоміцного дроту. У верхніх контурних ребрах також передбачається по одному каналу для пропускання пучків дроту, що стягує плити оболонки у верхній зоні для забезпечення її роботи разом, рис. 10.10.

У середній частині оболонки стик швів замоноличують бетоном з утворенням бетонних шпонок, у цій зоні діють згинальні зусилля та невеликі зсуви (рис. 10.11, а). При

використанні поздовжніх стиків, плити з'єднуються за допомогою зварювання накладок до закладних деталей плит.

У кутових зонах оболонки, де в основному зусилля розтягу, з'єднуються відповідно до конструктивного рішення (рис. 10.11, в, з).

### 10.3.1. Короткі циліндричні оболонки

Короткі циліндричні оболонки зустрічаються у практиці з кроком діафрагм ( $\ell_1$ ) у межах 6–12 м при співвідношенні  $\ell_1/\ell_2 < 0,5$  стріла підйому призначається  $(1/8)\ell_2$ . Висота бортових елементів без попереднього напруження приймається не менше  $(1/15)\ell_1$ , а ширина –  $(1/15–1/2)$  висоти. Для коротких циліндричних оболонки часто використовують плоскі ребристі плити розміром  $8 \times 12$  м, що укладаються по діафрагмам-фермам (рис. 10.9, в), торцеві і поперечні ребра плит виконуються ненапруженими (рис. 10.12) висота поздовжніх ребер приймається у межах  $(1/30–1/35)\ell_1$ .

Крок поперечних ребер приймається у межах 1–2 м, а їхню висоту у межах  $(1/15–1/20)$  розрахункового прогону, рівного відстані між внутрішніми гранями поздовжніх ребер.

На зовнішніх гранях поздовжніх і торцевих ребер утворюються пази для подальшого бетонування швів бетонних шпонок.

Робота цих елементів забезпечує міцність бетонних шпонок в пазах торцевих ребер плит, бетонних на верхньому поясі ферм-діафрагм і арматурних каркасів в поздовжніх швах між плитами над діафрагмами, що забезпечує верхнє з'єднання стрижневої арматури плит після монтажу, завдяки чому й досягається їхню нерозрізність (рис.10.13).

### 10.3.2. Довгі циліндричні оболонки

Нижче розглядаються конструкції довгих циліндричних оболонки, виконаних із плит  $3,0 \times 12,0$  м, рис. 10.10. Також графічно проілюстровані вузли і деталі довгих циліндричних оболонки, рис. 10.11.

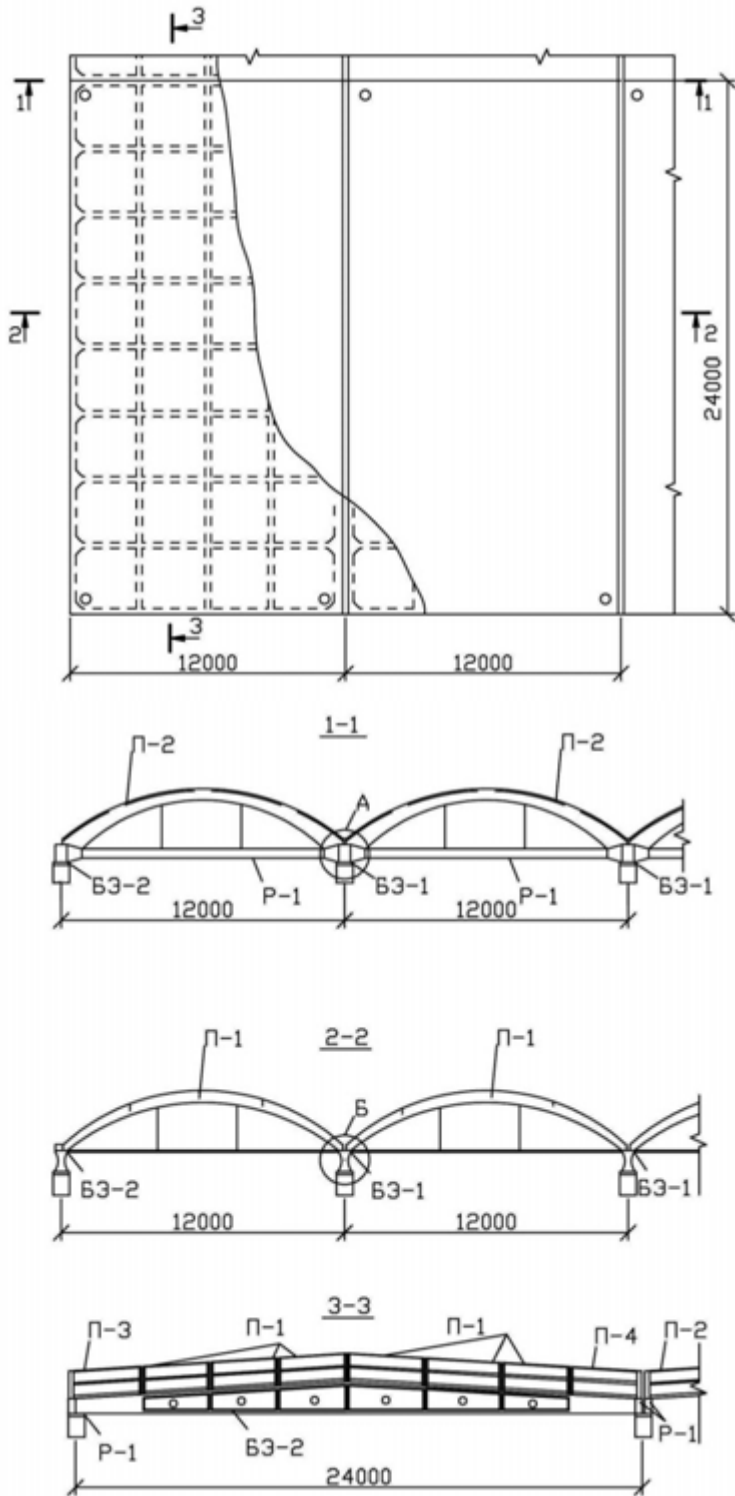
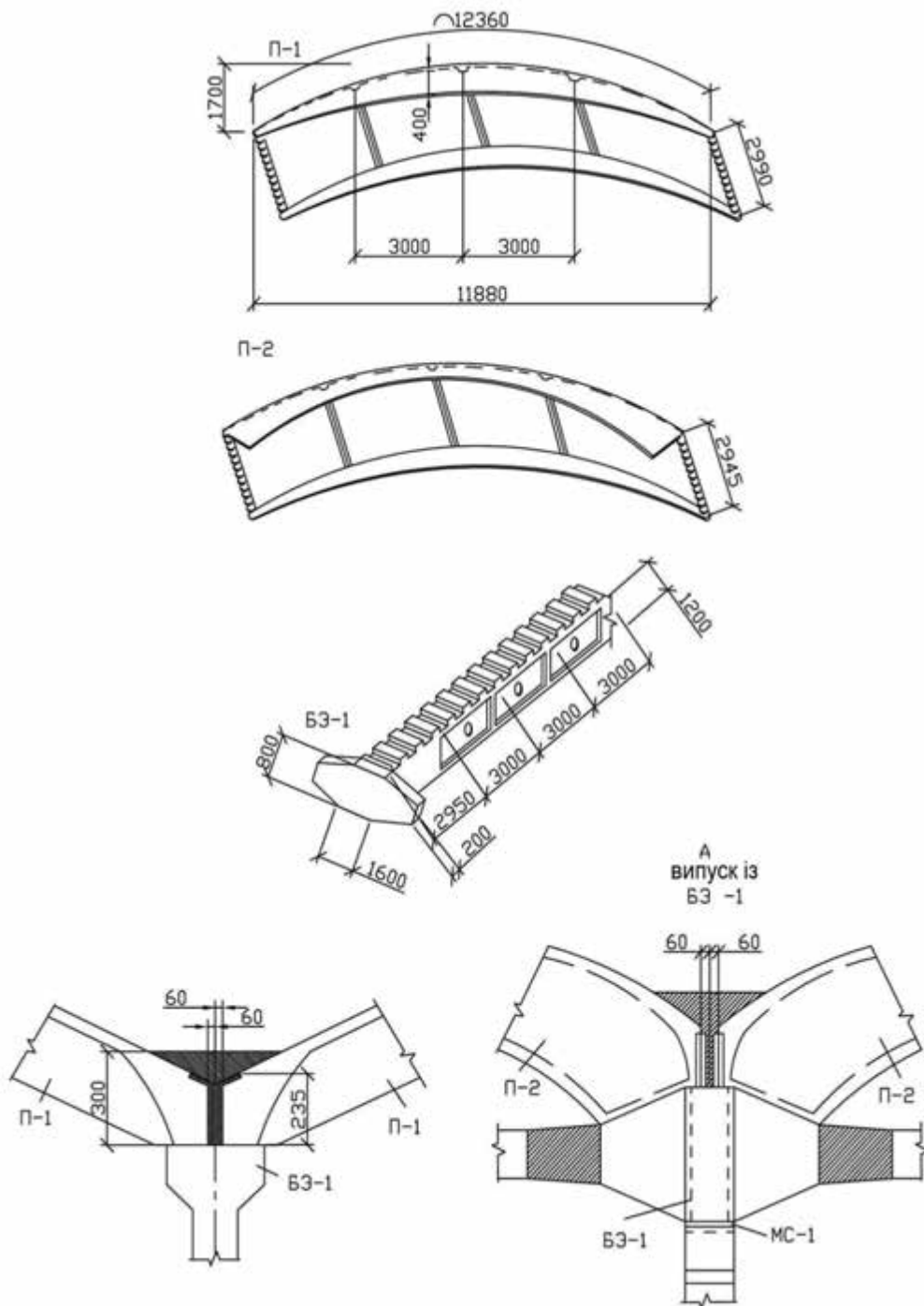


Рис. 10.10. Довгі циліндричні оболонки із плит  $3,0 \times 12,0$  м



Продовження рис. 10.10.  
Довгі циліндричні оболонки із плит 3,0×12,0 м

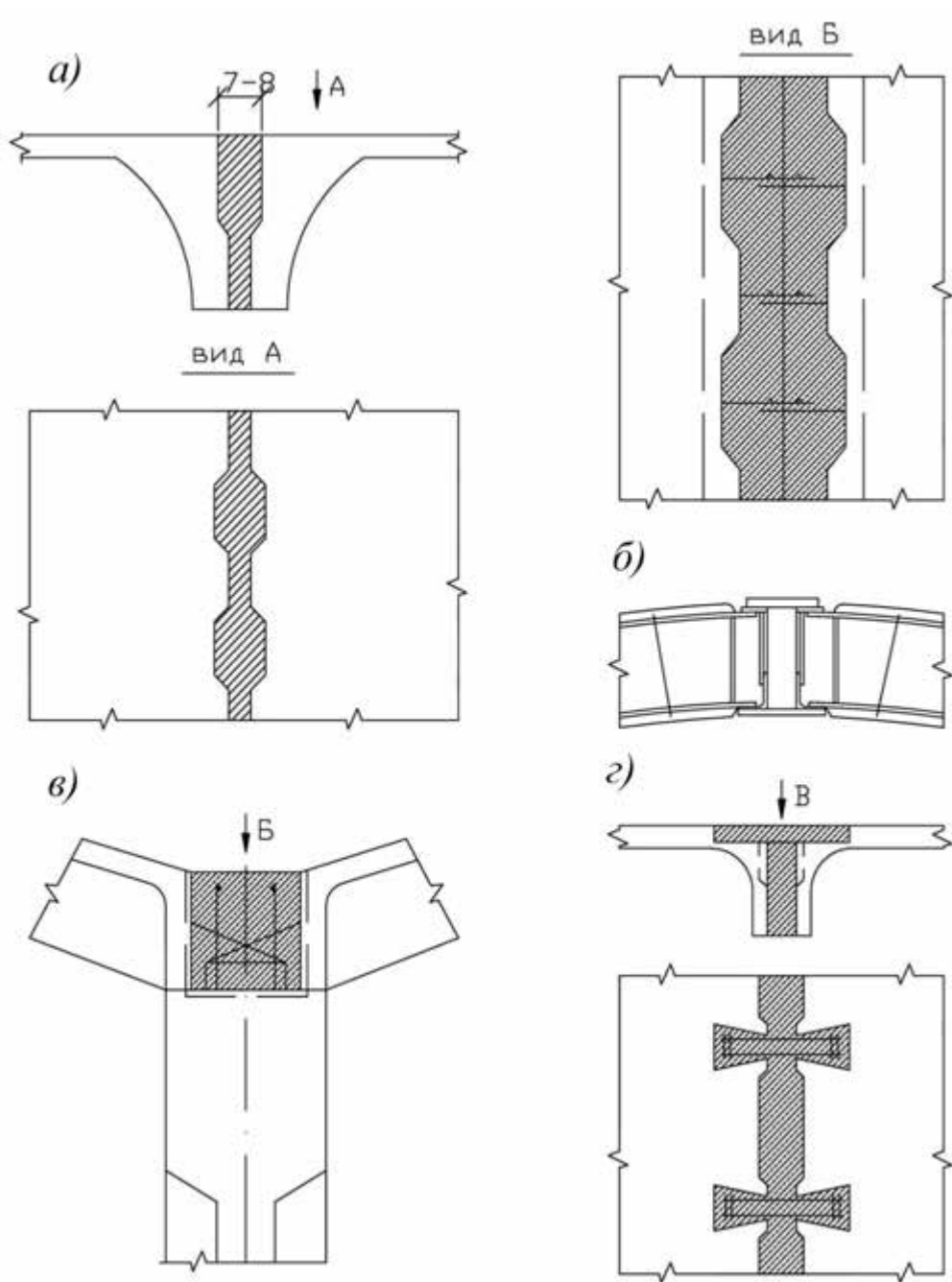


Рис. 10.11. Вузли і деталі довгих циліндричних оболонках:  
*a* – стик плит в стиснутій зоні оболонки;  
*б* – стикування ребер плит;  
*в* – з'єднання плит с бортовими елементами;  
*г* – стик плит у зоні дії головних зусиль розтягу

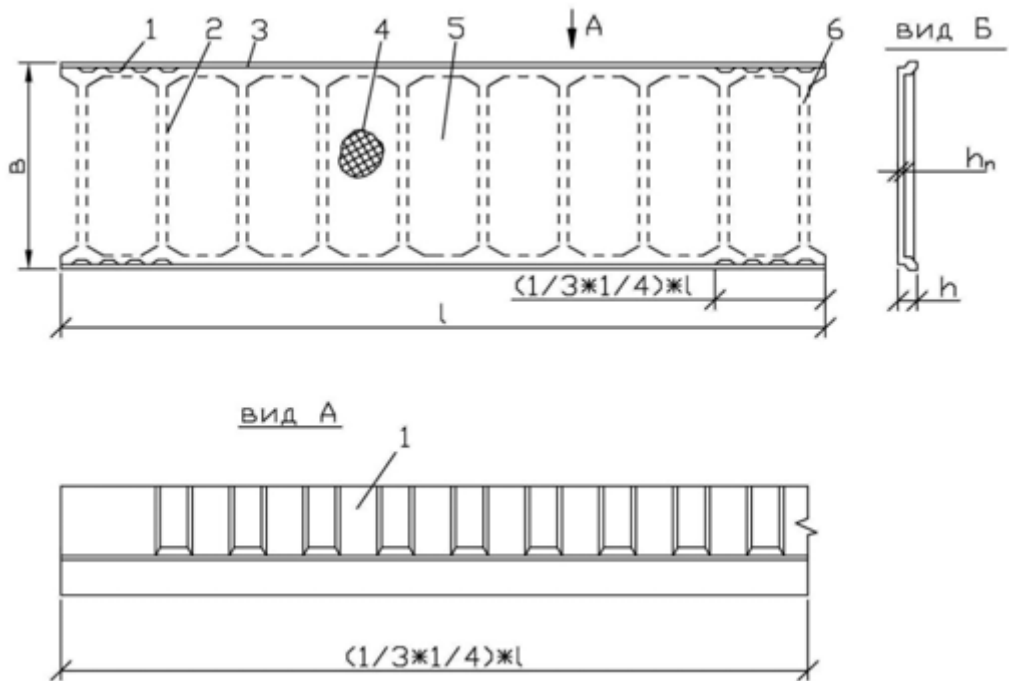
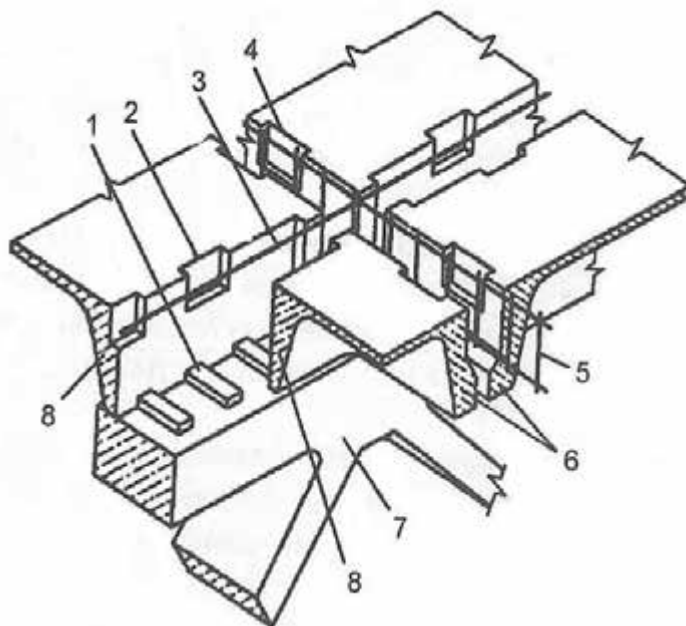


Рис. 10.12. Плита короткої циліндричної оболонки:  
 1, 3 – поздовжнє ребро; 2 – поперечне ребро;  
 4 – арматура; 5 – полка плити; 6 – торцеве ребро



- 1 – «шипи»;
- 2 – гнізда шпонок;
- 3 – поздовжня арматура монолітного шва між плитами;
- 4 – гнізда шпонок поздовжніх ребер плит;
- 5 – каркас монолітного шва;
- 6 – ребра плит;
- 7 – ферма-діафрагма;
- 8 – торцеве ребро

Рис. 10.13. Вузол з'єднання плит та діафрагм короткої циліндричної оболонки

## *Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 10*

1. Дайте визначення та наведіть приклад пологої оболонки.
2. Наведіть приклад меридіально-кільцевої розрізки оболонки.
3. Охарактеризуйте існуючі елементи пологих оболонок. Наведіть приклад.
4. Яким чином поділяються збірні залізобетонні оболонки?
5. Які конструктивні елементи покриття використовуються для пологих оболонок?
6. Наведіть приклад вузла спирання плит на контурну балку.
7. Які ви знаєте форми довгих циліндричних оболонок та наведіть приклад?
8. Наведіть приклад коротких циліндричних оболонок.
9. Яким чином розрізняють оболонки? Чим вони з'єднані між собою та як поділяються за роботою конструкцій?
10. Наведіть приклад вузла та деталей довгих циліндричних оболонок.
11. Наведіть приклад з'єднання плит та діафрагми короткої циліндричної оболонки.

## РОЗДІЛ 11. МЕТАЛЕВІ ТОНКОСТІННІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ

### 11.1. Металеві просторові конструкції з перехресно-стрижневих решітчастих систем

Окрему групу просторових конструкцій складають перехресно-стрижневі просторові решітчасті системи, в яких з ціллю економії металу частина елементів виготовляється з неметалевих матеріалів (дерево та легкий залізобетон).

Включення таких матеріалів дозволяє використовувати структурні покриття для будівель із середньою агресивною середою при умові захисту металевих конструкцій.

По структурним плитам укладають полегшену покрівлю. Несучим елементом є металевий профнастил по прогонам (рис. 11.1).

Верхній пояс в такому випадку працює на поздовжні зусилля на місцевий вигин (рис. 11.1).

### 11.2. Металеві решітчасті складки

Металеві решітчасті складки використовують при прогонах 18–40 м. Їх спирають на металеві або залізобетонні колони з затяжками по оголовках, на підкроквяні металеві ферми або стіни будівлі.

Підкроквяні ферми збільшують крок колон складчастого покриття та дозволяють отримати більш гнучке планувальне рішення. Висота складок приймається в межах  $1/10 - 1/15$  прогону.

Найбільш використовують складки, які мають трикутну форму, що простіше при виготовленні.

Щодо границь тонких складок використовують різні решітки (рис. 11.2) з геометрично незмінними чарунками (як в фермах).

Найбільш практична хрестова решітка (рис. 11.1, в), в якій елементи працюють тільки на розтяг що дозволяє проєктувати їх з гнучких високоміцних сталевих профілів.

Переважно металеві складки проєктують у вигляді однопрогонних систем, при необхідності їх можна зробити багатопрогонними і консольними.

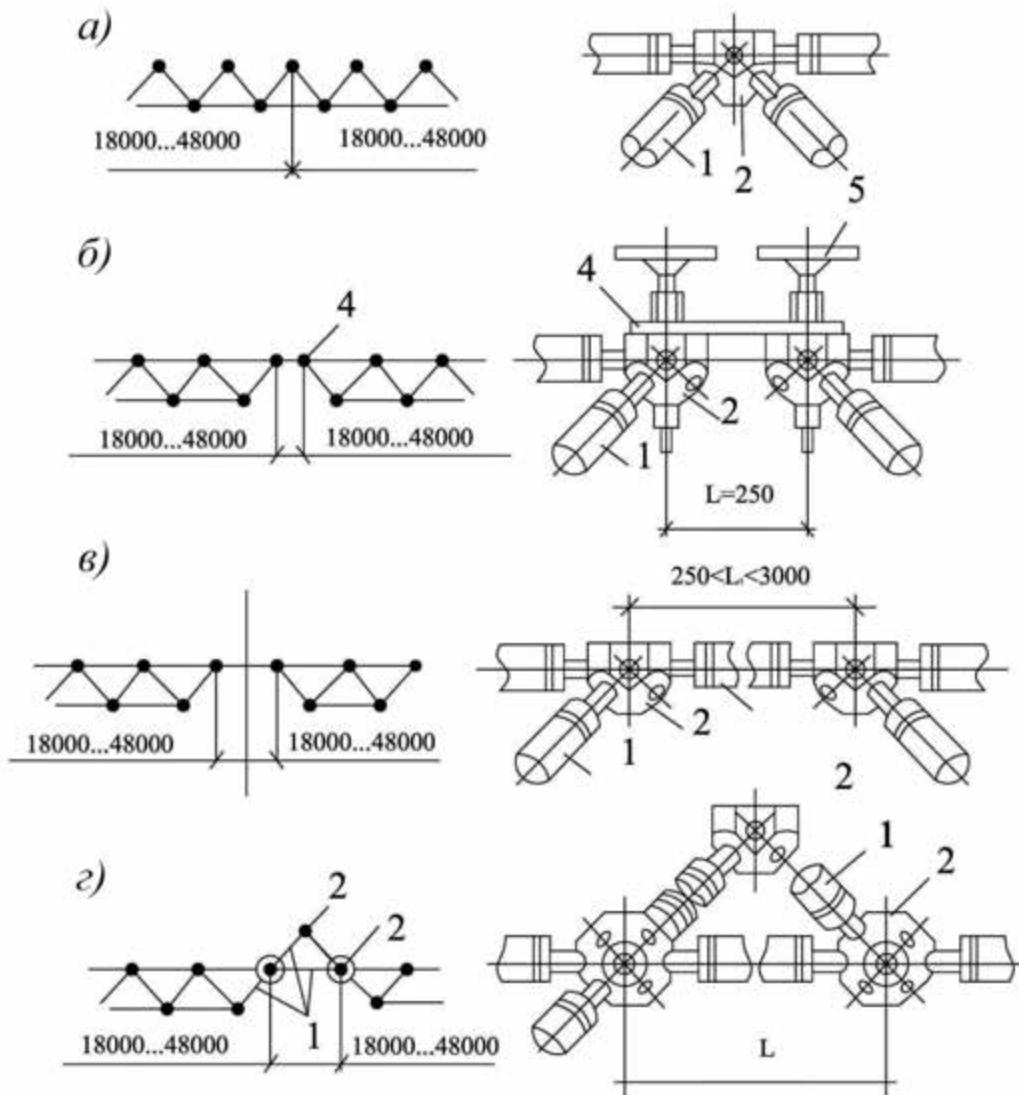


Рис. 11.1. Варіанти з'єднань структурованих плит в багатопрогонних будівлях:

- a* – нерозрізний; *б* – із стиковою пластиною;
- в* – з додатковим стрижнем; *г* – з ліхтарною надбудовою;
- 1, 2 – стрижневий та вузловий елементи;
- 3 – додатковий елемент; 4 – стикова пластина;
- 5 – опорний столик

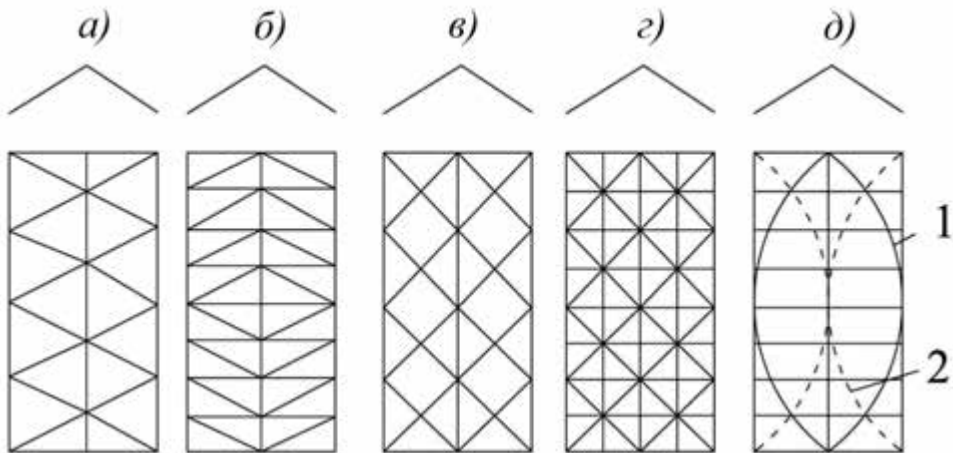


Рис. 11.2. Схеми металевих сіток для складчастих покриттів:  
*а* – з трикутними чарунками; *б* – з розкосами; *в* – з подвійними розкосами (хрестоподібна); *г* – із неповним заповненням розкосів квадратних чарунк; *д* – із вбудованими арками;  
*1* – розтягнуті арки; *2* – стиснуті арки

Складки прогоном до 18 м виготовляють з плоских решітчастих ферм повної заводської готовності. При більших прогонах складки монтують з двох напівферм по довжині прогону. Із умов монтажу пояси складок приймають із спарених кутиків або труб (рис. 11.3).

Спарені елементи по довжині пояса з'єднуються на болтах (рис. 11.3, *а*) або сталевих фасонках (рис. 11.3, *б*), що забезпечують роботу елементів без переміщень по відношенню один до одного. До перерізу поясу елементи складки кріпляться високоміцними болтами за допомогою нахилених фланців приварених до елементів поясів (рис. 11.3, *в-д*).

### 11.3. Металеві склепіння

Металеві решітчасті склепіння можуть бути одно поясними і двопоясними. Склепіння односітчастої структури прогоном до 30 м виконуються з трикутними і квадратними чарунками. При великих прогонах використовуються двосітчасті структури.

Основними елементами односітчастих циліндричних склепінь, що спираються на стіни або фундаменти є решітчаста оболонка і торцеві решітчасті діафрагми.

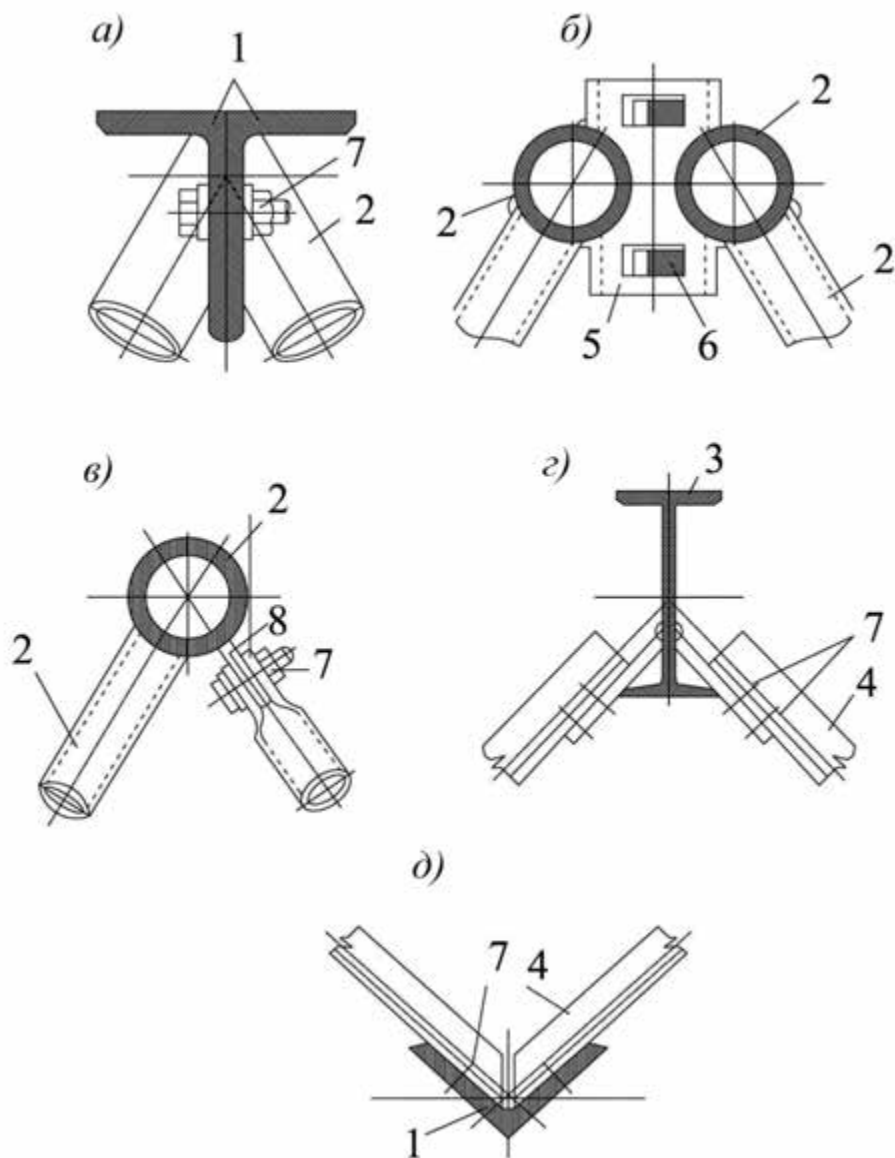


Рис. 11.3. Вузлові з'єднання решітчастих складок:  
*а* – з поясами із спарених кутиків; *б* – з труб;  
*в* – з суміщеним трубним поясом; *з* – з двотавровим поясом;  
*д* – з одинарним кутиком:  
*1* – кутик поясу; *2* – труба; *3* – двотавр; *4* – кутик решітки;  
*5* – пристрій замковий; *6* – фасонка; *7* – болт; *8* – фланець

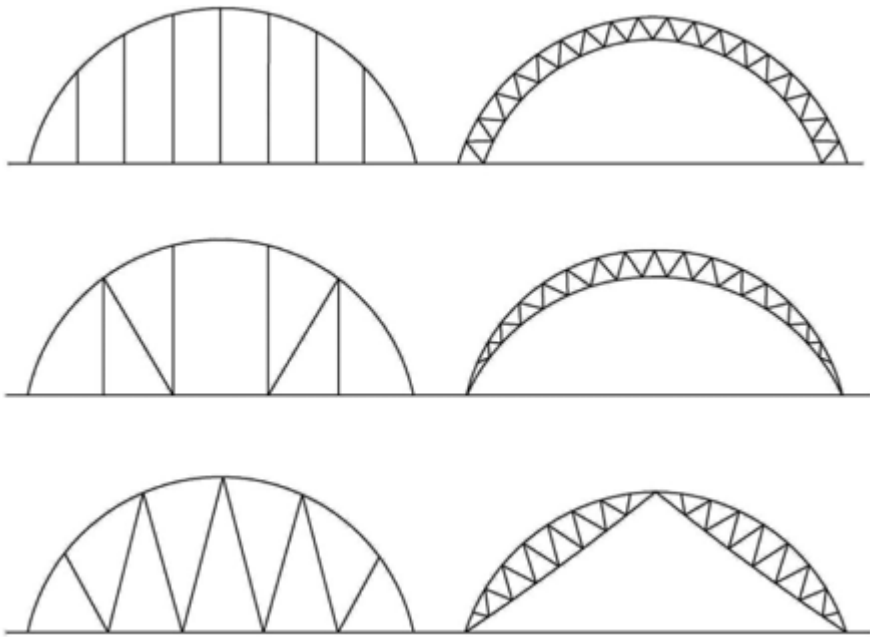


Рис. 11.4. Схеми торцевих діафрагм решітчастих склепінь

Прогоном односітчастого склепіння є відстань поперек хвилі, що приймається 24 – 80 м, а при включенні настилу в роботу разом з решіткою – до 100 м.

Стріла підйому, решітчастого склепіння призначається  $\left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{8}\right)$  прогону. Висота перерізу стрижневих елементів решітки приймається  $\left(\frac{1}{80} \dots \frac{1}{200}\right)$  прогону.

Металеві решітчасті склепіння можуть збиратись із спеціальних штампованих елементів (рис. 11.5), що утворюють ромбову сітку. Змінюючи кути між осями елементів і форму ромба, можна змінювати радіус кривини профіля склепінь та його несучу здатність. Чим «щільніша» сітка, тим вища її несуча здатність.

Сітка з ромбів геометрично зменшується, тому необхідні додаткові зв'язки, якими є покрівельні прогони.

За кордоном використовують і інші системи одношарових решітчастих металевих склепінь з використанням труб (рис. 11.6) та перерізу у вигляді шляпи (рис. 11.6, б).

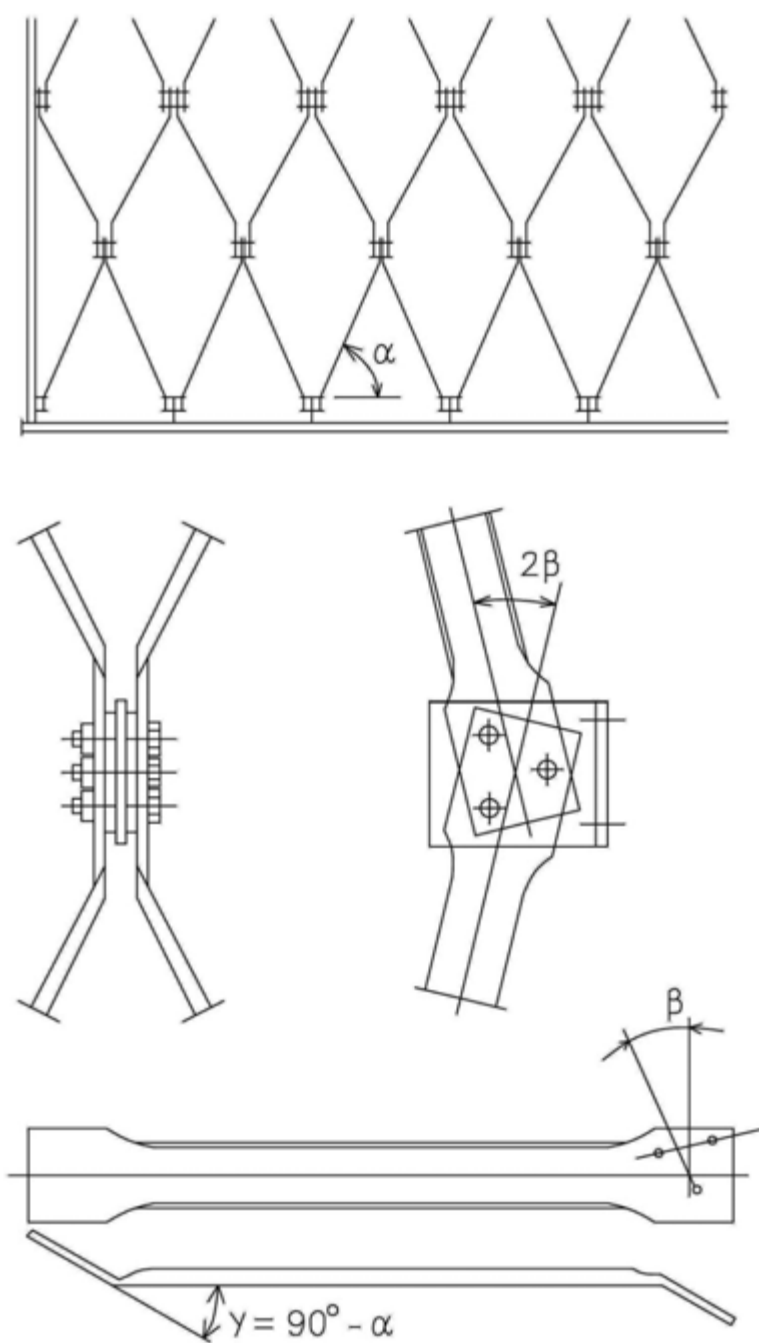


Рис. 11.5. Металеві решітчасті склепіння  
зі штампованих елементів

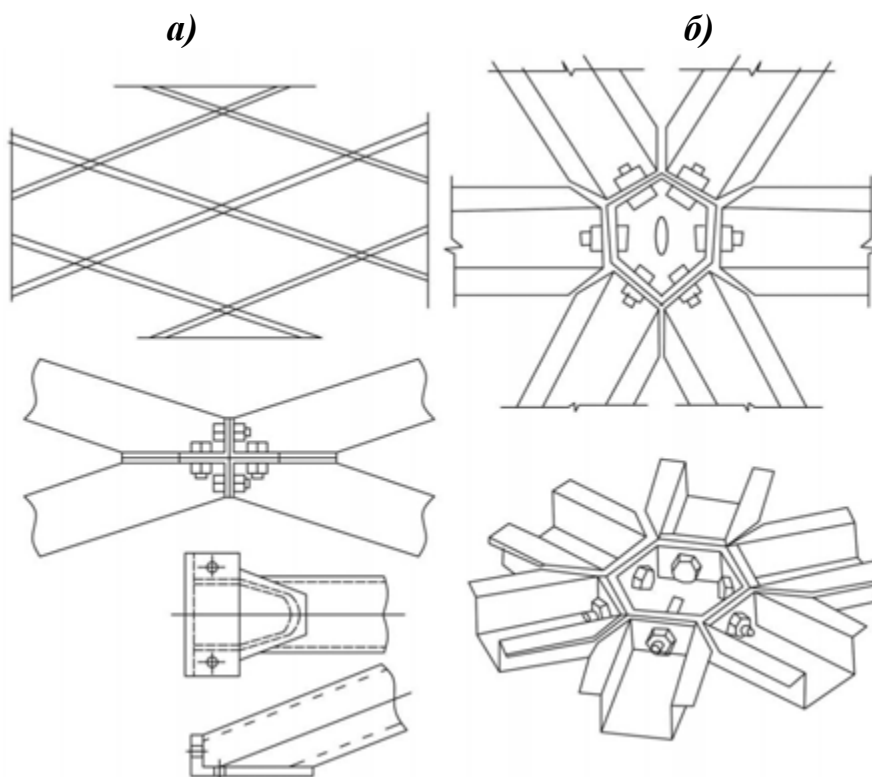


Рис. 11.6. Вузли з'єднання однопоясних, металевих, решітчастих склепінь:  
*а* – з вузловими фасонками (Чехія);  
*б* – з литими вузлами, «Вуперман» (Німеччина)

Двопоясні решітчасті склепіння у порівнянні з однопоясними оболонками більш жорсткі та мають більшу несучу здатність. Вони можуть перекривати прогони до 500 м, при відношенні стріли підйому до прогону у межах  $\left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{10}\right)$ , а відношення висоти перерізу до середнього радіусу кривизни  $\left(\frac{1}{20} \dots \frac{1}{100}\right)$ .

Двосітчасті склепіння (рис. 11.7) утворюються системою перехресних фермі арок двох або трьох напрямлень. Основну несучу функцію виконують поперечні решітчасті арки, що передають основні зусилля на фундамент, а повздовжні

прямолинійні ферми допомагають перерозподілу зусиль між поперечними арками і суттєво збільшують жорсткість оболонки.

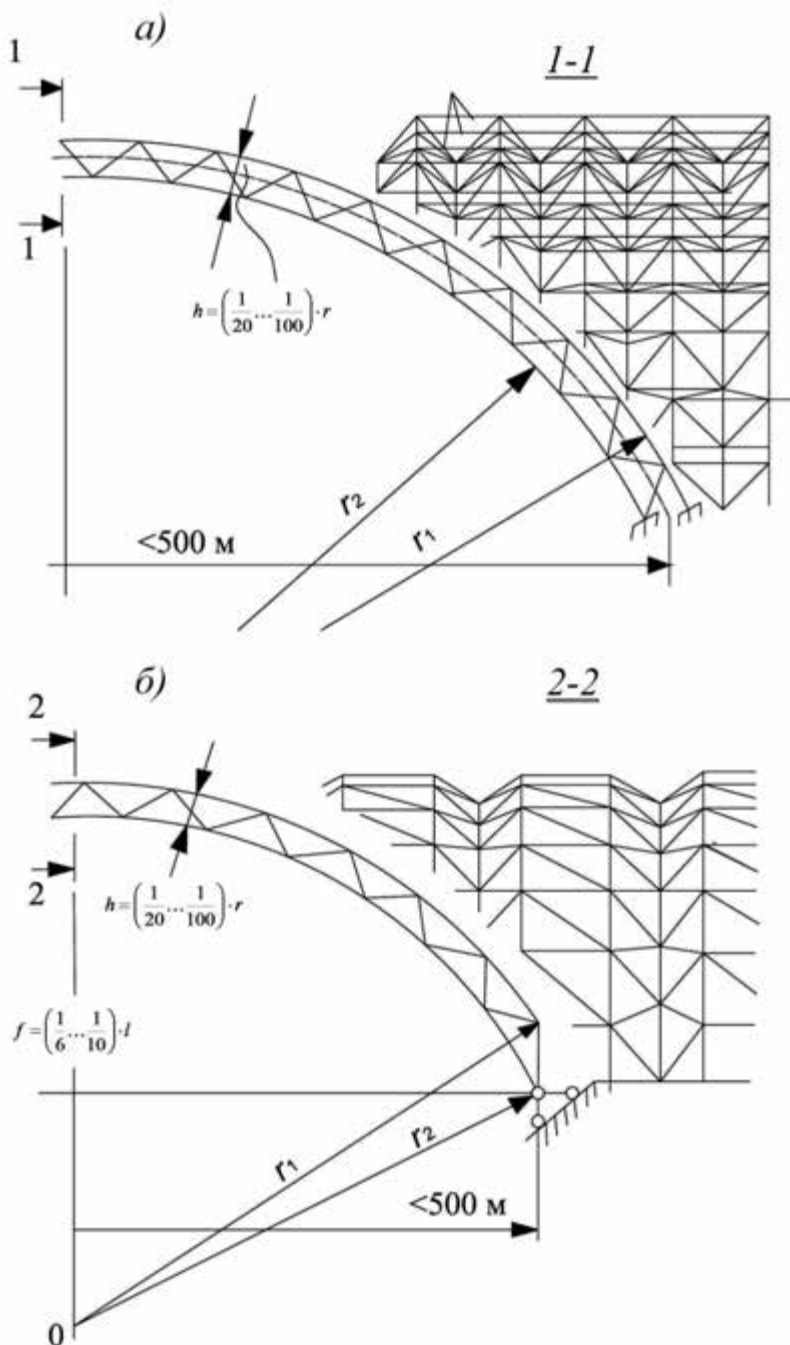


Рис. 11.7. Форма двосітчастих металевих склепінь:  
а – складчастого; б – призматичного

## 11.4. Металеві купола

Конструктивні схеми металевих куполів поділяють на типи: ребристі, ребристо – кільцеві та решітчасті (рис. 11.8).

Ребристий купол – система радіальних ребер – напіварок, що об'єднуються між собою за допомогою верхнього кільця, що сприймає зусилля розпору від напіварок (рис. 11.8, *a*). Прогони ребристих металевих куполів досягають до 125 м, відношення висоти купола до діаметра від 1/4 до 1/7.

При проектуванні великопрогонових купольних покриттів використовуються наскрізні конструкції – кожний несучий елемент це ферма з паралельними поясами з'єднані решіткою.

Прогони ребристих куполів працюють тільки на згин як допоміжні балки, сприймаючи навантаження від покрівлі та передають її на ребра. При об'єднанні прогонів з кільцями та включенні їх в просторову роботу отримуємо схему ребристо-кільцевого купола.

Ребристо-кільцевий купол має більш раціональну конструктивну схему. Кільця суттєво зменшують згинальний момент в меридіальних ребрах, що забезпечує більшу просторову жорсткість.

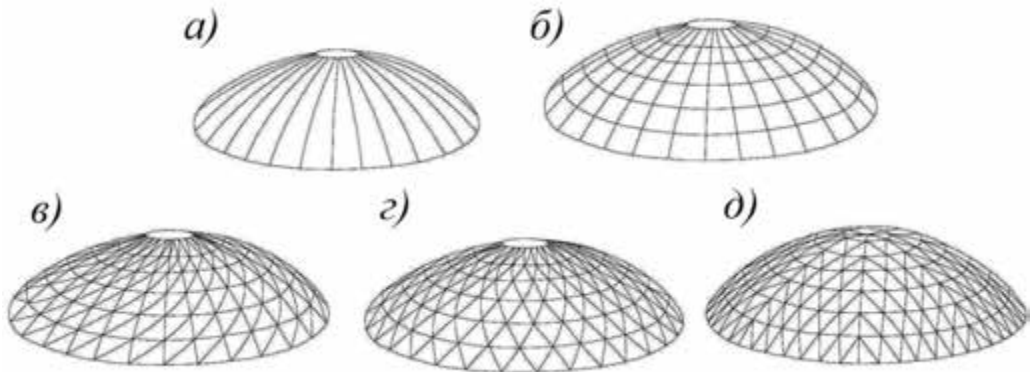


Рис. 11.8. Типи металевих стрижневих куполів:

*a* – ребристий; *b* – ребристо-кільцевий;  
*в* – *г* – *д* – решітчасті (Шведлера, Чивитта, Феспля)

Решітчасті куполи складаються з одного або двох шарів конструктивних елементів, що утворюють трикутну,

ромбовидну, п'яти і шестикутну сітку. Решітчасті куполи мають тільки нижнє опорне кільце.

Основні просторові схеми:

- ребристо – кільцеві зі зв'язками в кожній чарунці (рис. 11.8, в);
- зіркова (рис. 11.8, з);
- схема Чивитта (рис. 11.8, д);
- схема „Ромб” (рис. 11.9).

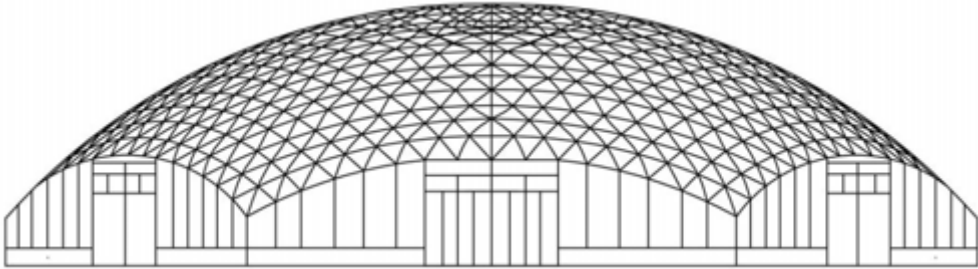


Рис. 11.9. Купол решітчастий схема „Ромб”, діаметр 65 м

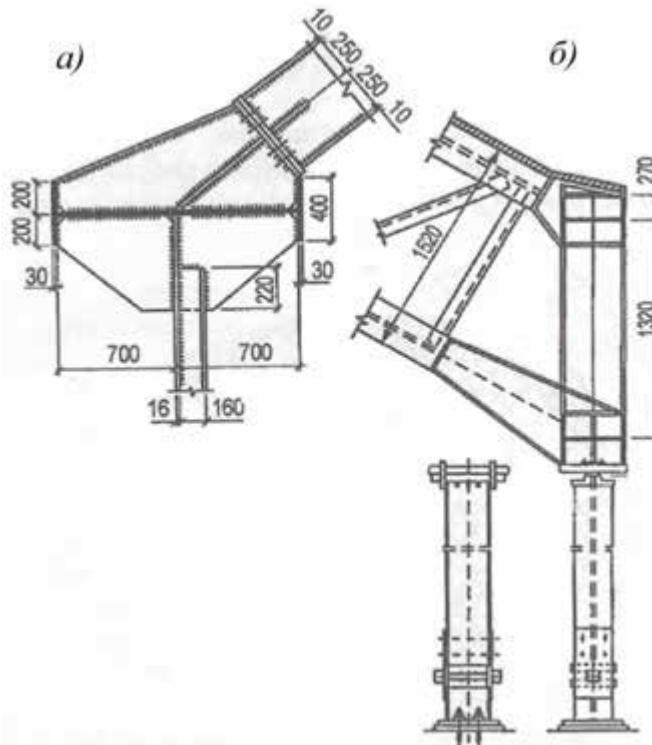


Рис. 11.10. Опорні вузли металевих куполів:  
*a* – ребристо-кільцевого купола; *б* – двосітчастого купола

## 11.5. Металеві гіпари

Поверхня гіперболічного параболоїда (гіпар) відноситься до поверхні від'ємної гаусової кривини.

Металеві гіпари проектують сітчастими. Вони бувають однопоясні (односітчасті) і двопоясні (двосітчасті). Прогони однопоясних гіпарів в межах до 60 м із-за можливості втрати загальної стійкості. Сітчасту конструкцію гіпара обрамляють бортові елементи, горизонтальний розмір перерізу який приймається від  $\left(\frac{1}{50} \dots \frac{1}{60}\right)$ , а вертикальний  $\left(\frac{1}{100}\right)$  прогону.

Двопоясну сітчасту структуру гіпара використовують при прогонах більше 60 м. Відношення висоти до прогона  $\left(\frac{1}{100} \dots \frac{1}{150}\right)$ . Стрижнями для сітчастих гіпарів можуть бути металеві і алюмінієві профілі.

Стрічкове покриття монтується з окремих не з'єднаних одна з одною стрічками.

На рис. 11.11 наведено приклад покриття промислової будівлі, що складається з 12 решітчастих з'єднаних між собою оболонки у вигляді гіпарів: 4-ох квадратних та 8-ми трикутних, з алюмінієвих труб.

До двопоясних систем покриттів відносяться системи, в яких один або два пояси прогонних конструкцій виконуються у вигляді мембрани. Пояси об'єднуються розпірками або решіткою. Матеріал для виготовлення мембранних покриттів може бути:

- сталь С245 у листах і рулонах товщиною до 6 мм;
- низьколегована сталь марки 09Г2С та атмосферостійка сталь марки 10ХНДП товщиною до 4 мм;
- низьколегована сталь марки 16Г2АФ в рулонах товщиною до 5 мм.

Допускається використання алюмінієвих листів в рулонах товщиною 1–3 мм марки АМг2Н2. У будівлях із агресивним середовищем використовують нержавіючі сталі товщиною до 2–4 мм.

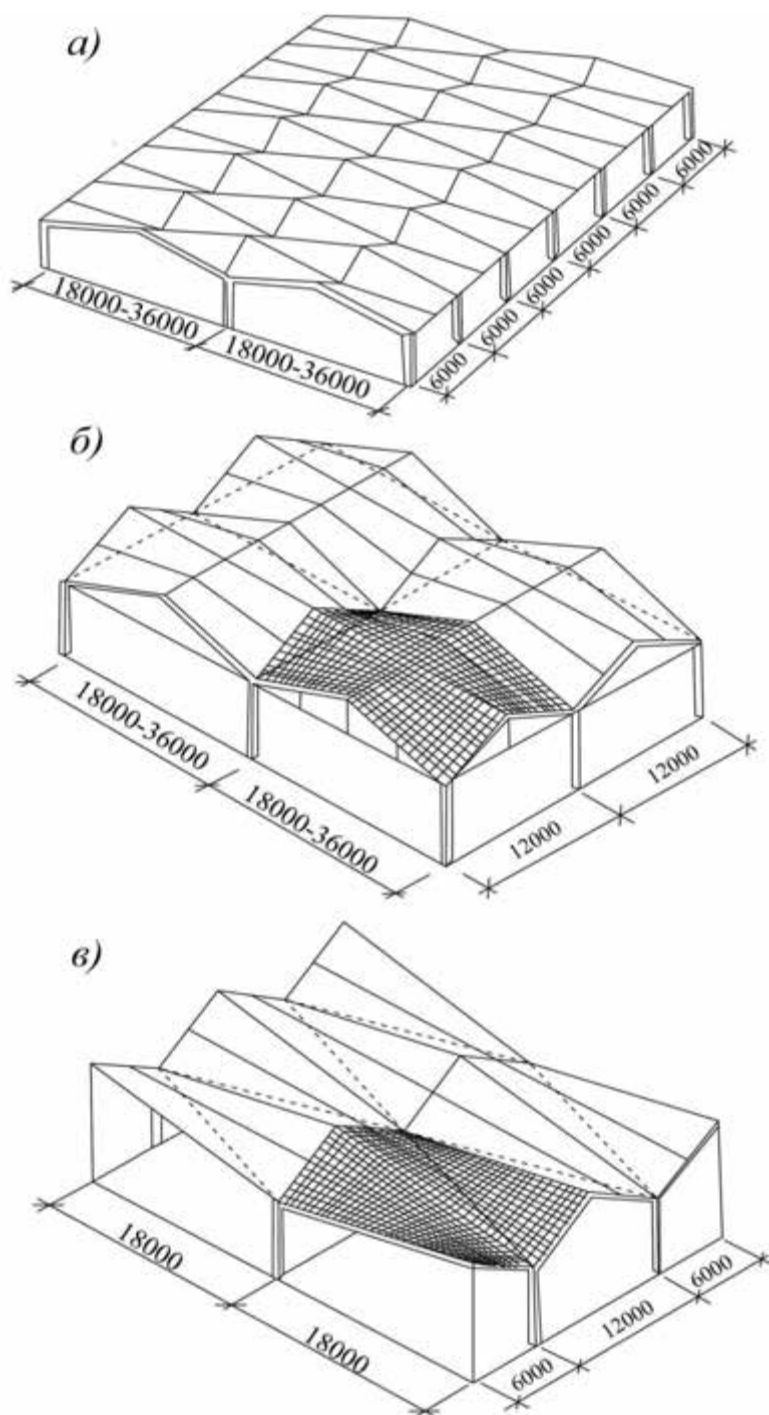


Рис. 11.11. Схеми покриттів з прямокутним планом, що складаються з гіперболічних параболоїдів:  
 а – з гіпарів двох видів; б – тип «хрестоподібне покриття»;  
 в – з діагональними затяжками

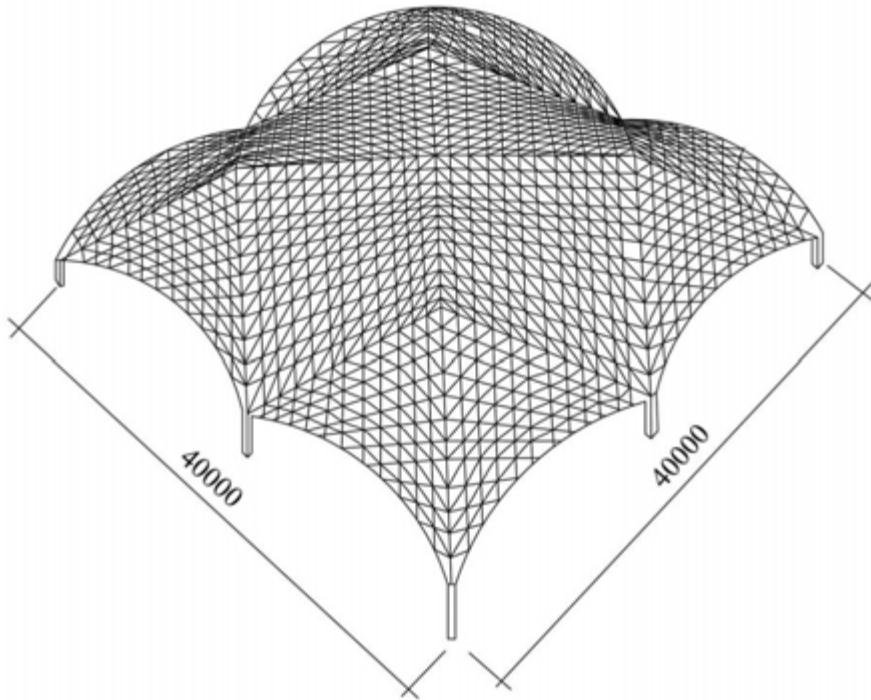
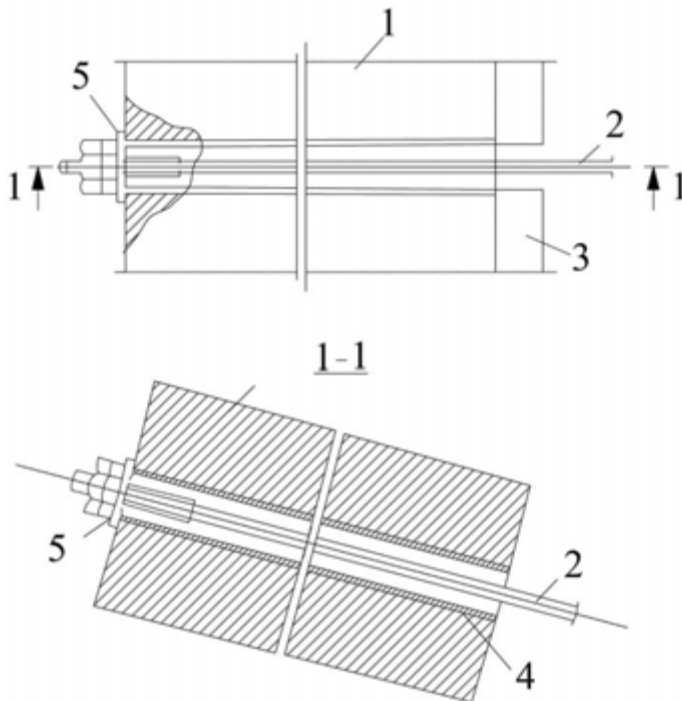


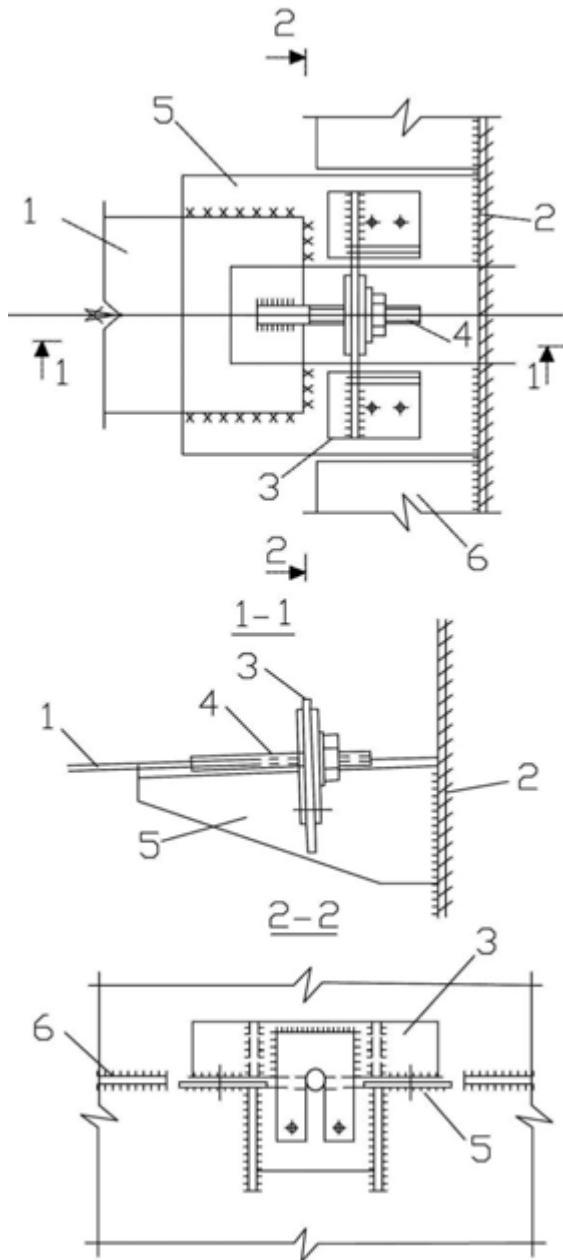
Рис. 11.12. Металева оболонка у вигляді декількох гіпюрів



- 1 – стрічкова сталь;
- 2 – анкерний стрижень елемента “постелі”;
- 3 – опорний столик для кріплення мембрани;
- 4 – сталеві гільза;
- 5 – упор

Рис. 11.13. Вузол кріплення анкерних стрижнів до контуру

Вузли кріплення направляючих до контуру повинні забезпечувати геометрію постелі. Для цього на одному з кінців направляючих зв'язків виконують хвостовик, підтяжкою якого до упорів на контурі забезпечується регулювання довжини направляючих (рис.11.13, 11.14).



- 1 – направляючий елемент постелі;
- 2 – контур;
- 3 – упор (знімається після приварки направляючого елемента до столика);
- 4 – хвостовик;
- 5 – опорний столик;
- 6 – те ж, для кріплення мембрани

Рис. 11.14. Вузол що регулює кріплення направляючих елементів постелі до контуру

## 11.6. Мембранні покриття

Основними елементами мембранних покриттів є тонколистова прогонна конструкція-мембрана, мембрана сприймає зусилля від прогонної конструкції. По конструктивним особливостям мембранні системи поділяють: на мембранні суцільні оболонки; на стрічкове покриття; на двопоясні комбіновані тонколистові покриття.

Мембранні оболонки виконують з окремих тонколистових полотнищ, об'єднанні при монтажі в суцільну просторову систему. Вони можуть мати різну форму поверхні окремих покриттів (рис. 11.15) або поверхню, що складається у вигляді комбінацій оболонок з однаковими або різноманітними геометричними поверхнями (рис.11.16).

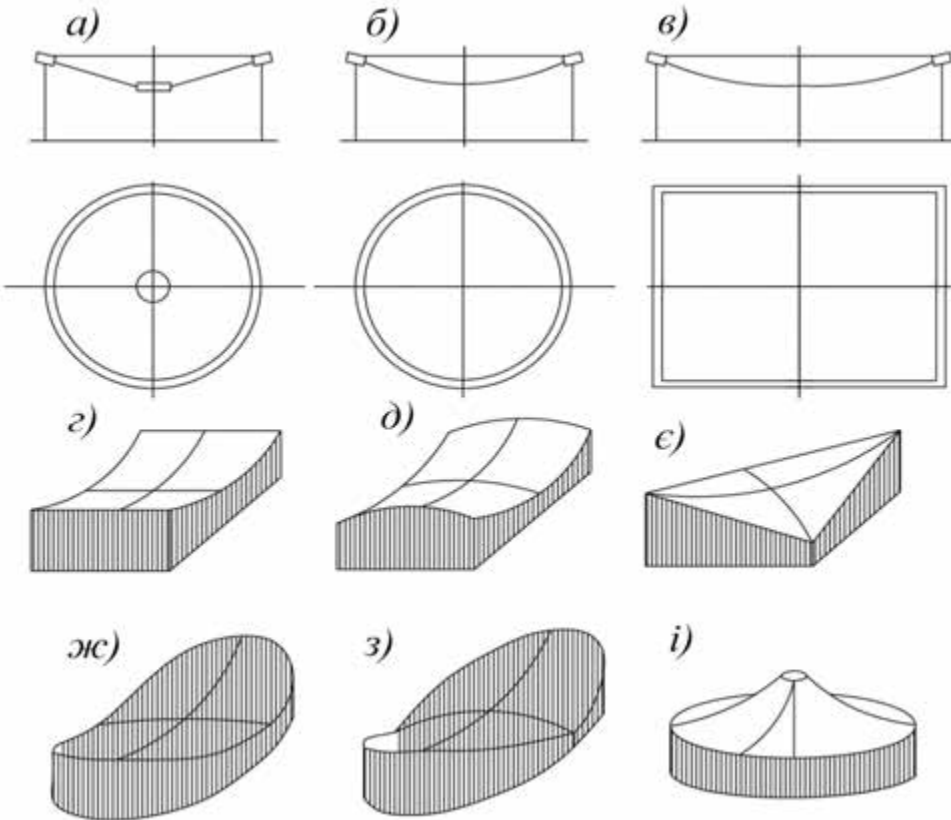


Рис. 11.15. Форми поверхонь мембранних покриттів:  
*а, г* – нульова гаусова кривина; *б, в* – додатна гаусова кривина;  
*д – і* – від'ємна гаусова кривина

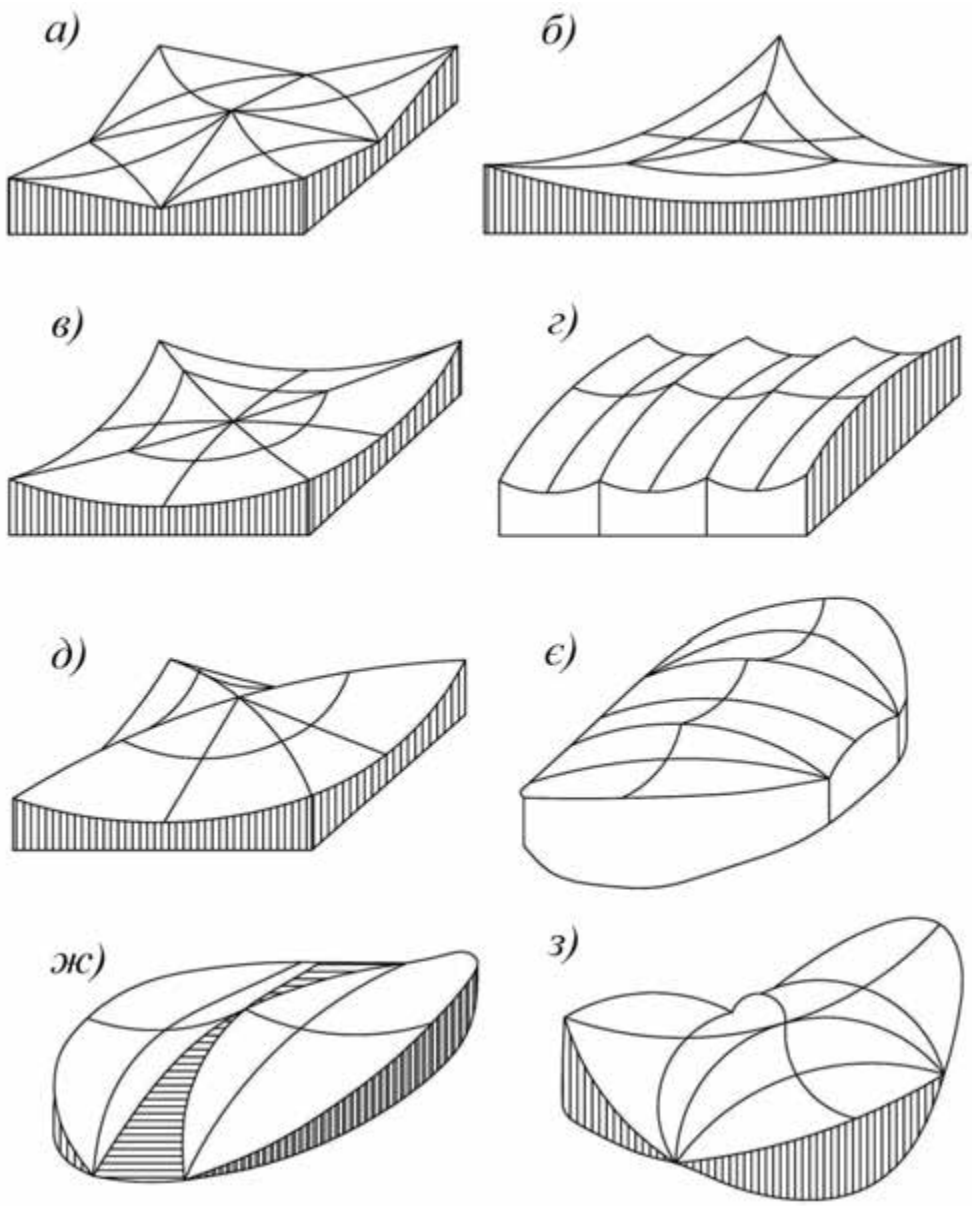


Рис. 11.16. Форми поверхонь  
комбінованих мембранних покриттів:  
а, г, е, ж, з – від'ємна гаусова кривина;  
б, в, д – нульова кривина

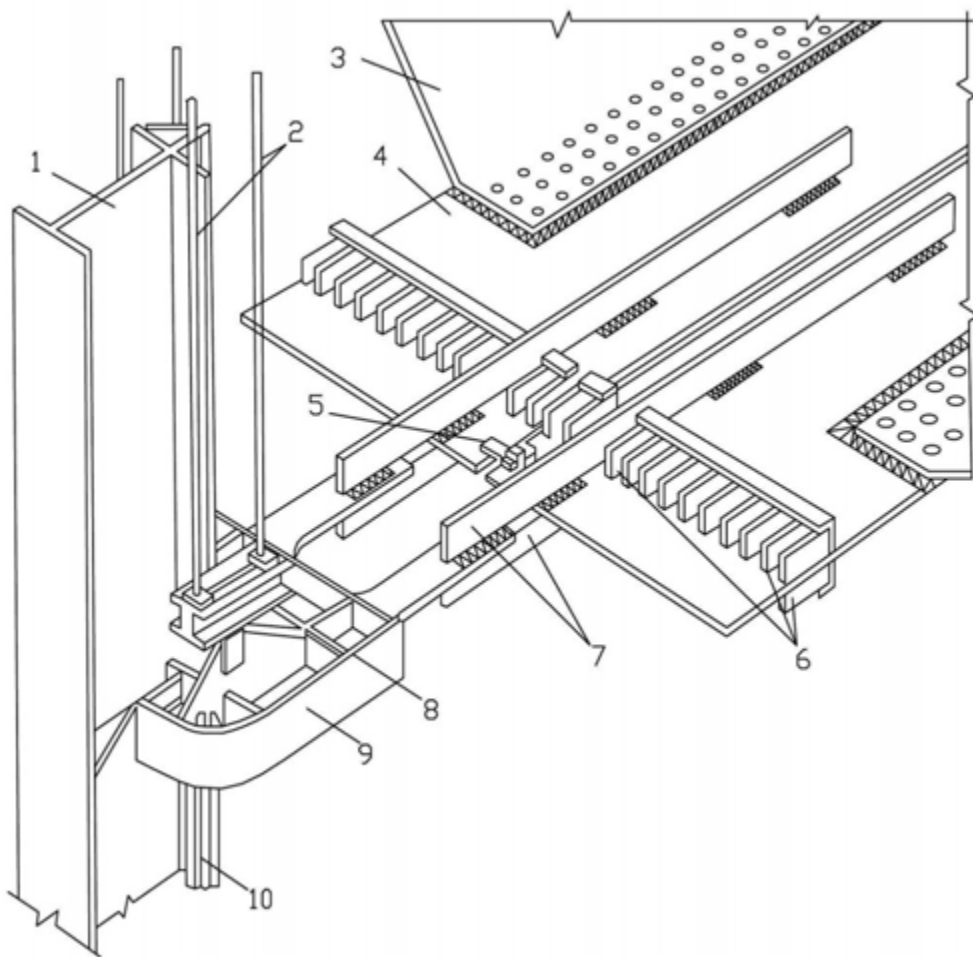
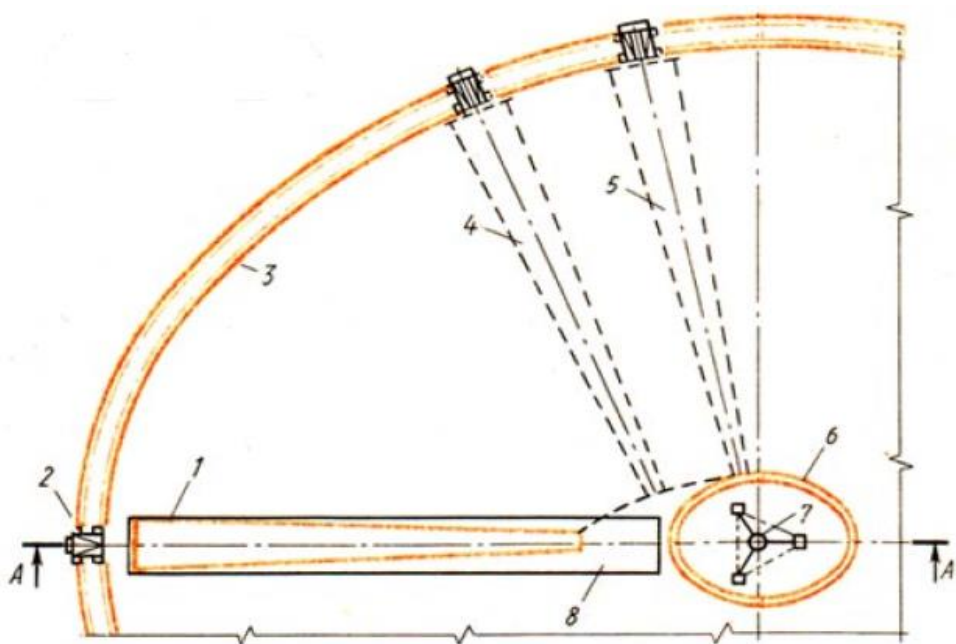


Рис. 11.17. Схема кріплення мембрани при підйомі:

- 1* – монтажна колона для підйому мембрани;
- 2* – гвинтові тяги підйомника;
- 3* – стрічка мембрани;
- 4* – діагональні підкріплювальні елементи мембрани;
- 5* – фіксатор зазору між діагональними елементами;
- 6* – «гребінка» для закріплення діагональних елементів до опорного контуру;
- 7* – сполучні елементи діагональних смуг і цапфи;
- 8* – балансирна траверса;
- 9* – цапфа з повзунами;
- 10* – напрямна рейка КР–70



A-A

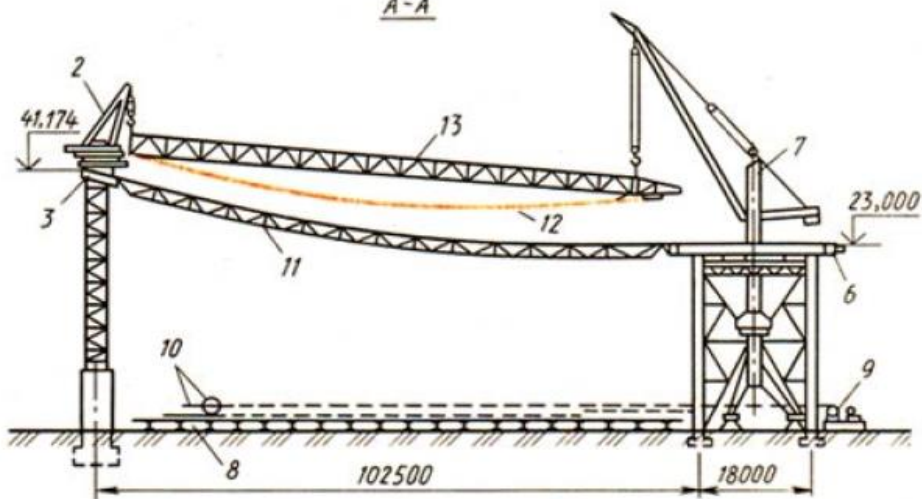


Рис. 11.18. Схема монтажу елементів мембрани:  
 1 – положення елемента мембрани перед підйомом;  
 2 – підйомник; 3 – зовнішній опорний контур; 4 – проміжне положення при монтажі; 5 – проєктне положення мембрани;  
 6 – внутрішнє сталеве опорне кільце; 7 – баштовий кран;  
 8 – стенд для розгортання рулонів; 9 – лебідка;  
 10 – схема розгортання; 11 – змонтований блок;  
 12 – монтується елемент мембрани; 13 – траверса-розпірка

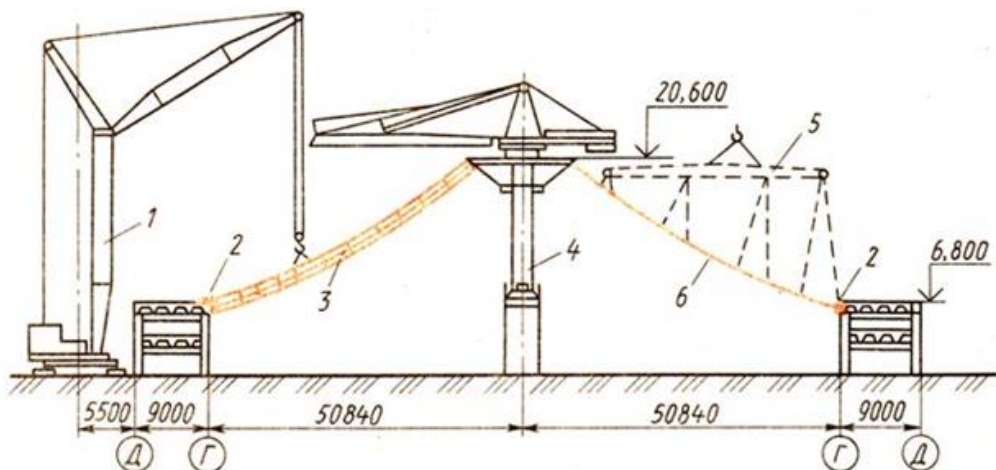


Рис. 11.19. Схема монтажу висячого покриття шатрового типу:  
 1 – баштовий кран; 2 – зовнішнє кільце; 3 – плита покриття;  
 4 – центральна опора; 5 – траверса для підйому вант;  
 6 – ванта, яка монтується

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 11***

1. Наведіть приклади схем металевих сіток для складчастих покриттів.
2. Наведіть приклади вузлів з'єднань решітчастих складок.
3. Охарактеризуйте металеві решітчасті склепіння та наведіть приклад схем торцевих діафрагм.
4. Наведіть приклад вузла металевого решітчастого склепіння з штампованих елементів.
5. Наведіть приклад вузла з'єднання одно поясних металевих решітчастих склепінь.
6. Охарактеризуйте властивості двопоясних решітчастих склепінь та їхні форми.
7. Що таке ребристий купол та які типи металевих стрижневих куполів ви знаєте?
8. Надайте приклад купола з решітчастою схемою «ромб» та назвіть конструктивні елементи з яких вони утворені.

## РОЗДІЛ 12. ВАНТОВІ ПОКРИТТЯ

### 12.1. Класифікація вантових покриттів

Вантове покриття складає одну з основних груп просторових висячих покриттів, де основними несучими елементами є провисаючі ванти, які працюють в основному на розтяг. Ванти можуть бути гнуті та жорсткі, що сприймають згинальний момент.

Вантове покриття складається з трьох частин: несуча конструкція із розтягнутих вант, плити огородження і опорний контур. Зусилля, що передаються на опорний контур це горизонтальні зусилля на розтяг, що досягають значних величин.

#### *Переваги покриттів висячого типу:*

- повне використання несучої здатності високоміцних сталей;
- мала вага самої конструкції;
- різноманітність форм і архітектурна виразність;
- висока самостійність;

#### *Недоліки покриттів висячого типу:*

- підвищена деформативність (конструктивна нелінійність);
- необхідно встановлювати додаткові конструкції для сприйняття розпору;
- відносна складність водовідводу.

**Висяче покриття** – покриття, в яких основна несуча конструкція перекриває прогон та працює на розтяг.

**Вантове покриття** – покриття, частина прогону якого утворена сіткою несучих гнучких ниток (вант) з послідуючою укладеною на неї огорожувальних елементів, для забезпечення їх сумісної роботи між собою та опорним контуром.

**Опорний контур** – жорстка конструкція (сталева, залізобетонна, труобетонна), що сприймає зусилля розпору від прогонної частини покриття, та здатна працювати на стиск, згин та кручення.

**Нитка** – гнучкий провисаючий стрижень, сприймає розтяг і несуче поперечне зусилля від прогону.

**Гнучка нитка** – нитка працює тільки на розтяг.

**Жорстка нитка** – нитка працює на розтяг але може сприймати невеликий момент згину.

**Вантові покриття можуть класифікуватись по:**

***За типом несучих конструкцій:***

- однопоясні системи (з гнучких елементів і комбіновані);
- вантові сітки;
- жорсткі ванти;
- підвісні (також консольно-вантові);
- комбіновані системи.

***За формою поверхні:***

- нульова гаусова кривина;
- додатна гаусова кривина;
- від’ємна гаусова кривина

***За характером розпірності:***

– зовнішньо розпірні (сили розпору передаються на рівень основи споруди і сприймаються спеціальними фундаментами або анкерами);

– зовнішньо безрозпірні (сили розпору сприймаються на рівні закріплення гнучких елементів покриття на відповідних замкнутих опорних контурах).

***За способом сприйняття розпору:***

- зі замкнутим опорним контуром;
- із затяжкою або розпором;
- зі розімкнутим опорним контуром в поєднанні з підкосами, відтяжками;
- тільки з підкосами, відтяжками.

***За способом стабілізації:***

– з довантаженням;

***За формою поверхні:***

- з додатковими елементами;
- з власною жорсткістю і згину;
- з попереднім напруженням.

Щодо вант із канатів використовується: петля з каушем на зажимах, петля з каушем та запресовкою кінця каната за допомогою алюмінієвих або сталевих трубок овалованого перерізу (рис.12.1, а-г) міцність таких канатів реалізується не повністю, тому вони використовуються в якості тимчасового кріплення вант в процесі будівництва. Більш надійні заливні кінцеві кріплення канатів (рис.12.1, д-ж). Опорна деталь такого кріплення-стакан, може мати різну конструкцію, що кріпиться до опорного контуру.

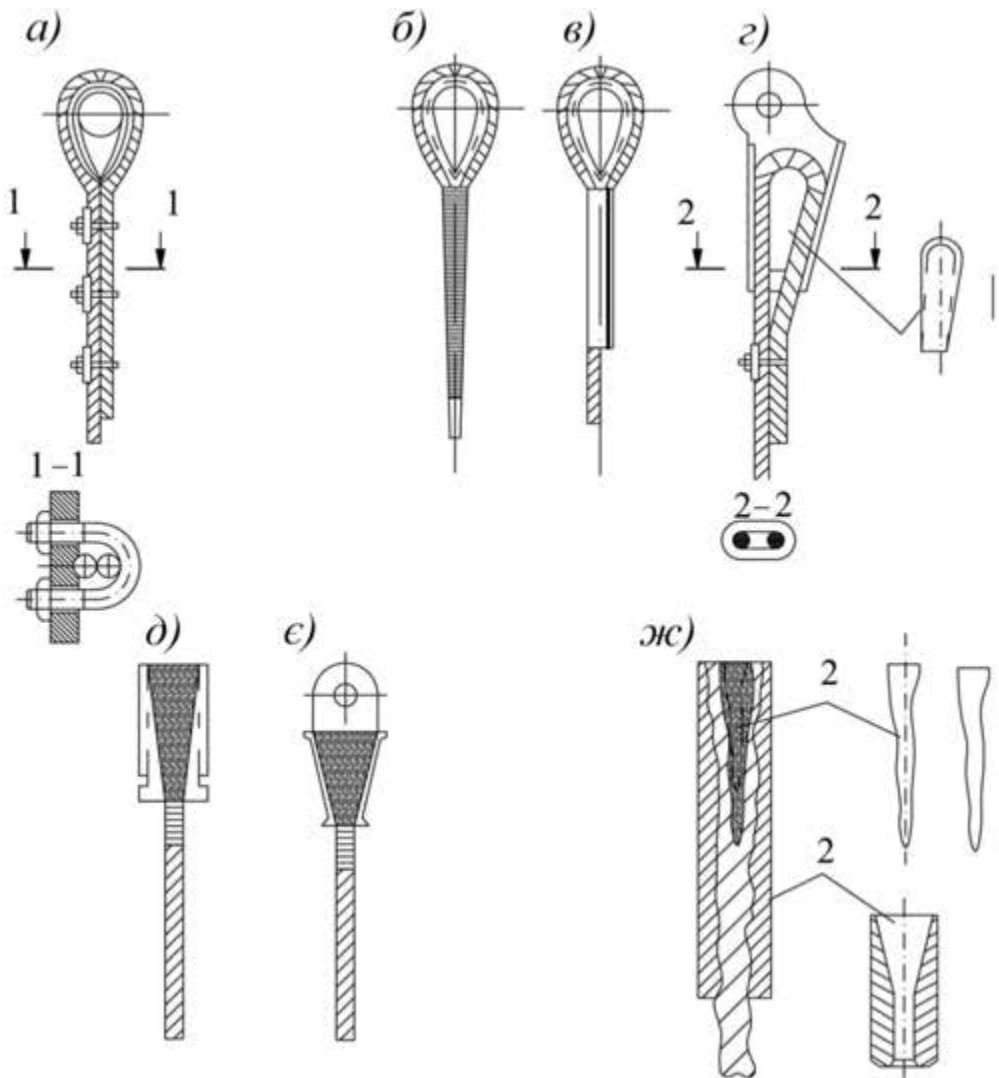


Рис.12.1. Кінцеві кріплення вант із сталевих канатів:  
 1 – клин, що рухається; 2 – клин; 3 – гільза

Для вант із гнучкого дроту високої міцності кінцеві кріплення утворюється завдяки силам тертя, перегину та заклонооваленню. В анкерах (рис. 12.2, а–д) дроти кріпляться пресуванням гільз, конусні кріплення типу “колодка з пробкою” (рис. 12.2, е–з) використовують в попередньо напружених фермах і оболонках.

Для міцних арматурних пучків (вант) використовуються анкери із заливкою попередньо відігнутих кінців дроту в металевому стакані бетоном з мілким заповненням.

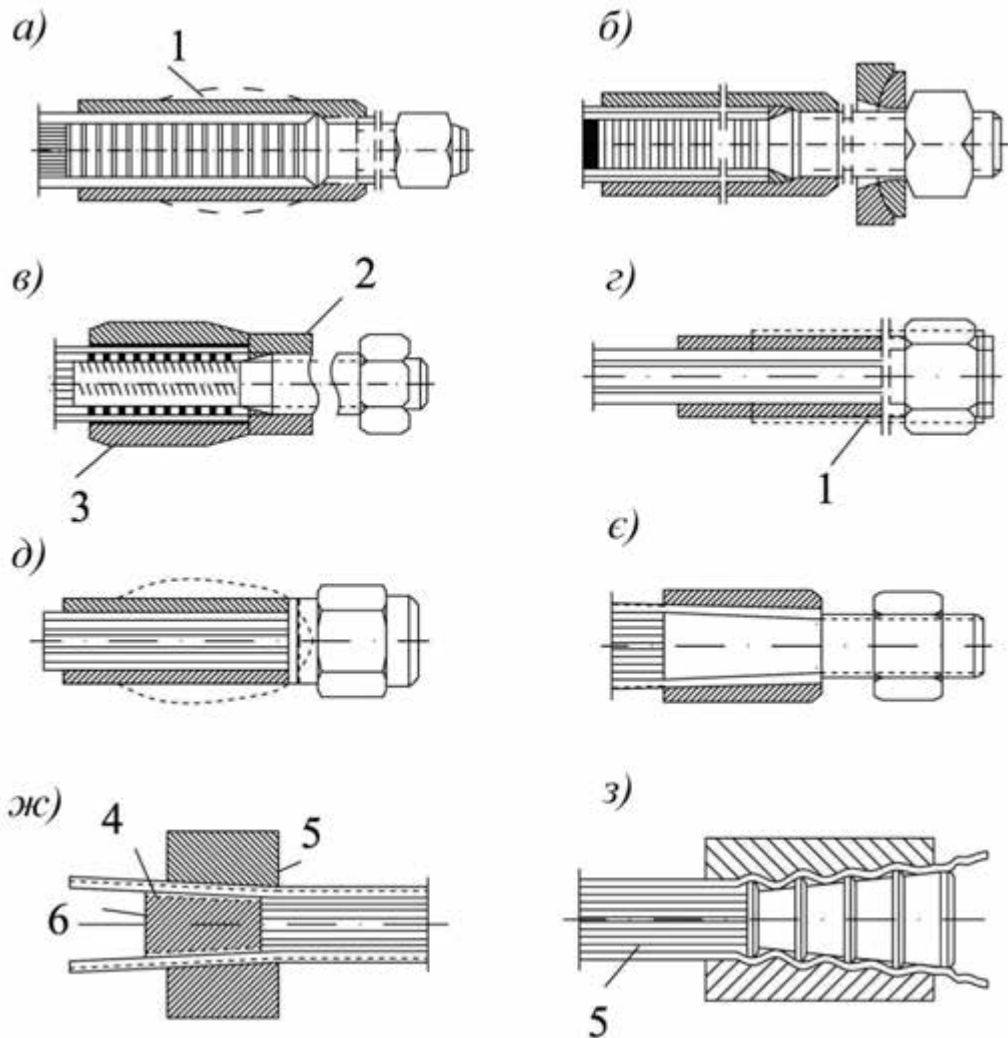


Рис. 12.2. Кінцеве анкерне кріплення вант із пучків дроту:  
 1 – контур гільз для обтискання; 2 – стрижень; 3 – спіраль;  
 4 – нарізка; 5 – колодка; 6 – пробка

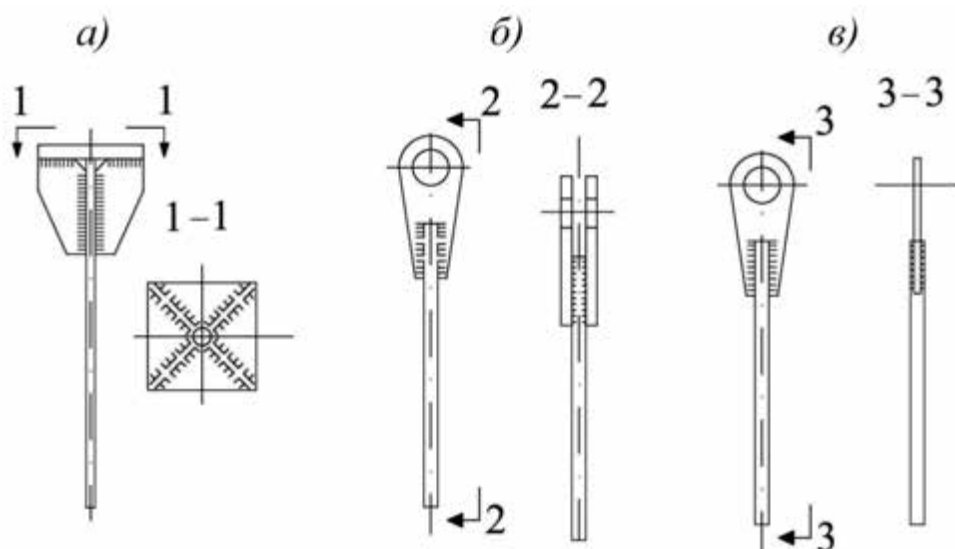


Рис. 12.3. Кінцеві кріплення вант із арматурних стрижнів

Для вант із стрижневої арматури кінцеве кріплення в більшості випадків дозволяє використовувати зварювання елементів (рис. 12.3). Упорна шайба з ребрами жорсткості (а) використовуються для анкерування стрижня в бортових елементах з монолітного залізобетону. При шарнірному закріпленні стрижнів використовують одно- або спарені фасонки з отворами (рис. 12.3, б, в).

## 12.2. Опорні конструкції

У висячих покриттях розпір ниток передається на опорні конструкції. Опорні конструкції повинні забезпечити розміщення анкерних кріплень канатів, сприймати зусилля розтягу в нитках та передавати їх на основу будівлі, утворювати жорсткий опорний контур покриття для обмеження деформації висячої системи.

Зовнішнє опорне кільце (рис. 12.4, а) дозволяє погасити розпір в межах покриття та утворити внутрішню урівноважену систему з передачею на фундамент тільки вертикальних зусиль.

В інших випадках на фундамент додатково передаються також зусилля від розпору. Зовнішнє опорне кільце працює на стиск, тому його виконують із залізобетону.

У висячих покриттях подвійної кривини вдалим рішенням є опорна конструкція у вигляді двох нахилених арок (рис. 12.4, б). Арки працюють на стиск. Розпір може бути передано на фундамент за допомогою стиснутих стояків і розтягнутих відтяжок.

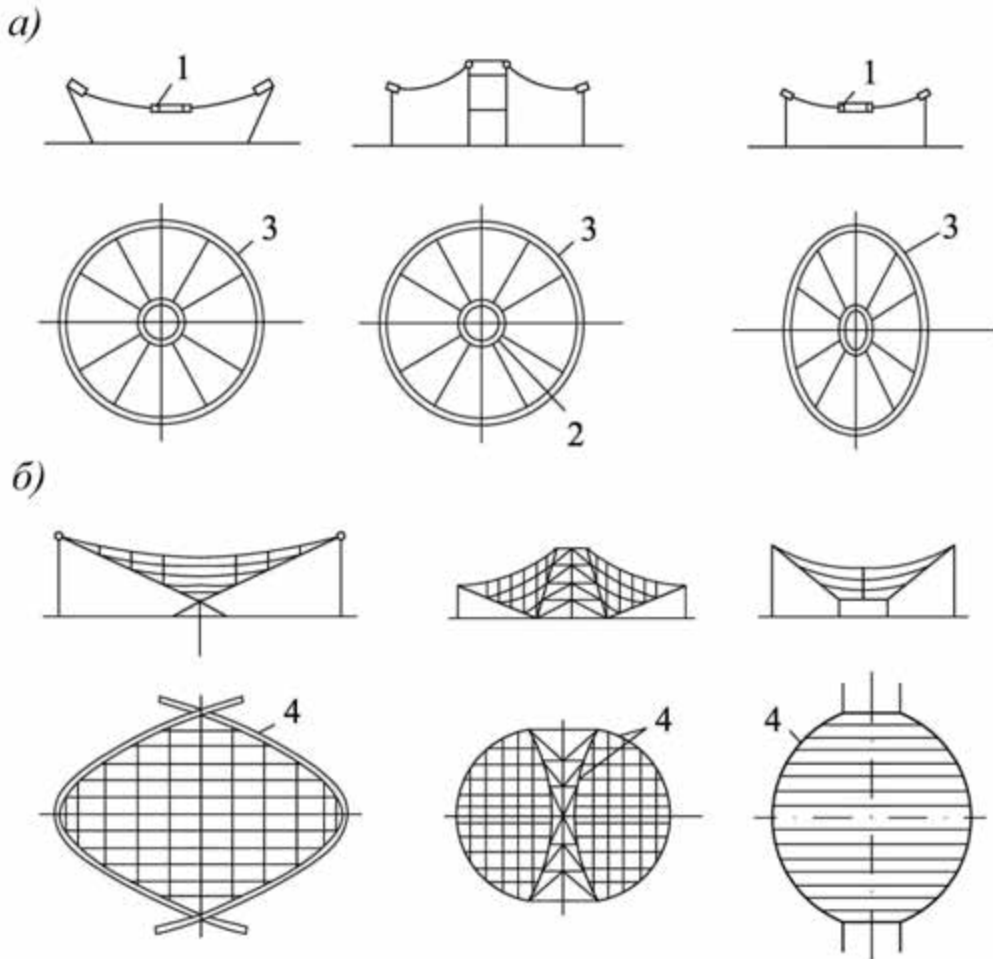


Рис. 12.4. Схеми круглих та аровних опорних конструкцій:

*a* – круглих; *б* – аровних;

*1* – внутрішнє кільце; *2* – внутрішнє кільце, опорне;

*3* – зовнішнє опорне кільце; *4* – опорні арки

Відтяжки кріпляться тільки в місцях спирання балок на колони. Крім того можливе кріплення декількох відтяжок до одного фундаменту (рис.12.5, *a*), розпір, може передаватись через балки, що розташовані в площині покриття, на торцеві

діафрагми у вигляді суцільних стін (рис.12.5, б). Розпір на діафрагми можна передавати через криволінійні стіни (рис.12.5, в). Зусилля розпору можна передати на жорсткі рами, якщо вони функціонально необхідні в будівлі (наприклад, трибуни) (рис.12.5, з).

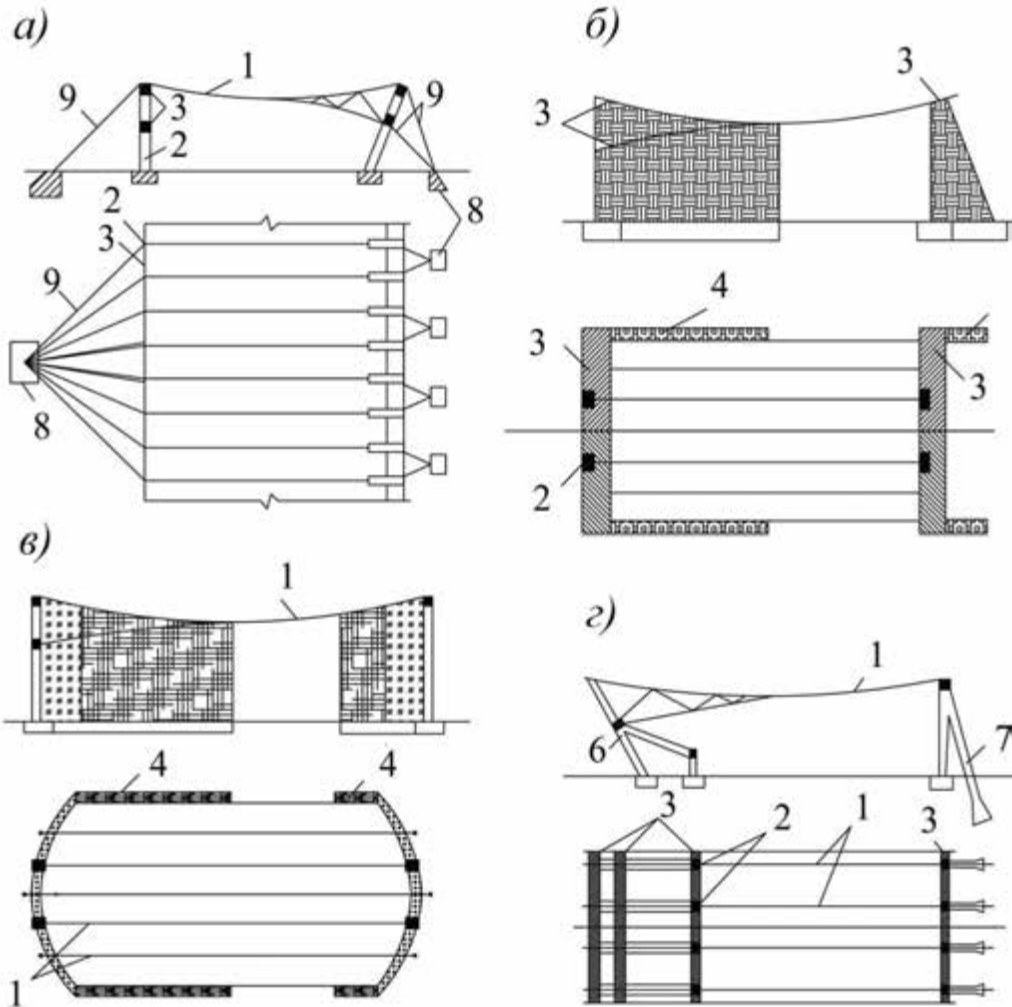


Рис. 12.5. Види опорних конструкцій:

- а* – з передачею розпору на відтяжки; *б* – те ж, на торцеві діафрагми; *в* – на криволінійні стіни; *з* – на рами;
- 1* – троси (тросові ферми); *2* – колони; *3* – жорсткі балки;
- 4* – торцеві діафрагми; *5* – контрфорси; *6* – поперечні рами;
- 7* – розтягнуті підкоси; *8* – анкерні фундаменти; *9* – відтяжки

### 12.3. Покриття із вант і балок

Такі вантові покриття потрібно проєктувати використовуючи систему у вигляді вант і балок (рис. 12.6).

У місцях перетину балок і вант вони зв'язуються між собою.

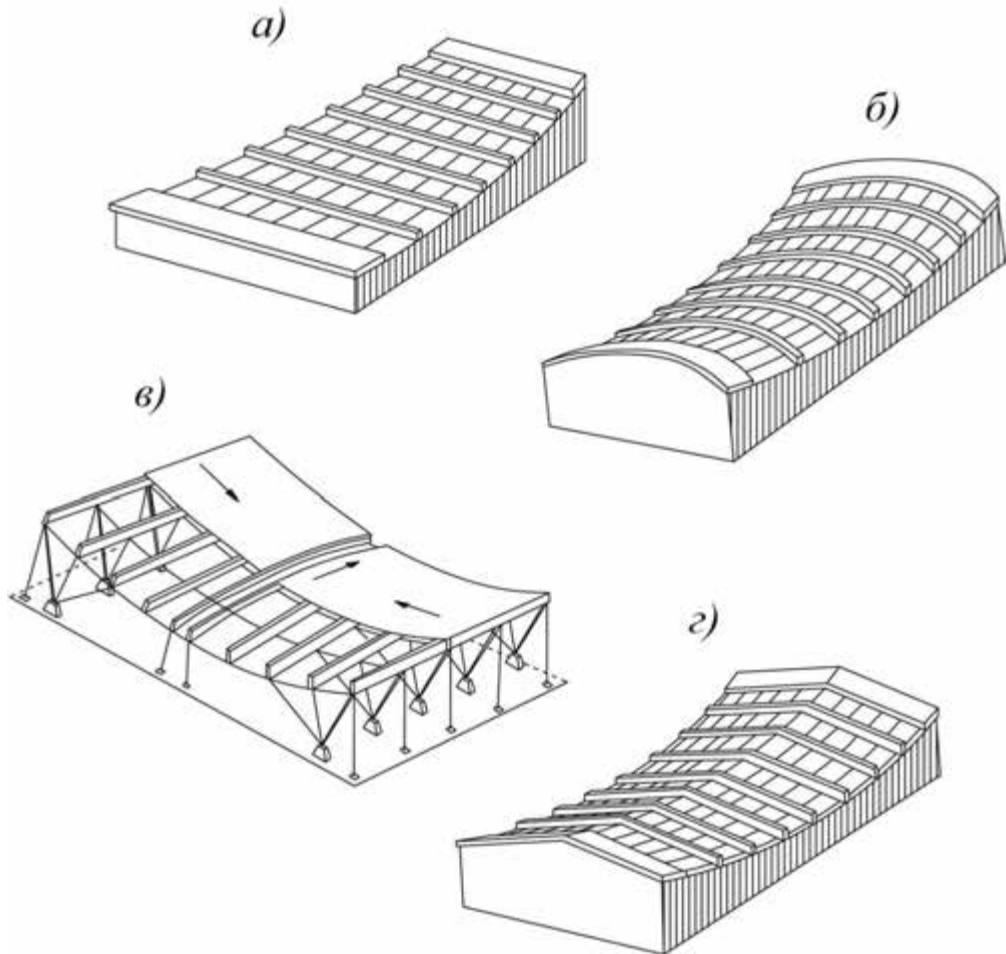


Рис. 12.6. Покриття вантово-балочної системи:  
*a* – прямокутні прогони 24–30 м; *б* – з криволінійним замкнутим контуром, прогони балок до 48 м;

*в* – ванти приймаються в межах від  $\left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{4}\right)$  прогону;

*г* – висота балок складає від  $\left(\frac{1}{20} \dots \frac{1}{4}\right)$

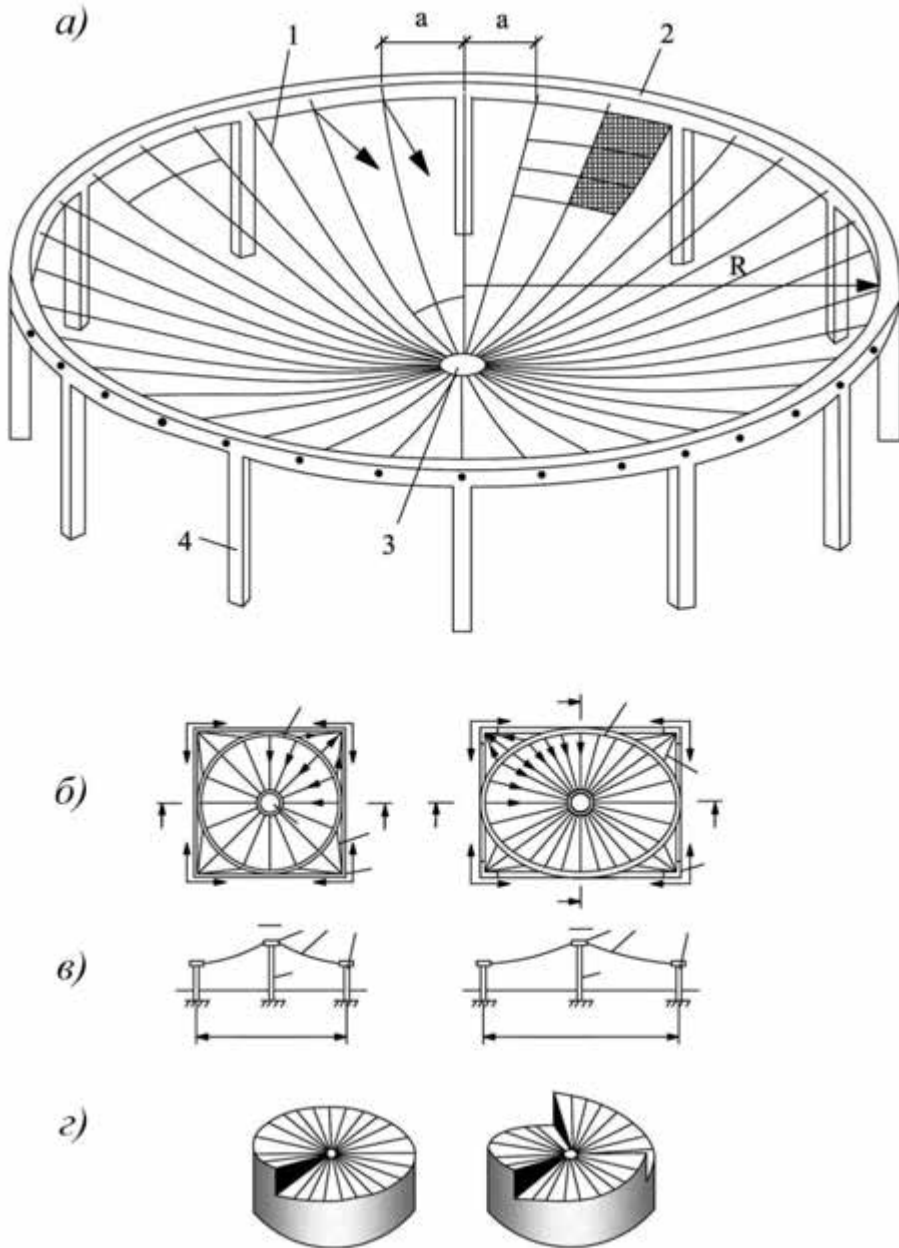


Рис. 12.7. Схеми одно поясних покриттів із радіальними вантами:

*a* – увігнуте на круглому плані; *б, в* – шатрові на квадратному та прямокутному плані; *г* – спіральні;  
*1* – несуча ванта; *2* – зовнішнє стиснуте кільце;  
*3* – внутрішнє розтягнуте кільце; *4* – колона;  
*5* – кутова опора; *б* – додаткова ванта

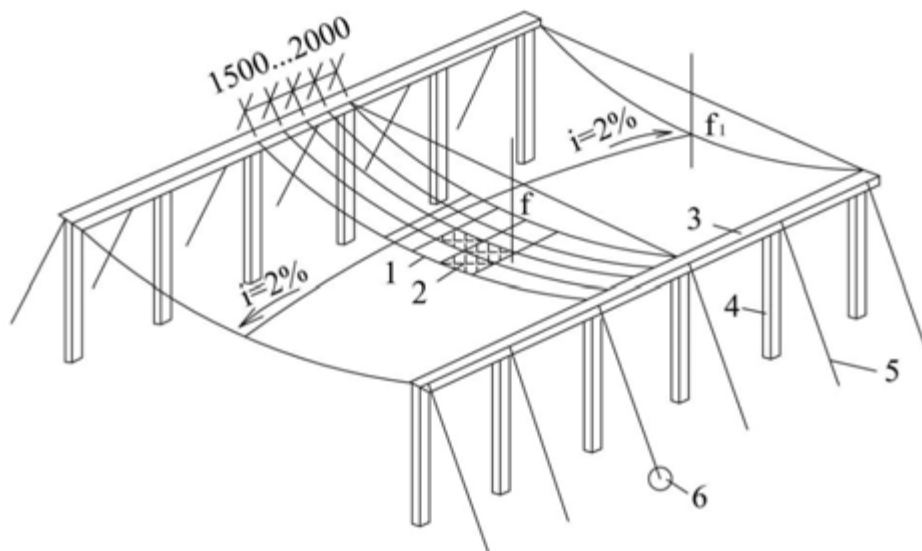


Рис. 12.8. Висяче покриття будівлі із прямокутними поясами:

$f$  – стріла провисання каната в середині будівлі;

$f_1$  – те ж, у торців;

1 – несучі канати; 2 – плити покриття;

3 – бортовий елемент; 4 – колона;

5 – відтяжка; 6 – анкерний фундамент

а)



б)



Рис. 12.9. Приклад будівлі з покриттям у вигляді висячої оболонки від'ємної гаусової кривини.

**Центральний палац одруження,**

м. Київ, 1980 р.,

Київпроект, арх. В.І. Гопкало, В.М. Гречина,

інж. Н.М. Юрченко



Рис. 12.10. Приклад будівлі з висячою системою покриття залу діаметром 51,8 м із радіально розташованими вантами.  
*Універсам на Печерську,*  
м. Київ, 1982 р., арх. А.М. Аніщенко



Рис. 12.11. Приклад будівлі з висячим покриттям із жорсткими нитками.  
*Магазин-виставка меблів,* м. Київ, 1975 р., арх. Н.Б. Чмутіна,  
Ю.А. Чеканюк, розміри будівлі в плані 63,0×63,0 м

## *Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 12*

1. Які покриття називають вантовими? Із яких конструкцій складається вантове покриття? Перерахуйте основні переваги вантового покриття.
2. Яким чином класифікуються вантові покриття?
3. Наведіть приклад кінцевого кріплення вант із сталевих канатів.
4. Перерахуйте схеми круглих та арочних опорних конструкцій.
5. Наведіть приклад опорних конструкцій відтяжок.
6. Наведіть приклад схем однопоясних покриттів із радіальними вантами.

## РОЗДІЛ 13. М'ЯКІ ОБОЛОНКИ

### 13.1. Пневмоконструкції

М'які оболонки – група просторових конструкцій, виконаних з матеріалів, що мають високу міцність при розтязі, але не здатних чинити опір іншим видам напружень. Такі якості мають матеріали (тканина, плівки), потоншені до такого ступеня, що не можуть протидіяти обтиску, згину та зсуву.

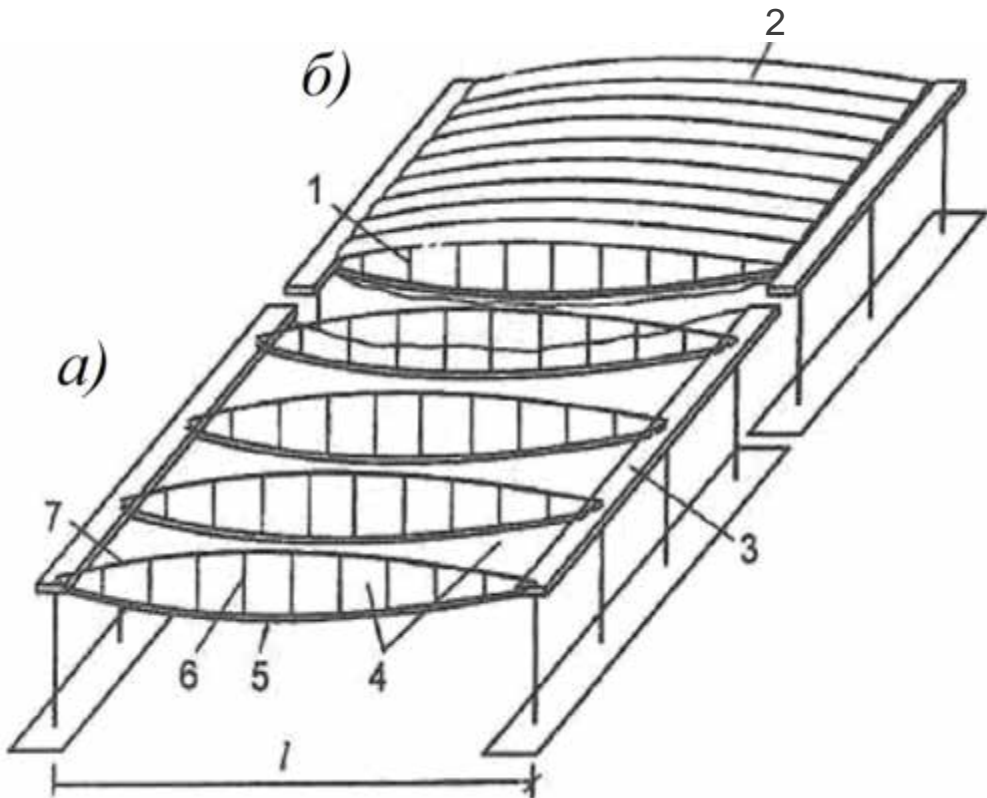


Рис. 13.1. Двопоясні циліндричні оболонки на прямокутному плані:

- a* – мембрано-арочне покриття;
- б* – мембрано-склепінчасте покриття;
- l* – стійки; 2 – елементи склепіння; 3 – опорний контур;
- 4 – мембрана; 5 – підкріплюючий елемент;
- 6 – розпірка; 7 – арка

Здатність м'яких оболонок нести навантаження виникає при умові їх попереднього напруження, що задається двома основними способами: аеростатичним (пневматичним) і механічним.

Відповідно до способу напруження оболонки ділять на пневматичні та тентові.

Пневматичні будівельні конструкції ділять на два основних види: що опираються повітрю і несуть повітря (табл.13.1).

Конструкції, що чинять опір повітрю являють собою будівлі, в яких об'єднані стінова і покрівельна частина. Після закріплення контуру оболонки та її наповнення повітрям конструкції придатні до експлуатації, яка підтримується центробіжними або осевими вентиляторами з робочим тиском 400–1000 Па. Неперервна подача повітря виключає необхідність високої герметизації.

Конструкції, що несуть повітря – стрижневі елементи (стійки, балки, арки та інші) або панельні елементи.

Тиск повітря в їх оболонках у межах 50–700 кПа утворюється компресорами, при разовому або періодичному наповненні. Це потребує високої герметичності оболонки.

Функціональна різниця між конструкціями, що чинять опір повітрю, та несуть повітря полягає в тому, що перші експлуатуються під додатковим тиском, а другі під атмосферним.











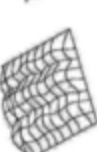


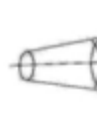















## **13.2. Пневматичні лінзи**

Пневматичні лінзи – вид пневматичних конструкцій, що мають ознаки двох попередніх. За характером статичної роботи – чинять опір повітрю, за призначенням являють собою конструктивний елемент (покрівлю або стінову панель).

Матеріали. Для м'яких оболонок використовують покриття з тканин та армовані плівки, однорідні плівки, тонкі сталеві листи.

Основні вимоги до матеріалів м'яких оболонок:  
– міцність при розтягу;

**Таблиця 13.1. Класифікація пневматичних конструкцій**

Конструкції, які опираються повітря				Конструкції, які несуть повітря			
Геометрична форма		Лінзи (подушки)	Посилені канатами чи сітками		Стрижні	Панелі	
			Одно-прогонові	Багато-прогонові		Ортотропні	Ізотропні
прості	складені	складені					
							
							
							

- міцність при надмірному розтягу та після появи місцевих розривів;
- водо- та повітронепроникність;
- довговічність;
- стійкість проти впливу атмосферного середовища та механічних пошкоджень;
- світлопроникність тканин (до 5% армуючих плівок до 90%);
- вогнестійкість;
- зручність стиковки полотна (шиття, електричне зварювання, склеювання).

При виборі матеріалів слід враховувати зміни їх фізико-механічних властивостей в результаті старіння, повзучості та втоми.

**Старіння** викликається спільною дією тепла, вологи, озону і ультрафіолетового спектра денного світла.

Старіння тим інтенсивніше, чим вище світлопроникність покриття тканини.

**Повзучість** – повільне наростання деформацій під впливом тривалих навантажень; виражається у втраті міцності, оцінюється коефіцієнтом довготривалого опору.

**Втома** як явище, пов'язане з багаторазовим підвищенням і зниженням зусиль розтягу в матеріалах м'яких оболонок, це явище ще недостатньо досліджено.

Матеріалом пневматичних арок високого тиску слугують герметичні цільнокроєні з тканини рукава діаметром від 200 до 900 мм з внутрішнім герметичним шаром – резинової камери або покриттям. Тканини рукавів з капронових ниток мають високу розривну міцність, еластичність і стійкість до зовнішніх впливів.

Тонкі сталеві листи з нержавіючої сталі або алюмінієвих сплавів, як матеріали для м'яких оболонок, мають переваги: висока міцність, довговічність, повітронепроникність. Також, мають певні недоліки: відсутність «м'якості» в перед експлуатаційному процесі (виготовлення, транспортування, монтаж, складності з'єднання тонких листів).

### 13.3. Пневматичні споруди типу опору повітря

Основні конструктивні елементи таких споруд: оболонка, опорна конструкція та установка подачі повітря (рис. 13.2).

Складені оболонки це комбінація з'єднаних фрагментів оболонок обертання (рис. 13.3).

Форми складених оболонок не є досконалими для пневмоконструкцій, так як по лінії їх з'єднання не виконується умова сумісності напружень і деформацій. Найбільш характерне навантаження для пневматичних споруд-надлишковий тиск повітря. Рівень тиску повинен бути таким, щоб напруження, яке виникало в оболонці, повністю або частково нівелювало зусилля стиску в ній, що утворюється під дією власної ваги та зовнішніх навантажень (сніг, вітер, технологічні навантаження).

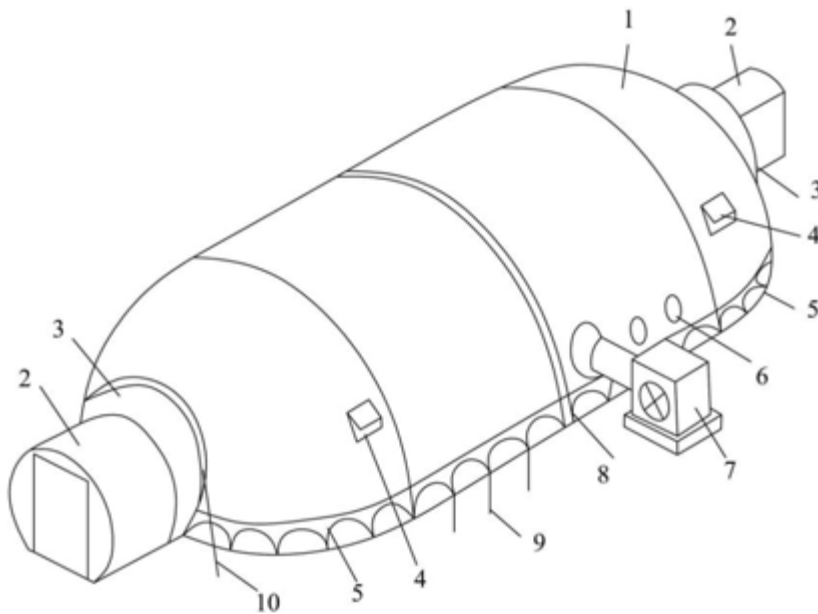


Рис. 13.2. Оболонки опору повітря:

- 1* – оболонка; *2* – тент шлюзу; *3* – перехідник;
- 4* – вентиляційний клапан; *5* – силовий пояс;
- 6* – патрубок м'якого повітря; *7* – установка, що подає повітря;
- 8* – монтажний шов; *9* – гвинтовий анкер;
- 10* – канат, що розвантажує

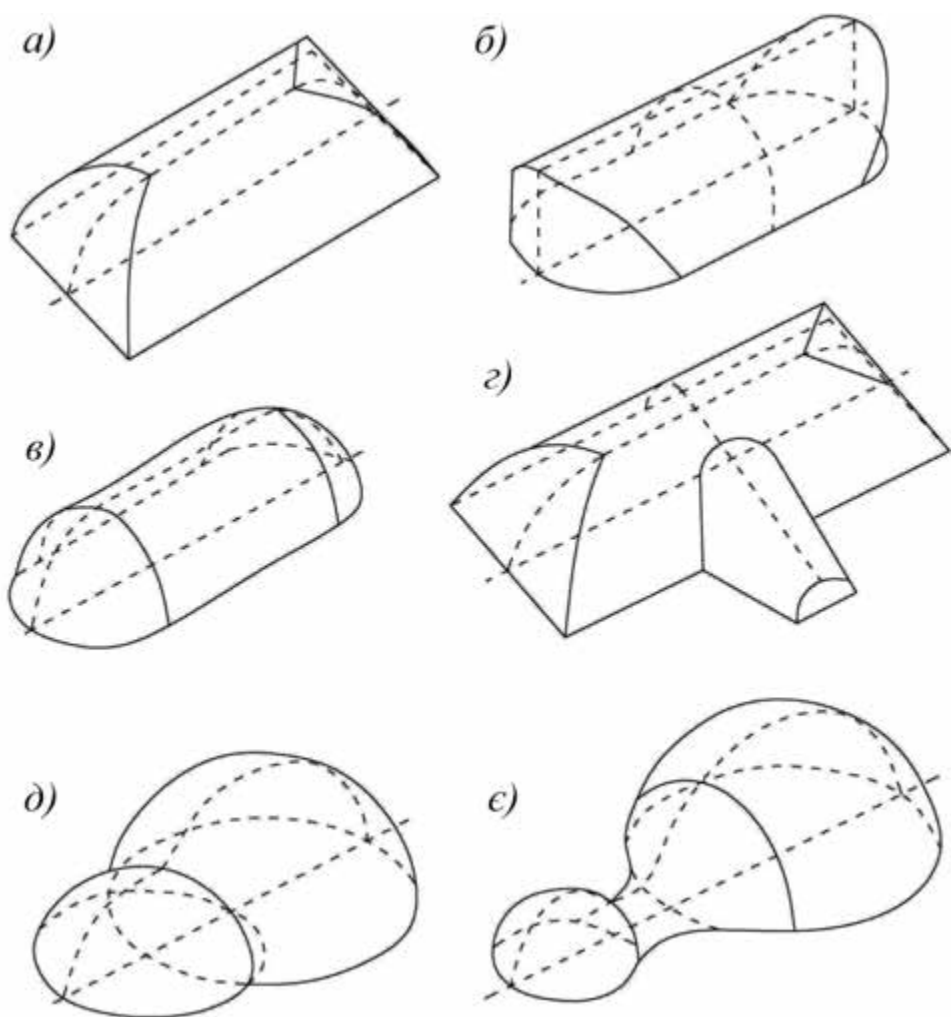


Рис. 13.3. Складені оболонки,  
які чинять опір повітряю:  
 а, б – циліндр-циліндр;  
 в – циліндр-сфера;  
 з – циліндр-циліндр-конус;  
 д – сфера-сфера; е – сфера-гіпар-сфера

Власна вага оболонок невелика та урівноважується тиском повітря 10–20 Па. В розрахунках не враховується, а якщо враховується то разом із сніговим навантаженням.

Снігове навантаження значно менше (ніж за ДБН) на гладкій поверхні покриття споруди, тому сніг не накопичується.

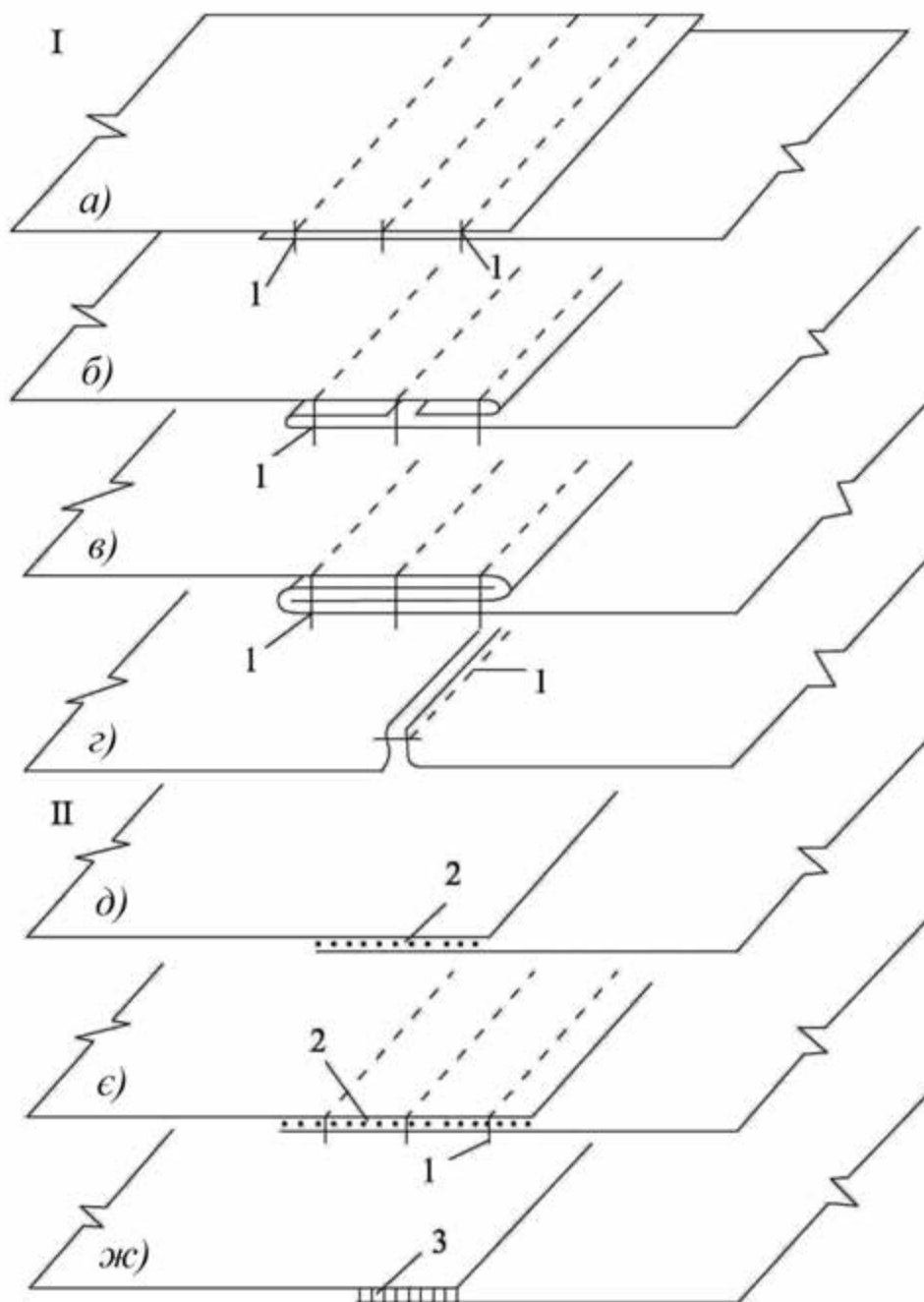


Рис. 13.4. Заводські шви: I – шиті; II – клеєні;  
*a* – накладні; *б* – накладні з закритими зрізами;  
*в* – замкові; *г* – стачений; *д* – накладний;  
*е* – клеєно-шитий; *ж* – зварний;  
*1* – шитий шов; *2* – клеєний шов; *3* – зварний шов

Вітрове навантаження є основним видом навантаження для оболонки, що чинять опір повітря [10]. Найбільш небезпечні оболонки при недостатньому тиску повітря під нею [30], це може призвести до руйнування. З'єднання полотен тканини і секцій оболонки можна поділити два види швів: заводські і монтажні.

Заводські шви бувають зварними, шитими, клеєними та комбінованими (рис. 13.4). Їхня міцність не досягає міцності цілого матеріалу та складає 60–80%.

Монтажні шви (рис. 13.5) в порівнянні з заводськими більш складні і мають меншу міцності. За можливості їх слід уникати, а при необхідності виконувати в місцях з розташуванням найменших зусиль. Монтажні шви герметизують фартухами, закріплених шнуровкою або кнопками.

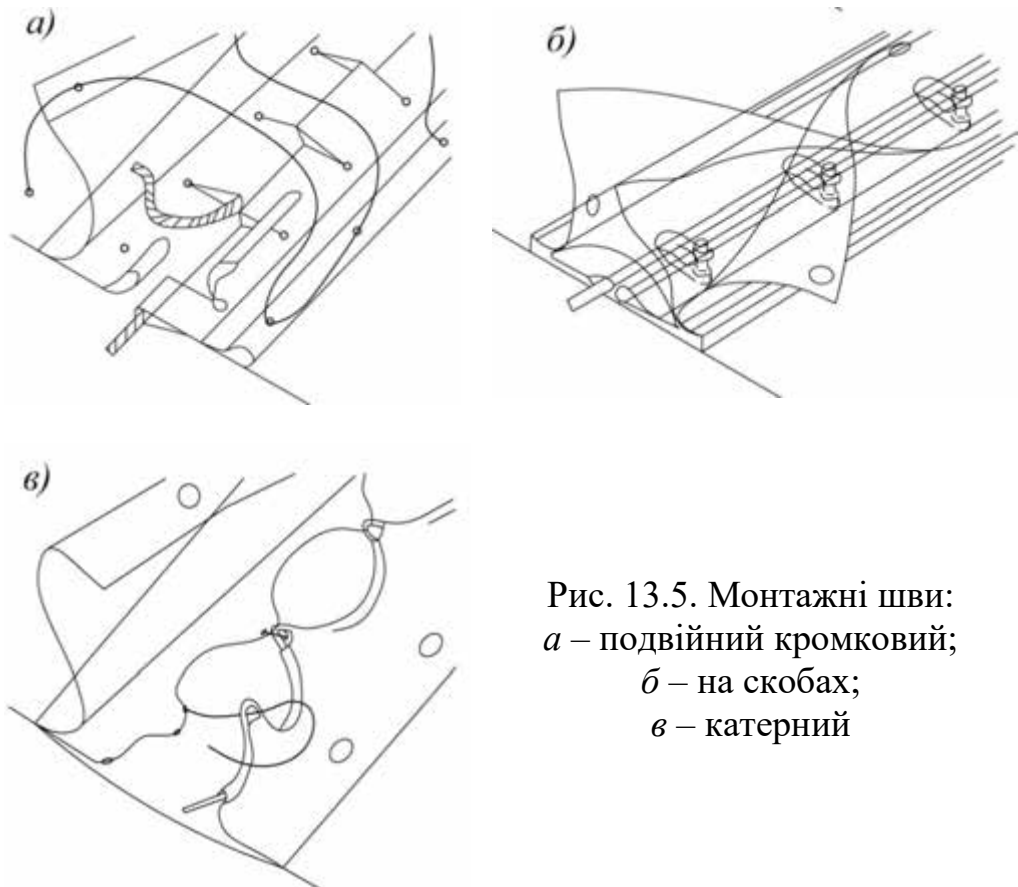


Рис. 13.5. Монтажні шви:  
*а* – подвійний кромковий;  
*б* – на скобах;  
*в* – катерний

### 13.4. Опорні пристрої

Від'ємним опорним реакціями оболонки, що виникає в опорному контурі в результаті дії внутрішнього тиску повітря, протидіють силі масивних фундаментів або сили опору вириванню з ґрунту анкерних штирів, гвинтових паль та інше.

Опорні пристрої розраховують на зусилля, що виникають на контурі оболонки, рис. 13.6.

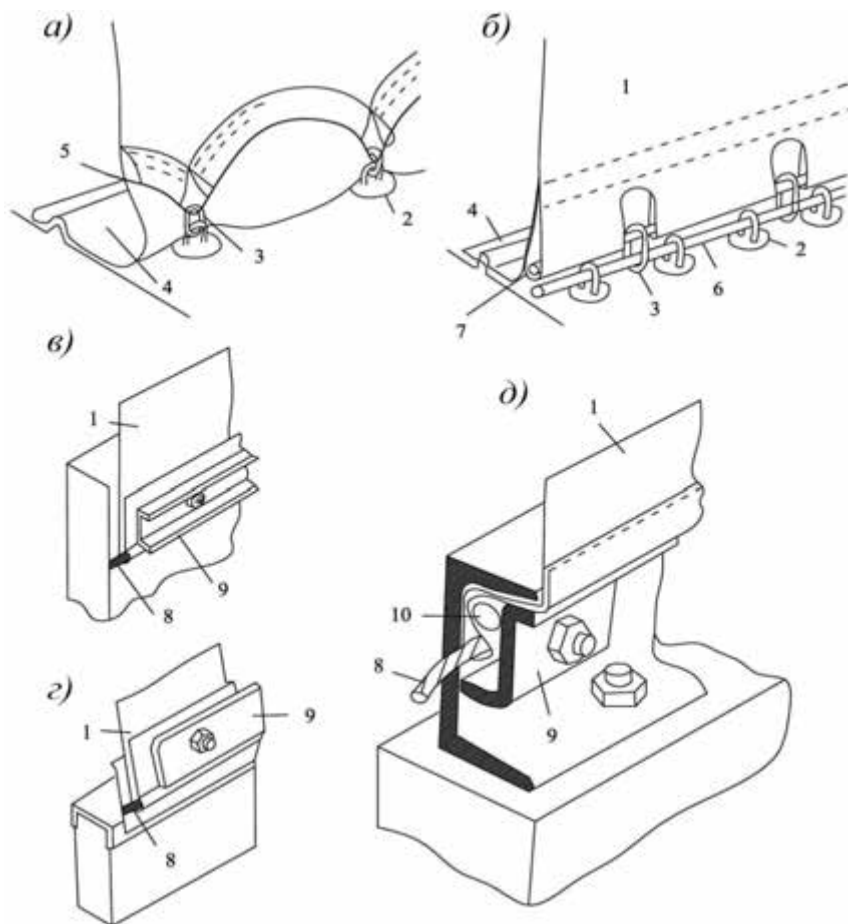


Рис. 13.6. Кріплення опорного контуру оболонки:

*а, б* – до штопорів (гвинтовими пальями);

*в, д* – до стрічкових фундаментів;

*1* – оболонка; *2* – анкер; *3* – з'єднувальна деталь;

*4* – внутрішній (герметизуючий) фартух; *5* – катерний канат;

*б* – труба нижня; *7* – труба верхня; *8* – кромочний фал;

*9* – накладка; *10* – стрижень

Для передачі зусиль анкера в оболонці використовують катерний та кромочні пояси (рис.13.6, а, б). При з'єднанні оболонки з неперервним (стрічковим) силовим поясом (підвернута кромка оболонки), підсилена пропущеним у ній фалом (рис.13.6, в-д).

Силові приєднання до оболонки можуть бути: точкові та лінійні. Точкових приєднань в пневмоконструкціях слід уникати. Лінійне приєднання неминуче при використанні діафрагм і при розміщенні під оболонкою підсилюючих канатів.

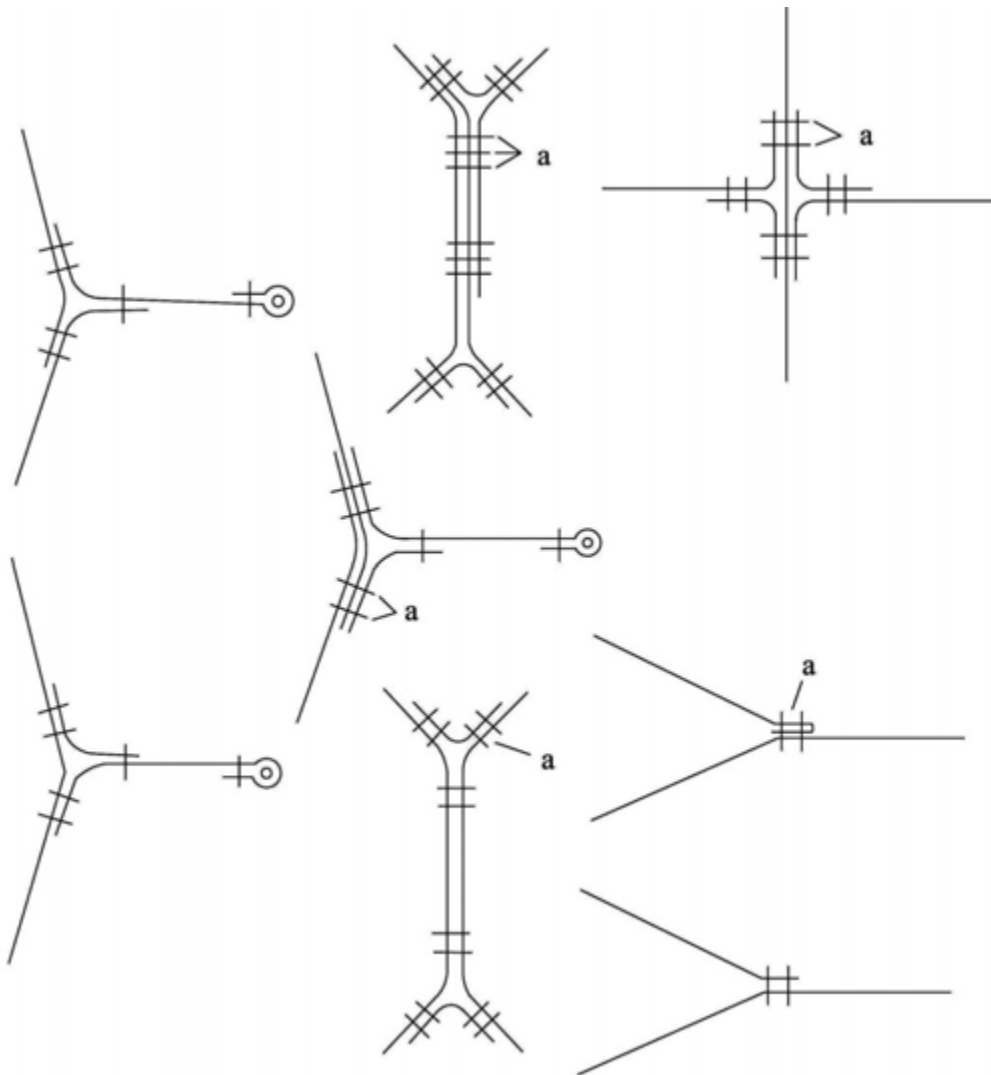


Рис. 13.7. Розташування вузлів з'єднань м'яких оболонок

### 13.5. Пневмооболонки підсилені канатами та сітками

Канати сприймають основні зусилля, оболонка працює як мембрана в межах площі, обрамленої канатами (рис. 13.8). Об'єднана робота оболонки та канатів можлива, якщо їх жорсткості при розтягу приблизно однакові.

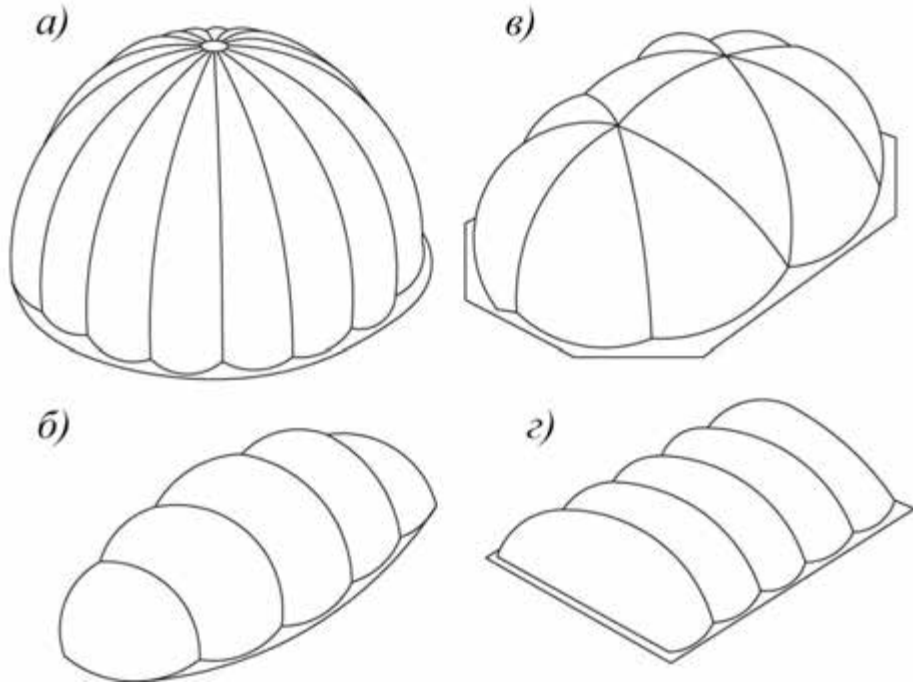


Рис. 13.8. Оболонки підсилені канатами і сітками на планах:  
а – круговому; б – еліптичному;  
в – багатокуттовому; з – прямокутному

Використовують *три групи* підсилених пневмооболонок:

**1 група** – при малій сітці, форма споруди визначається розкромом сітки; тонка і незначна міцність оболонки забезпечує тільки непроникність повітря;

**2 група** – при малому (до 1 м) кроці канатів, загальна поверхня споруди проєктується гладкою; місцеві вигини оболонки між канатами утворюються за рахунок пружних деформацій матеріалу; канати з оболонкою не зв'язані та їх взаємні переміщення вільні;

**3 група** – при великому (декілька метрів) кроці канатів загальна поверхня споруди поділяється канатами на вигини, спеціально скроєні ділянки оболонки.

Пологі оболонки великих прогонів на овальних та прямокутних планах проєктують із підйомом  $\left(\frac{1}{7} \dots \frac{1}{12}\right)$  прогону (рис.13.9). Канати розміщують паралельно діагоналям плану з кроком 6–12 м.

Опорне кільце розташовують так, щоб при падінні тиску повітря під оболонкою, оболонка не досягла 2–3 м до підлоги.

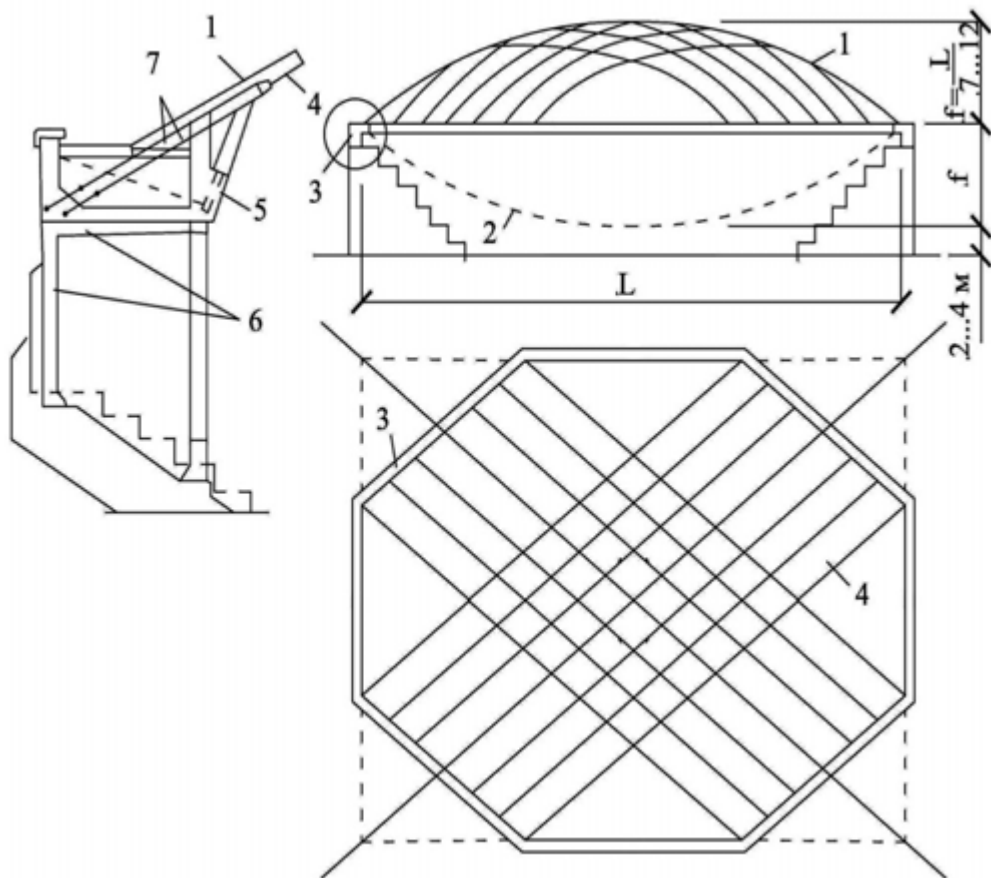


Рис. 13.9. Полога оболонка, яка чинить опір повітря та підсилена перехресними канатами:

- 1 – обрис оболонки при експлуатації; 2 – обрис оболонки, що провисла; 3 – опорний контур; 4 – канати; 5 – балка;
- 6 – металева рама; 7 – елементи анкерів канату

### 13.6. Пневматичні конструкції, що несуть повітря

До пневматичних конструкцій, які несуть повітря відносять м'які оболонки, несуча здатність яких забезпечується попереднім напруженням, утвореним тиском повітря в замкненому об'ємі окремих елементів. До складу пневматичних конструкцій, які несуть повітря відносяться стрижні (стійки, балки, арки, рами) (рис. 13.10) або панелі склепінь і куполів.

Пневматичні арки бувають двох типів: низького і високого тиску. Арки низького тиску (40–100 *кПа*) виконують у вигляді набору коротких циліндричних оболонок із рулонних матеріалів. Діаметр перерізу арки  $\left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{10}\right)$  радіусу кривизни осі. Арки високого тиску (до 700 *кПа*) роблять із прорізинених або оснащених камерами щільнотканих рукавів. Діаметр перерізу приймається в межах  $\left(\frac{1}{25} \dots \frac{1}{35}\right)$  радіусу кривизни осі.

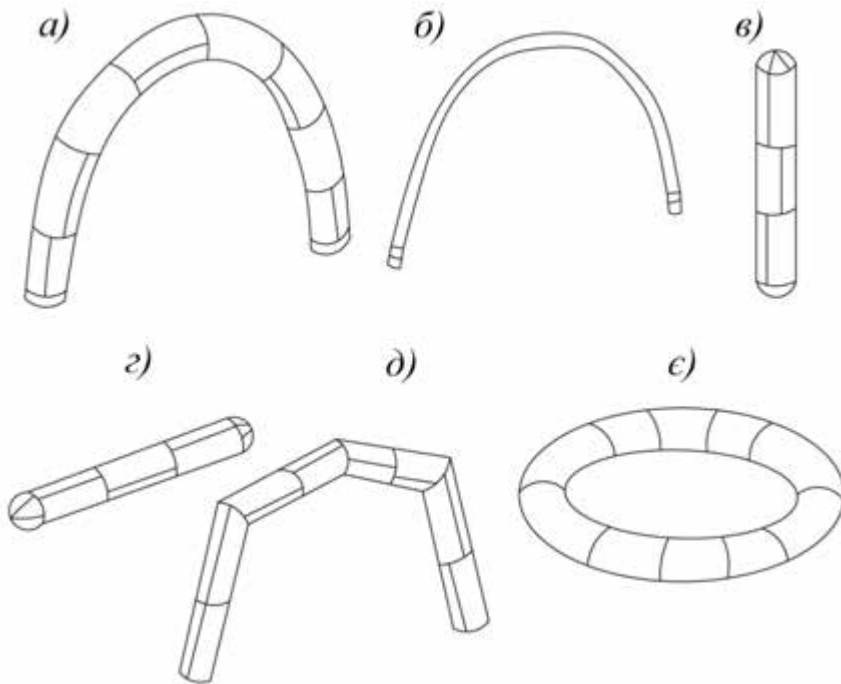


Рис. 13.10. Пневмострижневі конструкції:  
*a* – арка низького тиску; *б* – арка високого тиску;  
*в* – стійка; *г* – балка; *д* – рама; *е* – кільце (тор)

Пневматичні арки використовують, як несучі елементи просторового каркасу склепіння або тентової споруди (рис. 13.11).

Пневматичні панелі – конструкції з двох полотнищ, з'єднаних між собою лінійними або точеними стежками та утворюють склепіння або купольні покриття. Пневматичні панелі бувають ортотропні та ізотропні (рис. 13.12). Ортотропні панелі (рис. 13.12, *a–d*) виготовляють із матеріалу оболонки, що чинять опір повітрю. Ізотропні панелі складаються з двох шарів тканини з'єднаних між собою нитками (2–15 на  $см^2$ ), рис.13.12, *i, e, ж*.

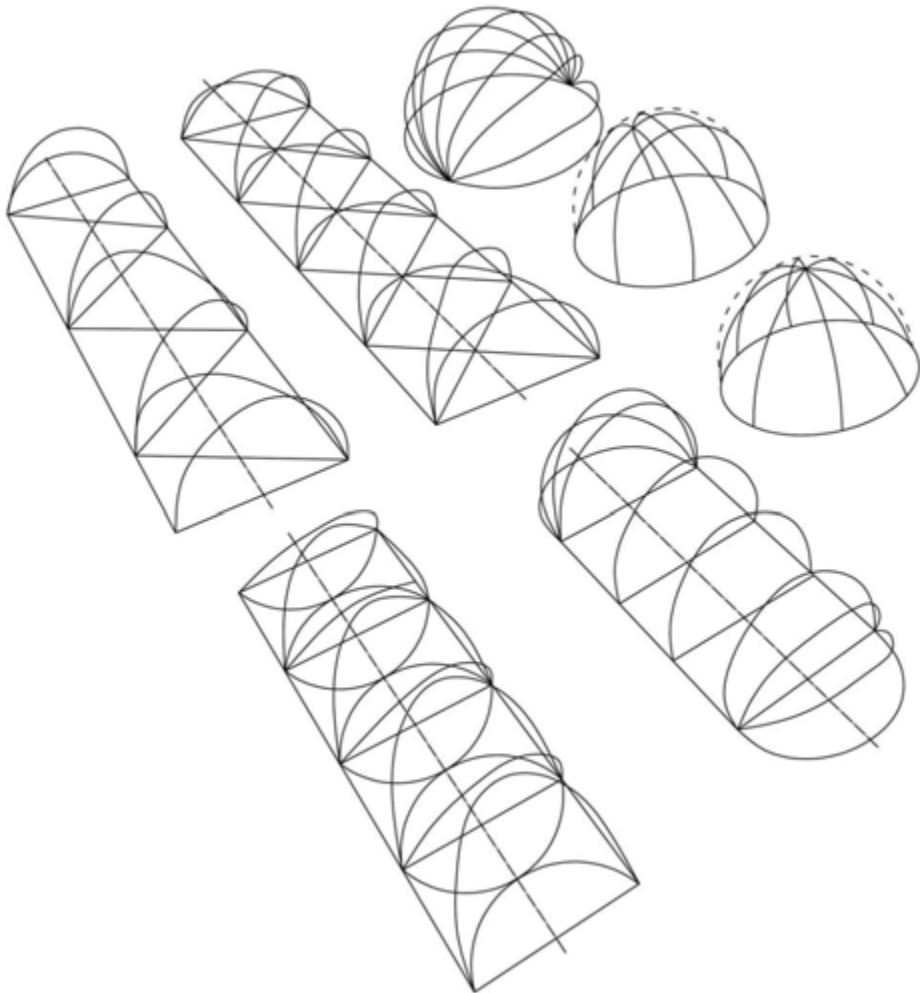


Рис. 13.11. Варіанти каркасів куполів і склепінь зі пневмооболонок

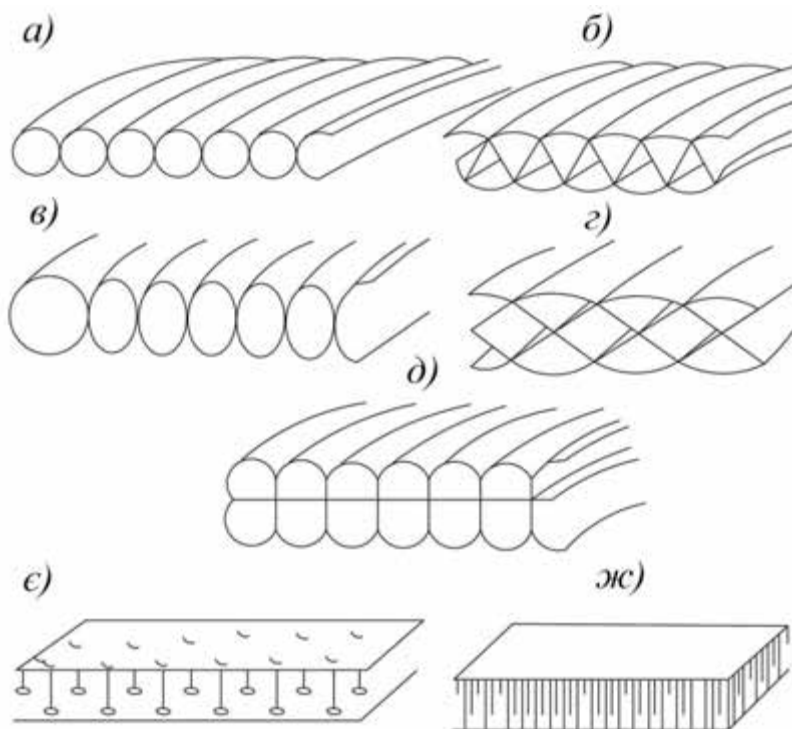


Рис. 13.12. Пневматичні панелі:  
*a – д* – ортотропні; *е – ж* – ізотропні

Тентові покриття в будівництві використовується при прогонах не більше 30 м.

Тентове покриття це попередньо напружена конструкція. Напруження оболонки тенту виконується механічним шляхом і відтягненням кутів, підйомом опорних стійок, протягуванням проміжних точок тенту до землі або відтягненням до верху, викривленням жорсткого опорного контуру та інші способи.

Форма поверхні тенту повинна відповідати двом основним вимогам:

1 – забезпечення рівномірного розподілу натягнення по всій поверхні оболонки;

2 – “жорстка форма” після отримання в оболонці попереднього натягу.

Жорсткість форми поверхні в основному від’ємної гаусової кривини, характерна тим, що центри їх головних кривин розташовані по різні сторони поверхні і тому радіуси

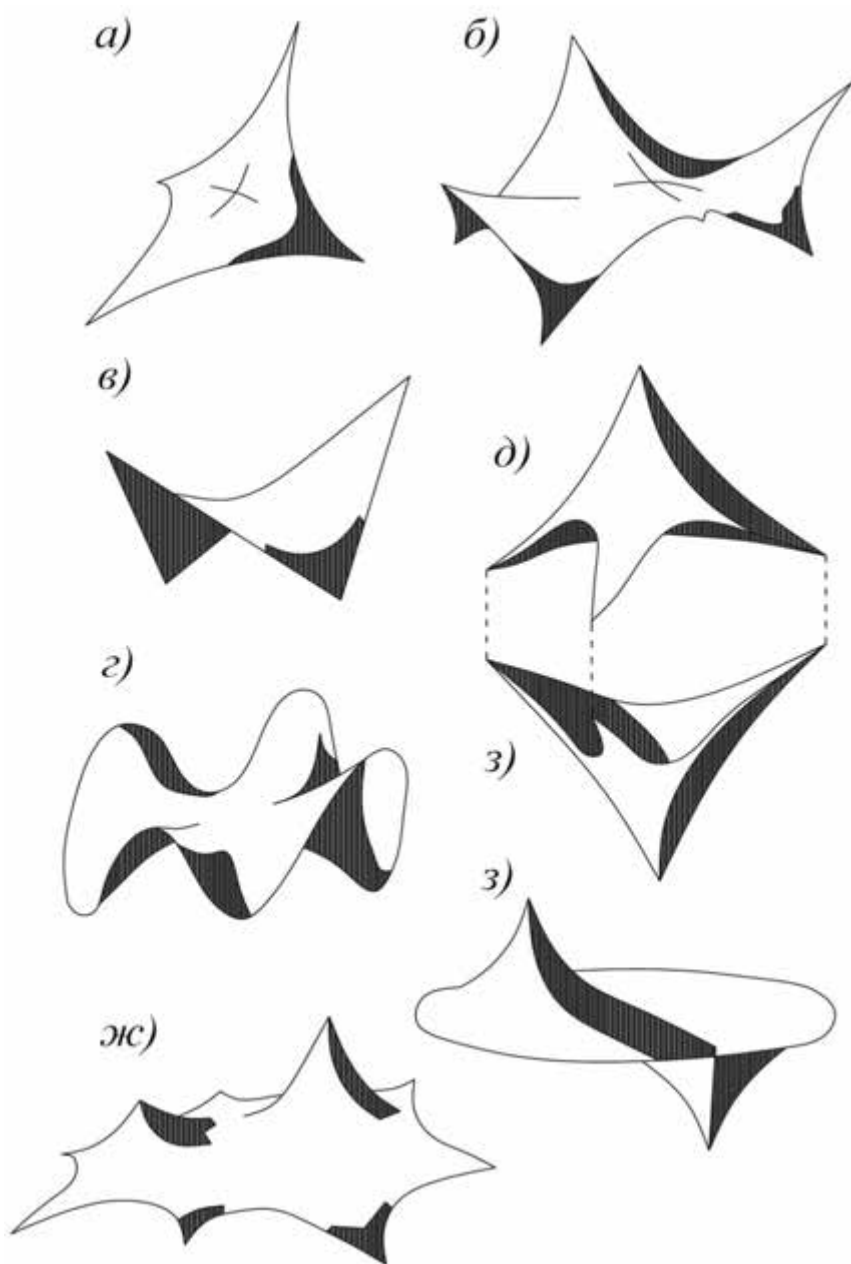


Рис. 13.13. Способи утворення стійкої форми тентових оболонок: *а* – закріплення контуру по чотирьом точкам; *б* – те ж, в декількох точках; *в* – закріплення на жорсткому неплоскому контурі; *г* – те ж, на криволінійному; *д* – виведення внутрішньоконтурних точок на площину контура до верху; *е* – те саме, до низу; *ж* – те саме, в одну сторону; *з* – те саме, в різні сторони

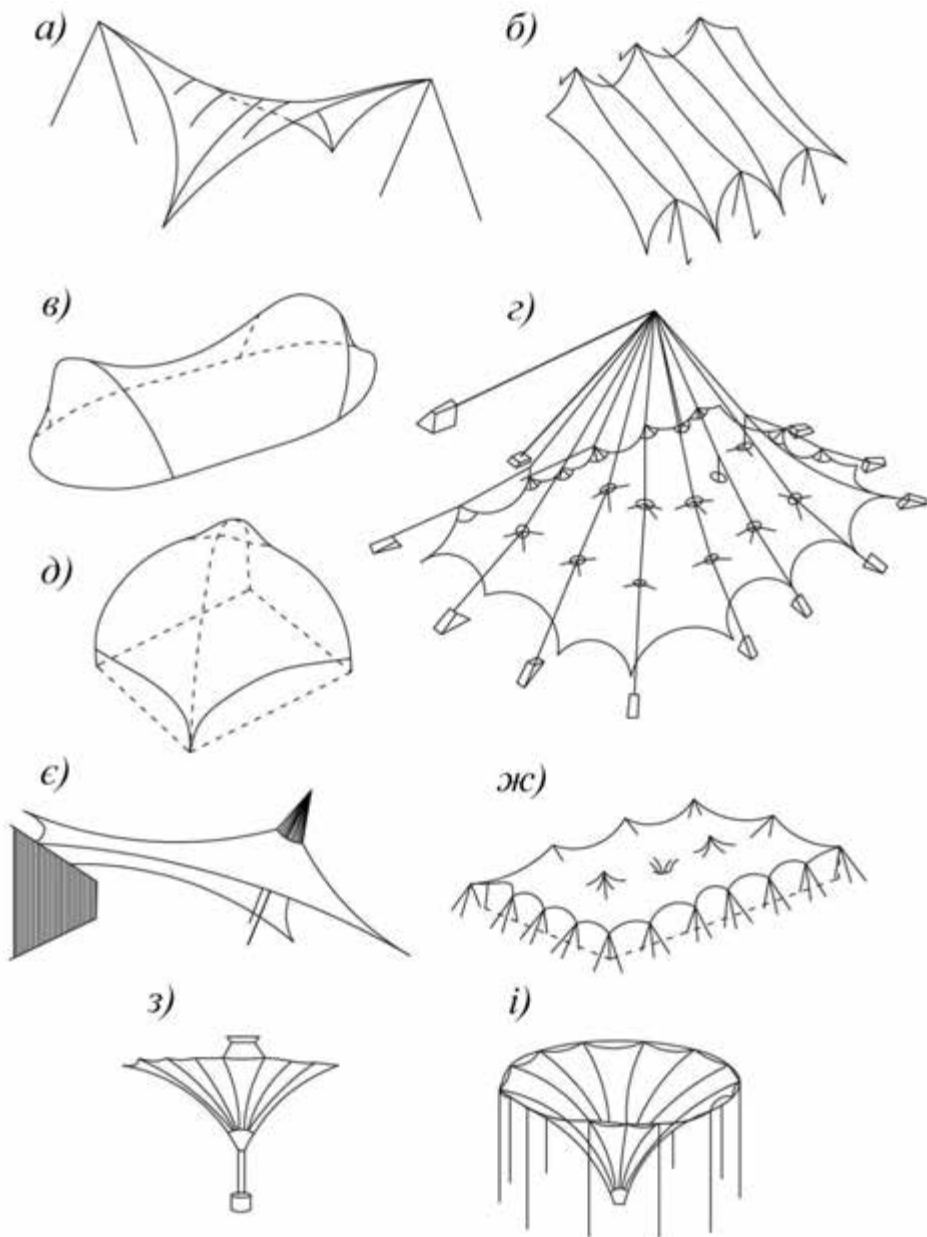


Рис. 13.14. Приклади конструктивних рішень  
тентових покриттів

такої кривини мають різні знаки. Принцип формоутворення тентових оболонок реалізується в двох випадках:

- вихідні умови задають тільки контур оболонки;
- вихідні умови крім контуру визначають положенням деяких внутрішніх точок.

Конструктивно це досягається **чотирма способами** (два до першого і два до другого випадку).

*Перший спосіб* – забезпечення форм оболонки закріпленням окремих точок контуру в різних рівнях (рис. 13.13, а, б) при гнучкому контурі.

*Другий спосіб* – закріплення оболонки на криволінійному або гнучко-жорсткому, не плоскому контурі (рис. 13.13, в, г).

*Третій і четвертий способи* – форма стійкості тенту забезпечується виведенням внутрішньоконтурних точок з умовної площини фіксованих точок контуру.

У межах однієї оболонки обидва способи можуть бути реалізовані одночасно (рис. 13.13, д–з).

Приклади тентових покриттів за способом утворення стійкої форми показані на рис. 13.14.

### ***Питання до обговорення та самоперевірки до розділу 13***

1. Охарактеризуйте принципи роботи пневматичних конструкцій, які чинять опір повітрю. Наведіть відповідний приклад.

2. Яким чином класифікуються пневматичні конструкції?

3. Обґрунтуйте поняття «пневматичні лінзи». Охарактеризуйте характер статичної роботи та вимоги до матеріалу?

4. Дайте визначення та приклад складених оболонок.

5. Які навантаження враховуються при розрахунках пневматичних споруд типу опору повітря?

6. Наведіть приклад заводських швів з'єднання пневматичних конструкцій.

7. Наведіть приклад з'єднання монтажних швів пневматичних конструкцій.

8. Наведіть приклад кріплення опорного контуру для пневматичних конструкцій.

9. Наведіть приклад розташування вузлів з'єднання м'яких оболонок.

10. Дайте визначення оболонки підсилених канатами та сітками. На які групи вони поділяються?

11. Дайте приклад пологих оболонки, що чинять опір повітря, підсилених перехресними канатами.

12. Дайте визначення пневматичним конструкціям, які несуть повітря та наведіть їх приклад.

13. Надати приклад варіантів каркасів куполів та склепін з пневматичних оболонки.

14. Обґрунтуйте поняття «пневматичних панелей». Наведіть класифікацію та охарактеризуйте їхні відмінності.

15. Обґрунтуйте поняття «тентового покриття». Наведіть вимоги, яким вони відповідають.

16. Наведіть приклад конструктивних рішень тентових покриттів.

17. Охарактеризуйте способи утворення тентових оболонки.

## ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У навчальному посібнику використано терміни, які встановлені у перерахованих нормативних документах та конструктивні елементи будівель:

**Аркбутан** – зовнішня підпірна кам'яна арка, яка передає розпір склепіння на зовнішні опори – контрфорси. Відноситься до характерного елемента готичної архітектури.

**Автовокзал, автомобільний вокзал** – комплекс будівель і споруд для обслуговування пасажирів на вузлових місцях шляхів. У будівлі автовокзалу розміщуються каси, зали відпочинку пасажирів, диспетчерська, камери схову речей, кафе, кімната відпочинку водіїв та інше.

**Амбулаторія** – невеликий будинок, звичайно в сільській місцевості, на підприємствах тощо, призначений для розміщення лікувально-профілактичної установи, де подається допомога хворим з основних видів лікування (терапія, хірургія, акушерство, педіатрія).

**Арматура конструкцій** – елемент конструкцій у вигляді окремих стержнів. Зварна або в'язана у вигляді каркасів, сіток, хомутів. Арматура буває з металу, пластмаси, скловолокна. Використовують у виготовленні будівельних конструкцій і деталей.

**Атріум, атрій** – 1) приміщення з верхнім освітленням у давньоримському житлі.

2) Внутрішній двір з басейном (імплувій) у центрі та отвором (комплувій) у покрівлі або перекритті над ним для стікання дощової води.

**Балка** – суцільний або складовий конструктивний елемент у вигляді бруса, звичайно в перерізі призматичної форми, який застосовують для перекриття приміщень. Залежно від кількості підпор розрізняють балки однопрогонові, багатопрогонові, консольні, розрізні, замуровані кінцями тощо. У перерізі вони бувають прямокутні, таврові, коробчасті та інші.

**Балкон** – огорожений майданчик, що виступає зі стіни на фасаді або в інтер'єрі будівлі. Огорожа буває суцільною, ґратчастою, у вигляді балюстради. У театральних і

кіноконцертних залах на балконах влаштовують місця для глядачів.

**Басейн спортивний** – споруда, призначена для обслуговування спортсменів під час спортивних змагань і тренувань з плавання. У будівлі розміщаються ванни: для плавання і водного поло (50х21 м, глибиною 1,8–2,3 м), стрибків з трампліна і вишки (18–20 х 14–21 м, глибиною 3,5–5,5 м), а також для навчання плаванню. Крім того, передбачаються різні приміщення для обслуговування спортсменів і відвідувачів.

**Гараж** – окрема будівля або комплекс будівель та різних споруд для зберігання, технічного обслуговування, ремонту транспортних засобів (автомобілів, тракторів, самохідних машин тощо).

**Гратчасті конструкції** – у будівництві будинків та споруд несучі конструкції (ферми, колони, рами, арки та ін.) із сталі, залізобетону, дерева, композиційних матеріалів, утворені прямолінійними стержнями, які скріплені вузловими з'єднаннями (з використанням болтів, заклепок, електрозварювання).

**Готель** – будинок для обслуговування і короткочасного проживання приїжджих. Найзначнішу частину займають номери для проживання; громадська частина вміщує приміщення обслуговування, підприємства харчування, інколи глядацький зал та ряд приміщень службового призначення.

**Імпост** – 1) архітектурна деталь, тяга у вигляді карниза, яка відділяла арку від підпори (стовпа або стіни). Імпост був підпорою для п'яти арки і

передавав навантаження на нижче розміщену стіну, колону, капітель.

2) Вертикальний елемент, що розділяє віконний або дверний проріз.

**Індустріалізація будівництва** – напрям технічного прогресу, який характеризується перетворенням будівельного виробництва на механізований потоковий процес зведення споруд з великих деталей і конструкцій.

**Каркас будівлі** – основна несуча конструкція споруди, яка складається з вертикальних стояків – підпор (у вигляді колон, пілонів, коротких несучих стін) і горизонтальних ригелів, балок, прогонів, ферм та ін. конструктивних елементів, що спираються на них. Каркас сприймає основне навантаження і забезпечує міцність і стійкість споруди. Виконується в основному з залізобетонних або металевих конструкцій.

**Контрфорс** – вертикальна поперечна стінка, виступ на стіні, що протидіє розпору і укріплює основну несучу конструкцію.

**Коридорний житловий будинок** – будівля, в якій житлові квартири розташовані з боків коридора, що пов'язує їх з вертикальними комунікаціями, тобто зі сходами або ліфтами.

**Косоур** – похило розташована балка, що з'єднує сходові площадки і на якій закріплюються сходи.

**Незадимлювана сходова клітка** – сходова клітка з інженерними або конструктивними рішеннями, що не дають можливість потрапляння продуктів горіння при пожежі.

**Нервюра** – арка з витесаних клинчастих каменів, що укріплюють склепіння. В архітектурі готичних храмів нервюри утворюють каркас склепінь, якими перекриваються нефи.

**Опорний пожежний пункт** – приміщення для зберігання засобів захисту необхідних при ліквідації пожежі.

**Палац спорту** – архітектурна будівля для змагань і тренувань спортсменів з різних видів спорту, а також для видовищних і громадсько-масових заходів. Комплекс палацу спорту включає основний спортивний зал з місцями для глядачів і ряд обслуговуючих і службових приміщень.

**Пандус** – полого площина, що замінює сходи всередині або ззовні споруди (будівлі). Пандуси використовують для руху пішоходів, для в'їзду або виїзду автомобілів у багатоповерхових гаражах та ін. Нахил пандуса – від 1/6 до 1/8.

**Пандативи, паруси** – в архітектурних спорудах конструкція трикутного обрису, яка забезпечує перехід від прямокутної основи до купольного покриття будівлі.

**Пасаж** – тип будівлі, в якому робочі приміщення влаштовані ярусами з боків просторого проходу із застакеним покриттям. До цього проходу приєднуються ярусні галереї. Будівлі типу пасажу широко використовують для розміщення торговельних підприємств, офісних будівель та інше.

**Противопожежна відстань** – нормована відстань між будинками для запобігання пожежі.

**Противопожежний відсік** – частина будинку що відокремлюється від інших частин з метою нерозповсюдження пожежі.

**Противопожежна секція** – частина противопожежного відсіку.

**Противопожежний тамбур-шлюз** – об'ємний елемент частини приміщення, відокремлений від інших приміщень та розташований в місцях входу(виходу) з приміщення. Призначений для запобігання пожежі.

**Розпалубка** – частина циліндричної поверхні склепіння, яка має вигляд звищеного трикутника. Утворюється розпалубка шляхом перетину двох циліндричних склепінь; нерв'юрами готичного хрестового склепіння.

**Суцільна будівельна конструкція** – будівельна конструкція без прорізів.

**Умовна висота будинку** – висота, що визначається різницею позначок найнижчого рівня проїзду пожежних автодрабин і підлоги верхнього поверху без урахування верхніх технічних поверхів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вінник О.М. Господарське право : навч. посіб. – 2-ге вид., змін та доп. – К. : Всеукраїнська асоціація видавців «Правова єдність», 2008. – 766 с.

2. Лівіцька А. Останні зміни законодавства України у сфері будівництва : електронний ресурс. Доступ до ресурсу : URL <https://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/ostanni-zminy-zakonodavstva-ukrayiny-u-sferi-budivnytstva.html> //

3. Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі : підручник / П.М. Куліков, В.О Плоський, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.

4. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ / [С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. ]. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

5. Плоський В.О. Архітектура будівель і споруд. Книга 4. Технічна експлуатація та реконструкція будівель: підручник-довідник / [В.О. Плоський та ін.]. – Кам'янець-подільський: Рута, 2018. – 750 с.

6. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВСН) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд : ДБН А.2.2–1–2003. – [Введені в дію з 2004–04–01]. – К. : Держбуд України, 2004. – 21 с. – (Державні будівельні норми України).

7. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2–3–2014. – [Введені в дію з 2014–10–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

8. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014–10–01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Державні будівельні норми України).

9. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід об'єктів : ДБН В.1.2–5:2007. – [Введені в дію з 2008–01–01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2007. – 13 с. – (Державні будівельні норми України).

10. Навантаження та впливи: норми проектування : ДБН В.1.2–2:2006. – [Введені у дію з 2007–01–01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

11. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони) : ДБН В.1.2–4:2019. – [Введені у дію з 2019–08–01]. – К. : Мінрегіон України, 2019. – (Державні будівельні норми України).

12. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний від 2016–31–10]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 61 с. – (Державні будівельні норми України).

13. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2019. – 492 с.

14. Основні вимоги до проектної та робочої документації. Система проектної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4–4:2009. – [Чинний від 2009–24–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 47 с. – (Державні будівельні норми України).

15. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проектної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4–7:2009. – [Чинний від 2009–24–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

16. Модульна координація розмірів у будівництві. Загальні положення : ДСТУ Б.В.1.3–3:2011. – [Чинний від 2012–30–12]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 16 с. – (Державні будівельні норми України).

17. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : ДБН Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення – [Чинний від 2019–12–01]. – К. : Мінрегіон України, 2019. – 42 с. – (Державні будівельні норми України).

18. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди : ДБН В.2.2–9:2018. – [Чинний від 2019–06–01]. – К. : Мінрегіон України, 2019. – 47 с. – (Державні будівельні норми України).

19. Кащенко Т.О. Енергоефективний індивідуальний житловий будинок : навч. пос. / Т.О. Кащенко, О.М. Малишев та ін. – К. : Фенікс, 2021. – 116 с.

20. Барабаш М.С. Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій : навч. посібник / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко. – К. : НАУ, 2012. – 572 с.

21. Плоский В.О. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки : підручник / А.О. Плоский, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2014. – 617 с.

22. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні умови : ДСТУ Б В.2.6–145:2010. – [Введені в дію з 2010–10–26]. – К. : Держбуд України, 2010. – 77 с. – (Національний стандарт України).

23. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2022. – 27 с. – (Державні будівельні норми України).

24. Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012–12–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).

25. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

26. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

27. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.

28. Офіційний патентний бюлетень України «Промислова власність» 1993–2007рр. – Доступ до ресурсу: URL <https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-ip>

29. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. /

Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

30. Бакулін Є.А. Визначення вітрових навантажень висотних будівель в умовах щільної міської забудови / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК – 2016. – Вип. 254. – С. 329–337.

31. Бакулін Є.А. Наслідки руйнування та надання комплексної оцінки можливості подальшої експлуатації будівлі корівника у смт. Немішаєво / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко // Збірник тез доповідей XXI Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування конструювання та дизайн» (25–26 березня 2021 р.), – К. : НУБіП України, 2021. – С. 67–69.

32. Бакулін Є.А. Принципи планування житлової забудови в сучасних умовах міст / Є.А. Бакулін, А.Л. Білецький // Зб. тез доп. XXII Міжнар. онлайн-конф. наук.-пед. прац., наук. співробітн. та аспір. «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 квітня 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України. – С. 79–82.

33. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.

34. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологія будівельного виробництва», підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за

спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад. Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.

35. Бакулін Є.А. Збереження архітектурної виразності при реконструкції міст в сучасних соціально-економічних умовах / Є.А. Бакулін, А.М. Боярчук // Зб. тез доп. XXII Міжнар. онлайн-конф. наук.-пед. прац., наук. співробітн. та аспір. «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 квітня 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України. – С. 62–65.

36. Бакулін Є.А. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 1 : Досвід проектування, будівництва та експлуатації : монографія / Є.А. Бакулін, В.М. Першаков, А.О. Белятинський, В.М. Бакуліна. – К. : НАУ, 2016. – 103с.

37. Бакулін Є.А. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 2: Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню : монографія / Є.А. Бакулін, В.М. Першаков, А.О. Белятинський. – К.: НАУ, 2017. – 261 с.

38. Бакулін Є.А. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 3: Конструктивні схеми та особливості об'ємно-просторових структур висотних будівель : монографія / Є.А. Бакулін, В.М. Першаков, А.О. Белятинський. – К. : НАУ, 2018. – 139 с.

39. Бакулін Є.А. Результати аналізу причин руйнування сталевих ферм покриття конверторного цеху / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, Є.А. Дмитренко, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей 9-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (17–19 листопада, 2021 р., м. Харків). – Харків, УкрДУЗТ, 2021. – С. 87–88.

40. Бакулін Є.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування / Є.А.

Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph. – Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – Р. 1–43. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-1>

41. Бакулін Є.А. Вертикальні в'язі каркасних будівель в сейсмічно активних зонах / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2017. – Вип. 258. – С. 117–131.

42. Барабаш М.С. Визначення напружено-деформованого стану та міцності пошкоджених несучих конструкцій інструментами ПК «ЛІРА-САПР» / М.С. Барабаш, Н.О. Костира, А.В. Томашевський // Український журнал будівництва та архітектури. – 2022. – № 1(007). – С. 7–14. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.7.827>

42. Барабаш М.С. Напружено-деформований стан конструкцій з урахуванням категорії технічного стану будівлі та зміни інтенсивності сейсмічного навантаження / М.С. Барабаш, Н.О. Костира, Я.В. Башинський, Б.Ю. Писаревський // Проблеми розвитку міського середовища : наук.-техн. збірник. – К. : НАУ, 2020. – Вип. 1(24). – С.11-22.

44. Дмитренко Є. А. Особливості розрахунку міцності нормальних перерізів згинальних залізобетонних конструкцій за методом Вуда в ПК «ЛІРА САПР» / Є. А. Дмитренко, Ю. В. Гензерський, І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін // Український журнал будівництва та архітектури : науково-практичний журнал. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2021. – № 5 (005). – С. 41–49. <http://uaajcea.pgasa.dp.ua/issue/view/15004>

45. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження об'єктів прилеглих до існуючої забудови / Н.О. Костира, В.М. Бакуліна // Будівельні конструкції. Теорія і практика. КНУБА. – 2023. – № 12. – С. 105–114. URL: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>

46. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження та паспортизації прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва / Н.О. Костира, О.М. Малишев, В.М. Бакуліна // Machinery &

Energetics. Journal of Rural Production Research. – 2019. – Vol. 10. – № 1. – С. 165–169. URL: <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.01.165-16>

47. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с. <http://dglip.nubip.edu.ua/handle/123456789/9716>

48. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

49. Першаков В.М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина 1: Досвід проектування, будівництва та експлуатації: монографія / В.М. Першаков, А.О. Белятинський, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна. – К.: НАУ, 2016. – 103с.

50. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України ( 24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

51. Яковенко І. А. Експериментальні дослідження міцності і тріщиностійкості у залізобетонних складених конструкціях / І. А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 319–328.

52. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей XIX міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових

співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.

53. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів: мет. реком. до виконання РГР. – К. : НАУ, 2013. – 50 с.

54. Bakulin Ye.A. Calculation methods of retaining walls / Ye.A. Bakulin, V.M. Bakulina, N.O. Kostyra // Machinery & Energetics. – 2017. – Vol. 262. – P. 72–87.

55. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – К.: NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

56. Barabash M.S., Kostyra N.O., Pysarevskiy B.Y. Strength-strain state of the structures with consideration of the technical condition and changes in intensity of seismic loads IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. № 708. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/708/1/012044>

57. Dmytrenko E.A., Yakovenko I.A., Fesenko O.A. (2021). Strength of excentrically tensioned reinforced concrete structures with small eccentricities by normal sections // Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2021), 30 (3), 424–438. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.3.36>

58. Dmytrenko Ye. A., Genzerskiy Yu. V., Yakovenko I.A., Bakulin Ye. A. Strength Calculation of Normal Cross-Sections of Reinforced Concrete Structures at Flat Bending by the Wood-Armer Method in SP "LIRA SAPR". In: Awrejcewicz J., Danishevskyy Vl., Markert B., Novomlynets O., Savytskyi M., Tereshchuk O., Unčík St. (eds) XIX International Scientific and Practical Conference «*Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture*». AIP Conference Proceedings. 2678, 020006. – 2023. – Issue 1. – 9 p. <https://doi.org/10.1063/5.0118680>

59. Emelyanov, S., Nemchinov, Y., Kolchunov, V. & Yakovenko, I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. Enfoque UTE, 7(2), pp. 120 – 134.

60. Kolchunov V.I., Yakovenko I.A. About the violation solid effect of reinforced concrete in reconstruction design of textile industry enterprises / V.I. Kolchunov, I.A. Yakovenko // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* – 2016 – №3(363). – P. 258–263. URL : <https://www.researchgate.net/publication/316687268>

61. Kolchunov V.I. On the use of the hypothesis of flat sections in reinforced concrete / V.I. Kolchunov, I.A. Yakovenko // *Building and Reconstruction*. – 2011. – №6(38). – P. 16–23. URL : <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/52682>

62. Pershakov V. Structural designs of multi-storey buildings / V. Pershakov, Y. Bakulin, S. Bilyk, O. Pylypenko // *Proceedings of the National Aviation University*. – 2019. – №4. –P. 34-44.

63. Pershakov V. Structural systems of high-rise buildings / V.Pershakov, Y. Bakulin, S. Bilyk, O. Pylypenko // *Proceedings of the National Aviation University*. – 2020. – №2. –P. 54-62. URL: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.83.14644>

64. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // *Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96.* <https://doi.org/10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II>

65. Yakovenko I., Dmytrenko Y., Bakulina V. (2022). Construction of Analytical Coupling Model in Reinforced Concrete Structures in the Presence of Discrete Cracks. In: Bieliatynskyi A., Breskich V. (eds) *Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME)*. Springer, Cham. – 2022. – P.107–120. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_10)

66. Yakovenko I.A. Influence of reinforcement parameters on the width of crack opening in reinforced concrete structures / I.A. Yakovenko, Ye.A. Dmytrenko // *Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph*. – Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – P. 510–536. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-18>

**Навчальне видання**

**Бакулін Євгеній Анатолійович  
Бакуліна Валентина Михайлівна  
Костира Наталія Олександрівна**

# **ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВІ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Підписано до друку 11.04.24    Формат 60x84\16  
Ум. друк. арк. 15,4    Наклад 100 прим.    Зам. № 240219

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 4097 від 17.06.2011