

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Г. В. Гетун

АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ ТА ПЛАНУВАННЯ МІСТ

У трьох частинах

Частина 1

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво
та цивільна інженерія»

Київ 2025

УДК 725

Г57

Рецензент Г. М. Іванченко, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні навчально-методичної ради
КНУБА, протокол № 5 від 27 лютого 2025 року.*

Гетун Г. В.

Г57 Архітектура будівель та планування міст: конспект лекцій: у 3-х частинах. Частина 1 / Г. В. Гетун. – Київ : КНУБА, 2025. – 240 с.

Розглянуті основні положення з проектування будівель – їхні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення. Наведено класифікацію будівель і споруд, їхніх будівельних і конструктивних систем. Визначено вимоги та класи відповідальності будівель. Викладено нормативно-технічні основи проектування будівель. Висвітлено особливості проектування конструкцій будівель – фундаментів, стін, вікон, перекриттів, підлог, сходів, покриттів і покрівель.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія».

УДК 725

© Г. В. Гетун, 2025

© КНУБА, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Лекція 1. Загальні відомості про будівлі та споруди. Будівлі та їхні елементи, основні поняття та визначення, класифікація ...	6
1.1. Класифікація будівель та інженерних споруд	6
1.2. Структурні частини будівель	15
1.3. Класифікація будівельних систем будівель	26
1.4. Класифікація конструктивних систем будівель	35
Лекція 2. Вимоги до будівель. Основні положення розрахунків конструкцій. Класи відповідальності будівель та основи їх проєктування	46
2.1. Основні вимоги до будівель та їх елементів	46
2.2. Основні положення розрахунків будівельних конструкцій. Навантаження і впливи на будівлі та споруди	55
2.3. Класи наслідків (відповідальності) об'єктів, категорії відповідальності конструкцій та їх елементів, строки експлуатації	66
2.4. Нормативно-технічні основи проєктування будівель. Модульна координація розмірів у будівництві	71
Лекція 3. Основи і фундаменти будівель	84
3.1. Фундаменти	84
3.2.	Грунти 86
3.3. Основи будівель та споруд	87
3.4. Класифікація фундаментів	92
3.5. Фундаменти будівель неглибокого закладання і заглиблені стрічкові фундаменти	96
3.6. Фундаменти будівель глибокого закладання	107

Лекція	4.	Несучі	стіни	будівель	117
.....					
	4.1.	Загальні положення			117
	4.2.	Зовнішні стіни та загальні принципи їх проектування			122
	4.3.	Муровані кам'яні стіни будівель			126
	4.4.	Елементи мурованих кам'яних стін			146
	4.5.	Вікна і балконні двері.....			155
Лекція	5.	Перекриття,	підлоги	та сходи	будівель
.....					
	5.1.	Перекриття.	Загальні	відомості	164
.....					
	5.2.	Дерев'яні перекриття			166
	5.3.	Перекриття по залізобетонних і сталевих балках			173
	5.4.	Збірно-монолітні перекриття.....			175
	5.5.	Монолітні перекриття			177
	5.6.	Збірні залізобетонні перекриття			180
	5.7.	Підлоги			181
	5.8.	Сходи			190
Лекція	6.	Покриття та покрівлі будівель			200
	6.1.	Загальні відомості			200
	6.2.	Конструктивні рішення похилих покриттів			206
	6.3.	Приставні крокви			206
	6.4.	Висячі крокви			211
	6.3.	Покрівлі			214
	Запитання для самоконтролю				235
	Список використаної літератури				236

ВСТУП

Мета вивчення дисципліни «Архітектура будівель та планування міст» полягає у набутті студентами компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю, формування у студентів бази знань і практичних навичок для проєктування будівель, а також системного зв'язку функціональних, об'ємно-планувальних, конструктивних і естетичних вимог архітектури з технологією будівництва.

Основні завдання, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни – теоретична та практична підготовка студентів з таких питань: основні положення проєктування будівель, їхніх об'ємно-планувальних і конструктивних рішень; архітектурна кліматологія, кліматичне районування території України, санітарно-гігієнічні вимоги до приміщень будівель, теплової ізоляції будівель і теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій; планувальна структура міст, її типи й елементи; історія світової архітектури та будівництва; архітектурно-конструктивні вирішення будівель.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- загальні відомості про функціональне призначення будівель та особливості їхніх об'ємно-планувальних рішень;
- загальні вимоги до будівель та правила модульної координації їхніх об'ємно-планувальних параметрів;
- фізико-технічні та технологічні основи будівництва і проблеми енергозбереження;
- сучасні тенденції у розробленні й удосконаленні будівельних і конструктивних систем будівель та їхніх конструктивних елементів;
- поняття про структуру міста та його функціональне зонування;
- історію світової архітектури та будівництва;

вміти:

- обґрунтовано обирати раціональні конструктивні та будівельні системи будівель;
- розробляти варіанти конструктивних рішень будівель і порівнювати їх за певними критеріями раціональності й економічності;
- обирати несучі та огорожувальні конструкції будівель;
- розробляти архітектурно-конструктивні рішення будівель;
- виконувати архітектурно-будівельні креслення згідно з чинними в Україні вимогами ДБН та ДСТУ.

Лекція 1

Загальні відомості про будівлі та споруди. Будівлі та їхні елементи, основні поняття та визначення, класифікація

1.1. Класифікація будівель та інженерних споруд

В Україні, як і країнах Євросоюзу, у проектуванні та реконструкції будівель та споруд відповідно до *НК 018-2023 «Класифікатора будівель та споруд»* [19] основними є поняття про споруди, будівлі, будинки та інженерні споруди.

Споруди – це будівельні системи, пов'язані із землею, створені з будівельних матеріалів, напівфабрикатів за допомогою устаткування й обладнання в процесі виконання різноманітних будівельних робіт. Згідно з *НК 018-2023* виокремлюють **будівлі** та **інженерні споруди**, які в свою чергу поділяються на підрозділи, групи, класи і підкласи.

Будівлі – це споруди, що складаються з несучих, огорожувальних і сполучених конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення для проживання або перебування людей, розміщення устаткування, тварин, рослин, а також предметів. Будівлі безпосередньо пов'язані з життям і трудовою діяльністю людини та мають внутрішній простір. Будівлі, призначені для проживання людей, називають **житловими будинками**, а будівлі для іншого перебування людей (трудової діяльності, відпочинку, навчання, лікування тощо) – **нежитловими будівлями**.

Інженерні споруди – це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні структури, що складаються з несучих та в деяких випадках огорожувальних і сполучених конструкцій та призначені для виконання виробничих процесів різних видів: розміщення устаткування, матеріалів і виробів, для тимчасового перебування і пересування людей, транспортних засобів, вантажів, переміщення рідких і газоподібних продуктів тощо.

Загальну класифікацію житлових будинків за *НК 018-2000 «Класифікатор будівель та споруд»* [19] наведено у табл. 1.1.

Житлові будинки за призначенням поділяють на три групи:

1 – **одноквартирні**, до яких належать *будинки одноквартирні масової забудови, одноквартирні підвищеної комфортності (особняки), будинки садибного типу, дачі, садові та інші будівлі для тимчасового проживання;*

2 – з двома та більшою кількістю квартир, які поділяють на два класи: 1) **будинки з двома квартирами**, які являють собою *відокремлені,*

зблоковані та терасні будинки, які не мають окремого входу з вулиці; їх поділяють на два підкласи: будинки двоквартирні масової забудови і котеджі та будинки двоквартирні підвищеної комфортності; 2) будинки з трьома та більше квартирами, які поділяють на два підкласи: багатоквартирні масової забудови, багатоквартирні підвищеної комфортності;

Таблиця 1.1

Загальна класифікація груп, класів і підкласів житлових будинків

Одно-квартирні	З двома та більше квартирами		Для колективного проживання	
	З двома квартирами, що не мають власного входу з вулиці			З трьома та більше квартирами
	Відокремлені	Зблоковані, терасні		
Масової забудови				
Котеджі та будинки одноквартирні підвищеної комфортності				
Садбного типу				
Дачні та садові				
Масової забудови				
Підвищеної комфортності				
Масової забудови				
Підвищеної комфортності				
Багатоквартирні масової забудови				
Багатоквартирні підвищеної комфортності, індивідуальні				
Гуртожитки для студентів і учнів навчальних закладів				
Гуртожитки для робітників і службовців				
Будинки для дітей-сиріт і дітей з інвалідністю				
Будинки для осіб літнього віку				
Будинки для осіб з інвалідністю				
Будинки для інших соціальних груп				
Будинки для біженців				
Притулки для бездомних				

З – житлові будинки для колективного проживання, які поділяють на підкласи: гуртожитки для студентів та учнів навчальних закладів, робітників та службовців, житлові будинки для дітей-сиріт та дітей з інвалідністю, для осіб літнього віку та осіб з інвалідністю, інших

соціальних груп, наприклад, будинки для переміщених осіб, притулки для бездомних тощо.

Класифікацію нежитлових будівель за «Класифікатором будівель та споруд» НК 018-2023 [19] наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Загальна класифікація груп і класів нежитлових будівель

Готельні та подібні	Офісні	Оптовороздрібної торгівлі	Транспорту та зв'язку	Промислові та складські	Громадського дозвілля, освіти, охорони здоров'я та соціального захисту	Нежитлові та інші
Готелі, motel, пансіонати та подібні	Офісні	Торгові центри, універмаги, магазини, зали торгових виставок, криті ринки	Вокзали, аеровокзали, засобів зв'язку та пов'язані з ними	Що використовуються для промислового виробництва	Громадського дозвілля	Нежитлові сільськогосподарські
Інші для короткочасного проживання	Офісні		Гаражі	Резервуари, силоси та склади	Музеї та бібліотеки	Меморіальні та культові
					Заклади освіти і дослідні заклади	Пам'ятки історичні та ті, що охороняються державою не використовуються для інших цілей
					Заклади охорони з здоров'я та соціального захисту населення	Інші, не класифіковані раніше
					Зали спортивні	

Нежитлові будівлі поділяються на сім груп:

1 – готельні та подібні (рис. 1.1, *a*), які поділяють на класи: 1) **будівлі готельні**, куди входять готелі, motel, пансіонати та подібні заклади з надання житла з рестораном або без нього; відокремлені ресторани та бари. Цей клас не включає ресторани в житлових будинках і ресторани в торгових центрах; 2) **інші будівлі короткострокового проживання**, до яких належать будівлі хостелів, дитячих та сімейних таборів відпочинку, гірські притулки, рекреаційні та інші для тимчасового проживання, не класифіковані вище;

2 – офісні для приміщень конторських і адміністративних, в тому числі промислових підприємств, банків, поштових відділень, органів державної влади та місцевого самоврядування (рис. 1.1, *b*). Цей клас включає також конгрес-центри, будівлі органів правосуддя і парламентські будівлі. Цей клас

не охоплює офіси в будівлях, які використовуються переважно для інших цілей;



а



б



в



г



д



е



є



ж



з

Рис. 1.1. Нежитлові будівлі:

a – готель; *b* – офісна; *в* – торговельна; *г* – транспорту і засобів зв'язку (залізничний вокзал); *д* – промислова; *е* – заклад освіти (школа);

3 – оптово-роздрібною торгівлі (сільськогосподарська, виправний заклад, церква) – торгові центри, універмаги, окремі магазини та крамниці, зали для ярмарків, аукціонів, торгових виставок, криті ринки, заклади обслуговування учасників дорожнього руху тощо (рис. 1.1, *в*). Цей клас не включає магазини в будівлях, які призначені для інших цілей;

4 – транспорту та зв'язку (рис. 1.1, *г*), які поділяються на два класи: 1) **електронних комунікацій, станцій, терміналів та пов'язані з ними**, куди входять цивільні та військові аеропорти, залізничні та автобусні станції, морські та річні вокзали, фунікулери та станції канатних доріг; центрів радіо- та телевізійного мовлення, телефонних станцій, телекомунікаційних центрів тощо; ангари для літаків, сигнальні будки, локомотивні та вагонні депо; маяки; вежі управління повітряним рухом; 2) **гаражі**, куди входять гаражі наземні, гаражі підземні, криті автомобільні стоянки; навіси для велосипедів;

5 – промислові та складські, призначені для розміщення виробництв різних видів промисловості, які поділяють на два класи: 1) **промислові будівлі** (рис. 1.1, *д*), що використовуються для промислового виробництва, наприклад, підприємства машинобудування, металообробки, чорної металургії, хімічної та нафтохімічної промисловості, підприємства легкої, харчової, медичної, мікробіологічної промисловості, підприємств лісової, деревообробної та целюлозної промисловості, будівельної індустрії, будівельних матеріалів і виробів скляної та фарфорово-фаянсової промисловості, інших промислових виробництв, включаючи поліграфічне, фабрики, майстерні, бойні, пивоварні тощо; 2) **резервуари, силоси та склади**, куди входять резервуари та ємності, резервуари для нафти і газу, силоси для зерна, цементу та інших сипких матеріалів, холодильники та спеціальні склади, складські майданчики. Цей клас не включає сільськогосподарські силоси та складські будівлі, що використовуються для сільського господарства, водонапірні башти і нафтотермінали;

6 – громадського дозвілля, освіти, охорони здоров'я та соціального захисту (рис. 1, *е*), які поділяють на п'ять класів: 1) **громадського дозвілля**, куди входять театри, кінотеатри, концертні зали тощо; зали засідань і багатоцільові зали для публічних виступів; цирки, казино, ігрові будинки, музичні та танцювальні зали, дискотеки, естради тощо; 2) **музеї та бібліотеки**, які включають музеї та художні галереї, бібліотеки, ресурсні центри; будівлі архівів; 3) **заклади освіти та дослідні**

заклади, які включають будівлі, призначені для дошкільної, середньої, професійно-технічної та спеціальної освіти; заклади вищої освіти, науково-дослідні та лабораторії; будівлі спеціальних шкіл для дітей з фізичними або розумовими вадами; заклади для фахової перепідготовки; будівлі метеорологічних станцій, обсерваторій; 4) **заклади охорони здоров'я та соціального захисту населення**, які включають заклади з надання медичної допомоги хворим та травмованим пацієнтам; санаторії, лікарні тривалого перебування і будівлі з медичним доглядом для людей похилого віку та осіб з інвалідністю, психіатричні лікарні, диспансери, пологові будівлі, реабілітаційні центри матері та дитини; лікарні навчальних закладів, виправних закладів, в'язниць та збройних сил; будівлі термального і соляного лікування, функціональної реабілітації, пункти переливання крові та донорського грудного молока, ветеринарні лікарні тощо; заклади, що надають комбіновані послуги проживання та догляду або медичного обслуговування для людей похилого віку і людей з обмеженими можливостями тощо; 5) **спортивні зали**, які включають будівлі, що використовуються в спортивних цілях (баскетбольні та тенісні зали, плавальні басейни, гімнастичні зали, ковзанки або хокейні арени тощо), які передбачають обладнання для глядачів та учасників;

7 – нежитлові інші (рис. 1.1, *ε*), які поділяються на чотири класи: 1) **нежитлові сільськогосподарські**, які включають будівлі, призначені для сільськогосподарської діяльності, наприклад, корівники, стайні, свинарники, кошари, конюшні, розплідники, промислові курники, зерносховища, ангари та фермерські господарські, погребі, виноробні заводи, винні чани, теплиці, силоси тощо; 2) **меморіальні та культові будівлі**, які включають церкви, каплиці, мечеті, синагоги тощо; цвинтарі та похоронні споруди, ритуальні зали, крематорії; 3) **пам'ятки історичні й такі, що охороняються**, які включають будівлі історичні та такі, що охороняються державою і не використовуються для інших цілей; старовинні руїни, що охороняються державою, археологічні розкопки; статуї та меморіальні, художні та декоративні споруди; 4) **інші будівлі, не класифіковані раніше**, які включають будівлі виправних закладів, в'язниць, слідчих ізоляторів, військових казарм, міліцейських і пожежних служб; такі споруди, як зупинки громадського транспорту, громадські туалети, пральні, лазні тощо.

Загальну класифікацію інженерних споруд за «*Класифікатором будівель та споруд*» НК 018-2023 [19] наведено у табл. 1.3.

Інженерні споруди за призначенням поділяють на чотири групи (табл.1.3 і 1.4):

1 – **транспортна інфраструктура**, яку поділяють на п'ять класів:
 1) **автомобільні дороги загального користування, вулиці та інші дороги**, що поділяються на два підкласи: автомобільні дороги загального користування державного значення і вулиці та інші дороги; 2) **залізниці**, які поділяють на два підкласи: залізниці магістральні та залізниці місцеві; 3) **злітно-посадкові смуги**; 4) **мости, естакади, тунелі та метро**, що діляться на два підкласи: мости та естакади; тунелі й метро; 5) **портові споруди, канали, дамби та інші водні споруди**, які поділяються на три підкласи: портові споруди та судноплавні канали; дамби; акведуки, зрошувальні та осушувальні споруди;

Таблиця 1.3

Загальна класифікація груп, класів і підкласів інженерних споруд

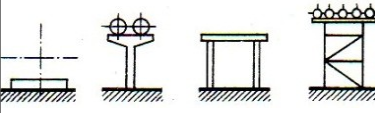
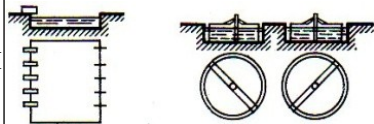
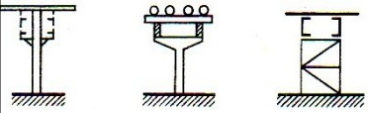
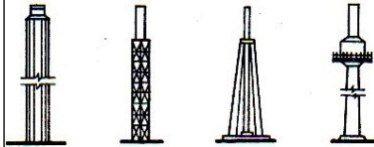
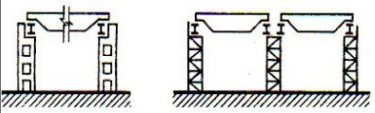
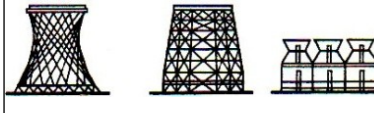
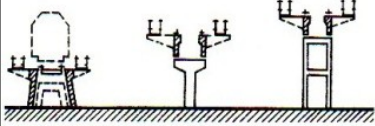
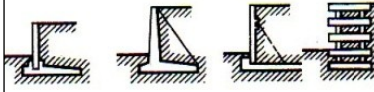
Транспортна інфраструктура			Трубопроводи, лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі		Комплексні споруди промислових об'єктів	Інші інженерні споруди		
Автостради, вулиці та дороги	Залізниці	Злітно-посадкові смуги	Мости, естакади, тунелі та метро	Портові споруди, канали, дамби та інші водні споруди		Магістральні трубопроводи, лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі	Місцеві трубопроводи лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі	Спортивні та рекреаційні

Автомобільні дороги загального користування державного знаку
Вулиці та інші дороги
Залізничні магістральні
Залізничні місцеві
Злітно-посадкові смуги
Мости естакади
Тунелі та метро
Портові споруди та судноплавні канали
Ламби
Акведукви зводувальні та осушувальні споруди
Магістральні нафтопроводи та газопроводи
Магістральні волопроводи
Магістральні лінії електронних комунікаційних мереж
Магістральні лінії електропередачі
Місцеві трубопроводи газопостачання
Місцеві трубопроводи волопостачання
Місцеві каналізаційні трубопроводи
Місцеві лінії електронних комунікаційних мереж
Гірничолобувні
Електростанції
Підприємств хімічної промисловості
Підприємств важкої промисловості не класифіковані раніше
Спортивні майланики
Інші спортивні та рекреаційні споруди
Інші інженерні споруди не класифіковані раніше

Таблиця 1.4

Інженерні споруди

Тип	Назва	Схема	Тип	Назва	Схема
1	Опори під апаратуру та ємності		3	Конве-ерні гале-реї	
	Етажерки				
	Тунелі		4	Водо-напірні башти	
	Канали			Резер-вуари	
	Опори для ЛЕП, світиль-ників, блискаво-відводів			Бункери	
			Силоси		

2	Окремо розташовані опори трубопроводів		5	Очисні споруди	
	Естакади для трубопроводів			Димові та вентиляційні труби	
	Відкриті кранові естакади			Градирні	
	Розвантажувальні естакади			Підпирні стінки	

2 – трубопроводи, лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі, які поділяють на два класи: 1) магістральні трубопроводи, лінії електронних комунікацій та електропередачі, котрі поділяють на чотири підкласи: магістральні нафтопроводи та газопроводи; магістральні водопроводи; магістральні лінії електронних комунікаційних мереж; магістральні лінії електропередачі; 2) місцеві трубопроводи, лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі, які поділяють на чотири підкласи: місцеві трубопроводи газопостачання; місцеві трубопроводи водопостачання; місцеві каналізаційні трубопроводи; місцеві лінії електронних комунікаційних мереж та електропередачі;

3 – комплексні споруди промислових об’єктів, які поділяють на чотири підкласи: споруди гірничодобувні; споруди електростанцій; споруди підприємств хімічної промисловості; споруди підприємств важкої промисловості, не класифіковані раніше;

4 – інші інженерні споруди, які поділяють на два класи: 1) спортивні та рекреаційні, що поділяються на два підкласи: спортивні майданчики; інші спортивні та рекреаційні споруди; 2) інші інженерні споруди, не класифіковані раніше, до яких належать військові

інженерні споруди, наприклад, форти, блокпости, бункери, стрільбища, військові випробувальні центри тощо; інженерні споруди, не класифіковані раніше, включаючи дільниці для запуску супутників; занедбані промислові або міські споруди; сміттєзвалища.

За способом зведення будівлі поділяють так:

1 – **будівлі з традиційних (дрібнорозмірних) елементів**, конструкції яких можна переміщати вручну або за допомогою засобів малої механізації. Стіни таких будівель мурують із цегли, каменів, дрібних блоків, деревини (колод, брусів або дощок), перекриття збирають з балок і міжбалкового заповнення, а покриття, переважно похилі, складаються з несучих елементів (кроков, стояків, підкосів, прогонів, лежнів, бантин) і покрівлі. Зводять такі будівлі не індустріальними методами;

2 – **будівлі із збірних великорозмірних елементів** (великих стінових блоків, панелей, плит перекриття, об'ємних блоків тощо), які виготовляють на будівельних комбінатах. Для їхнього транспортування та монтування використовують спеціальні засоби механізації. Зводять такі будівлі індустріальними методами;

3 – **будівлі монолітні та збірно-монолітні**, які зводять індустріальними методами, використовують механізоване укладання бетону та різноманітні опалубки і конструктивні вироби заводського виготовлення.

За видом матеріалу основних несучих конструкцій будівлі поділяють на *кам'яні, бетонні та залізобетонні, металеві, дерев'яні*, а також із *синтетичних матеріалів* (для пневмоконструкцій). Часто конструкції однієї будівлі виконують з різних матеріалів, наприклад, з каменю та залізобетону або з металу і залізобетону.

За експлуатаційними характеристиками виокремлюють:

– **будівлі, які опалюються** та потребують підтримування температурно-вологісного режиму, щорегламентується державними будівельними нормами;

– **будівлі, які не опалюються** та не потребують підтримування плюсових температур повітря всередині приміщень, наприклад, будівлі з надлишковими технологічними тепловиділеннями, деякі склади, гаражі.

1.2. Структурні частини будівель

Будівля формується з окремих поєднаних між собою частин, які мають певне призначення та назви. **Складовими частинами будівель є об'ємно-планувальні елементи, будівельні конструкції, конструктивні**

елементи, архітектурно-конструктивні елементи та будівельні вироби (рис. 1.2).

Об'ємно-планувальні елементи – великі складові частини будівлі, на які поділяють їхні об'єми: приміщення, поверхи, сходово-ліфтовий вузол, мансарда, горище, веранда, ярус тощо.

Приміщення – частина внутрішнього об'єму будівлі, обмежена з усіх боків будівельними конструкціями. За функціональним призначенням приміщення поділяють на групи:

– **основні**, відповідні основним функціям будівлі (кімнати житлових будинків, класи і кабінети шкіл тощо);

– **допоміжні**, потрібні для функціонування основних приміщень будівель (фойє у театрах, холи, підсобні приміщення магазинів тощо);

– **обслуговчі**, які підвищують комфорт і санітарно-гігієнічні умови в будівлі, але не мають прямого відношення до основних функцій (вестибюлі, санітарні вузли);

– **комунікаційні**, призначені для зв'язку між приміщеннями всередині будівлі (коридори, галереї, сходово-ліфтові вузли тощо);

– **технічні**, призначені для розміщення інженерно-технічного обладнання та прокладання комунікацій (теплові вузли, бойлерні, електрощитові, вентиляційні камери, ліфти, сміттєзбиральні камери).

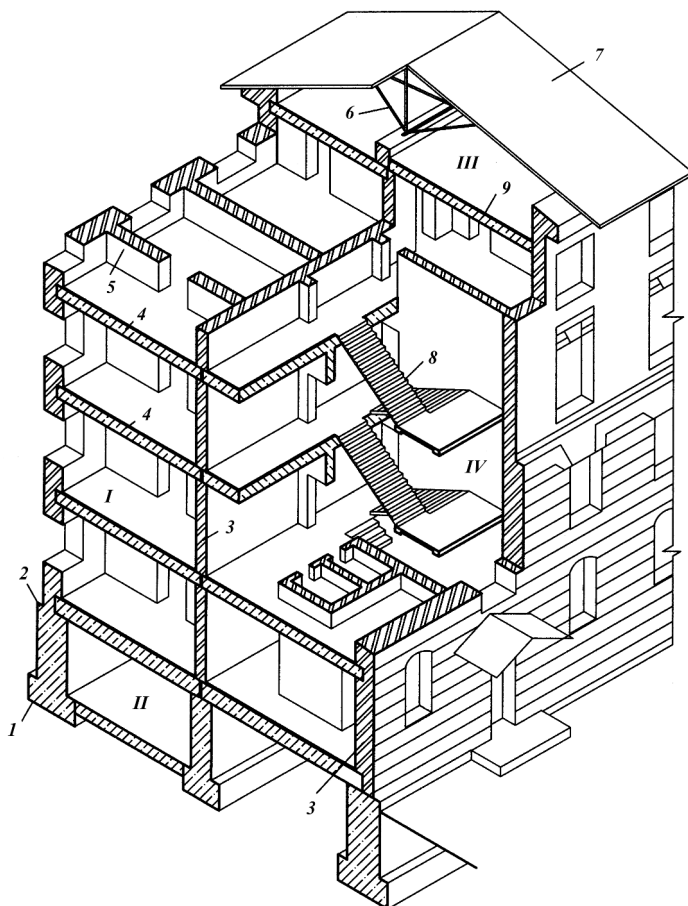


Рис. 1.2. Об'ємно-планувальні елементи, конструкції та конструктивні елементи будівлі традиційної будівельної системи:
I – поверх; II – підвал; III – горище; IV – сходово-ліфтова клітка; 1 – фундамент; 2 – цоколь; 3 – несучі зовнішня та внутрішня стіни; 4 – міжповерхові перекриття; 5 – внутрішня самонесуча стіна; 6 – підкіс покриття; 7 – покрівля; 8 – сходи; 9 – горищне перекриття

Будівельна конструкція – це організована комбінація поєднаних між собою конструктивних елементів будівлі для сприйняття навантаження та надання їй жорсткості. Будівельна конструкція складається з **конструктивних елементів** і може виконувати несучі, огорожувальні та естетичні функції. Прикладами будівельних конструкцій є фундаменти, стіни, перекриття, покриття, каркаси, рами, арки, оболонки, сходи, світлопрозорі огороження тощо.

Фундамент (рис. 1.3) – це будівельна конструкція, переважно підземна, яка сприймає всі навантаження від будівлі або споруди і передає їх на основи, складені природними або штучними ґрунтами.

Стіна (рис. 1.4) – вертикальна огорожувальна будівельна конструкція, що відокремлює приміщення від навколишнього простору (зовнішня) або сусіднього приміщення (внутрішня).

Перекриття (рис. 1.5 і 1.6) – площинна горизонтальна **будівельна конструкція**, що розділяє за висотою внутрішній об'єм будівлі на поверхи. Залежно від розміщення розрізняють перекриття: **міжповерхові**, **горищні** та **надпідвальні**.

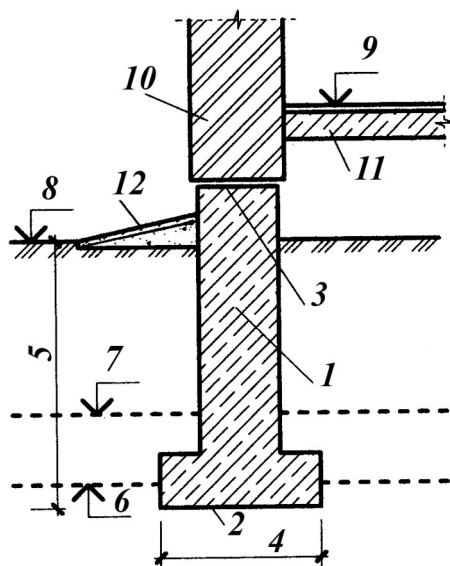


Рис. 1.3. Стрічковий фундамент під зовнішню цегляну стіну:

1 – фундамент; 2 – підшва;
3 – верхній обріз; 4 – ширина підшви;
5 – глибина закладання;
6 – відмітка глибини промерзання ґрунту;
7 – відмітка рівня ґрунтових вод;
8 – планувальна відмітка землі;
9 – відмітка підлоги першого поверху;
10 – зовнішня стіна;
11 – перекриття; 12 – вимощення

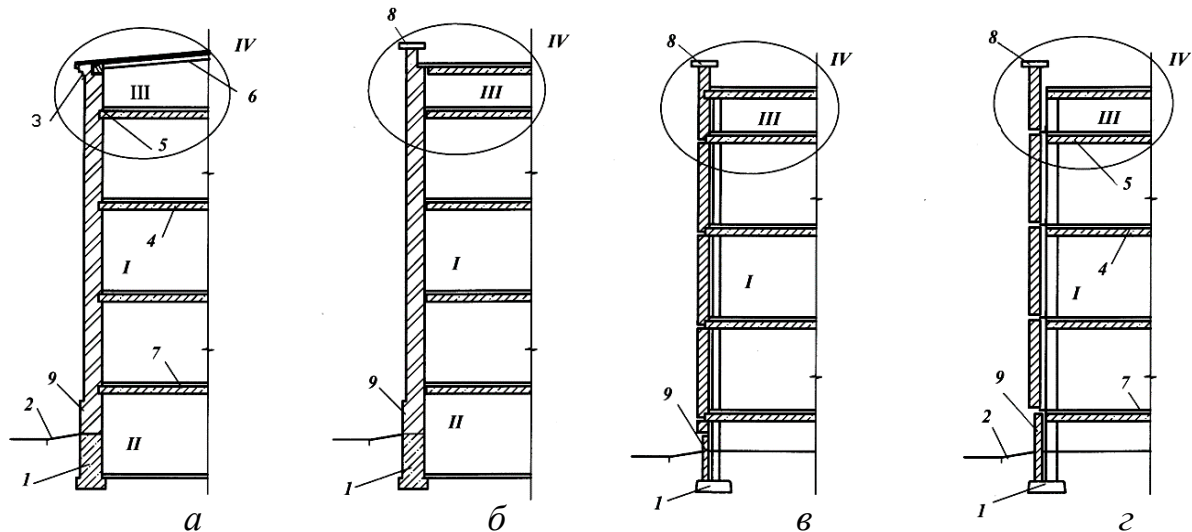


Рис. 1.4. Зовнішні стіни:

a – несуча; *б* – самонесуча; *в* – фахверкова; *г* – навісна; *I* – поверх; *II* – підвал; *III* – горище; *IV* – покриття; *1* – фундамент; *2* – вимощення; *3* – карниз; *4* – міжповерхове перекриття; *5* – горищне перекриття; *6* – верхня частина покриття; *7* – перекриття над підвалом; *8* – парпет; *9* – цоколь

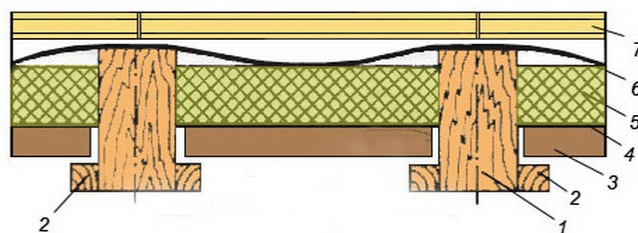


Рис. 1.5. Балкове перекриття по дерев'яних балках:

1 – балка; *2* – черепковий брусок; *3* – плита заповнення; *4, 6* – пароізоляція; *5* – утеплювач; *7* – підлога

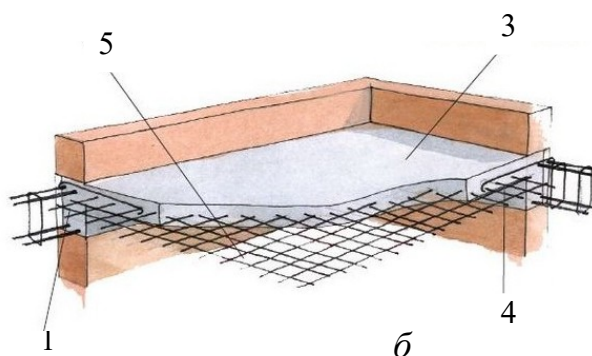
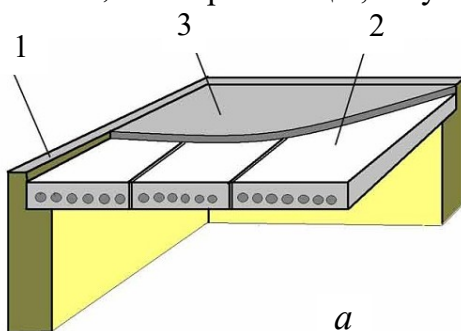


Рис. 1.6. Плитні залізобетонні перекриття:

a – збірне; *б* – монолітне; *1* – стіна; *2* – збірна плита; *3* – підлога; *4* – монолітна плита; *5* – арматурна сітка

Покриття (рис. 1.7) – верхня зовнішня **будівельна конструкція**, яка складається з конструктивних елементів покриття і горищного перекриття.

Залежно від форми покриття поділяють на типи: з одним похилом (рис. 1.7, *а*), з двома похилами (рис. 1.7, *б*), плоскі (рис. 1.7, *в*), вальмові (з чотирма похилами) (рис. 1.7, *г*), шатрові (рис. 1.7, *д*), напіввальмові (рис. 1.7, *е*), мансардні (рис. 1.7, *є*), складні (рис. 1.7, *ж*).

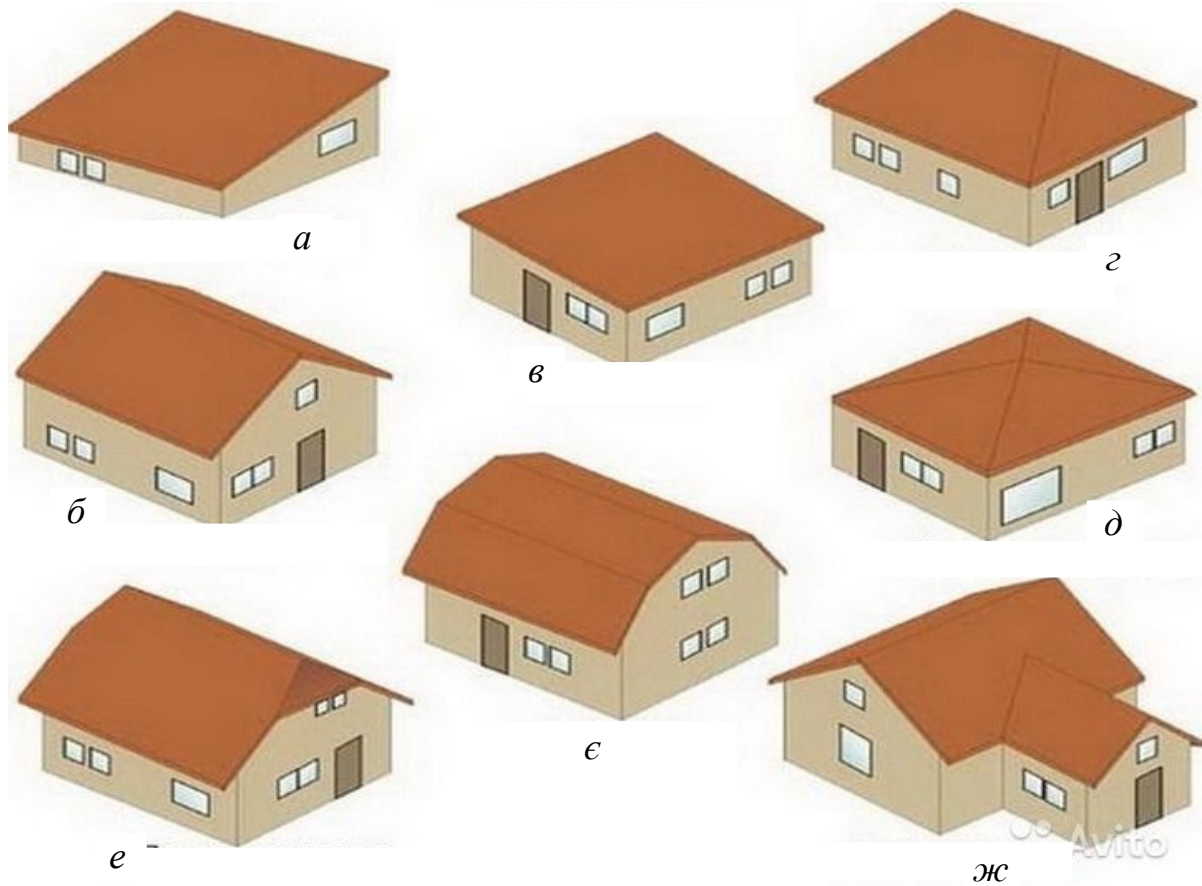


Рис. 1.7. Основні форми покриттів: *а* – з одним похилом; *б* – з двома похилами; *в* – плоске; *г* – вальмове (з чотирма похилами); *д* – шатрове; *е* – напіввальмове; *є* – мансардне; *ж* – складне

Конструктивний елемент – це фізично окрема частина будівельної конструкції (стіна, колона, балка, плита, сходи тощо), які становлять конструктивну систему будівлі, її несучий остов. На рис. 1. 8 зображено конструктивні елементи каркасних будівель із збірних залізобетонних елементів.

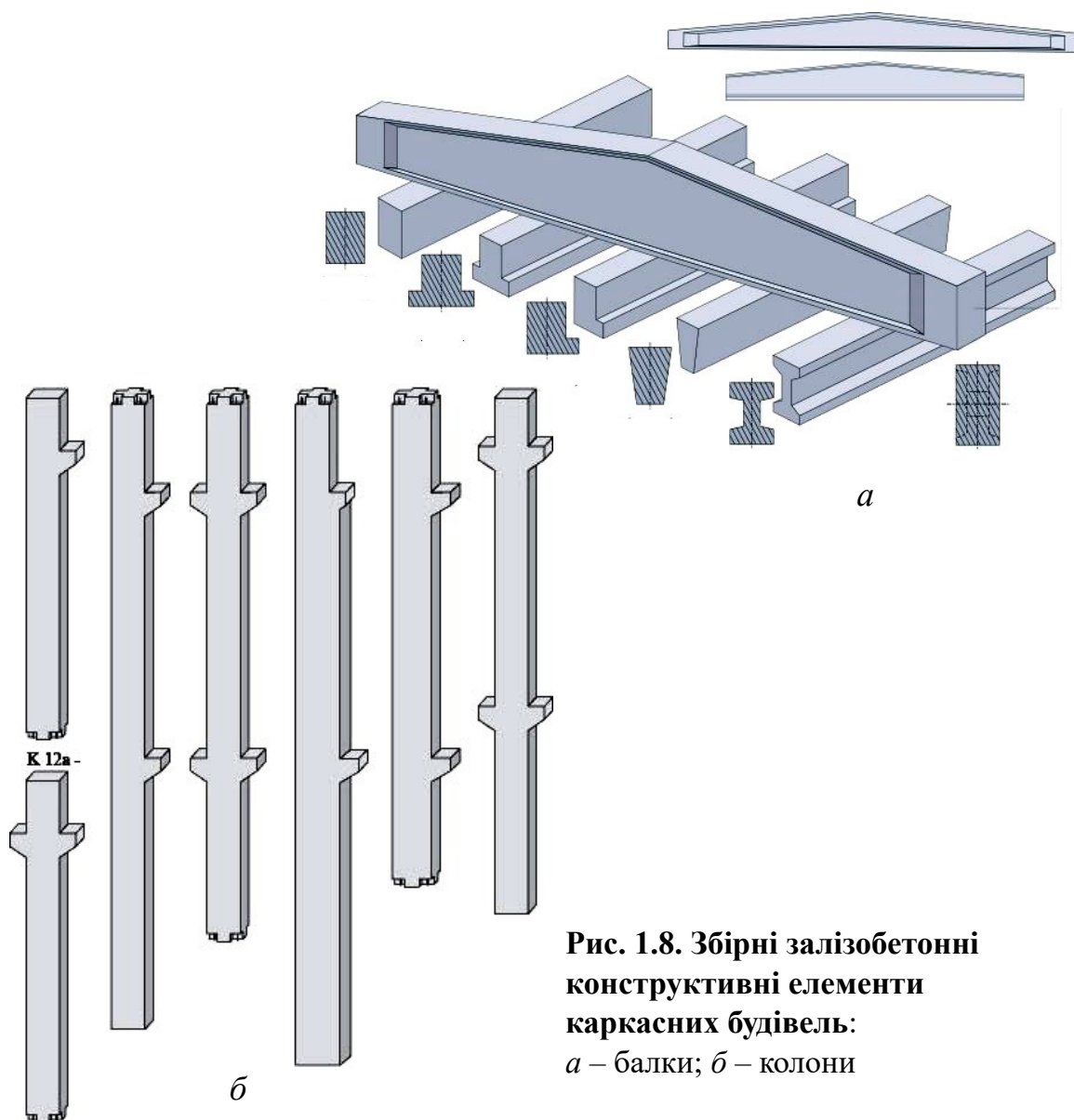


Рис. 1.8. Збірні залізобетонні конструктивні елементи каркасних будівель:
a – балки; *б* – колони

Колона – вертикальна будівельна конструкція будівлі або інженерної споруди, яка виконує функцію опори.

Конструктивними елементами перекриттів є балки, міжбалкове заповнення, збірні або монолітні плити, підлоги.

Балка – горизонтальний конструктивний елемент у вигляді стержня, що здебільшого зазнає згинання.

Плита – площинний конструктивний елемент, який зазнає згинання.

Конструктивними елементами покриття є кроквини, мауерлати, лежні, стояки, підкоси, бантини, покрівля.

Покрівля – верхній конструктивний елемент покриття, який ізолює будівлю від атмосферних впливів (сонця, опадів, вітру).

Перегородка – внутрішній вертикальний огорожувальний конструктивний елемент, призначений для розділення суміжних приміщень.

Підпірна стінка – вертикальна будівельна конструкція інженерної споруди для запобігання обваленню ґрунту.

Контрфорс – вертикальна допоміжна підпірна конструкція для підсилення основних конструкцій та сприйняття горизонтальних сил.

Склепіння – криволінійна плита із кривиною в одному напрямі.

Оболонка – просторова конструкція, яка має кривину в одному або двох напрямках.

Архітектурно-конструктивний елемент – частина будівельної конструкції або об'ємно-планувального елемента будівлі, що виконує певні функціональні й естетичні функції. Переважно це частини стін або покриттів: балкони, лоджії, еркери, цоколі, консольні звисання, парапети, карнизи, фронтони, пілястри, наличники, сандрики, перемички, козирки, а також вікна, вітражі, ліхтарі, люкарни тощо.

Балкон – огорожена площадка, що виступає з площини зовнішньої стіни будівлі, сполучається з внутрішніми приміщеннями і слугує для відпочинку в теплу пору року (рис. 1.9). Конструктивно вирішується зазвичай у вигляді консольної плити, винос якої залежить від проектного задуму та кліматичних умов району будівництва. Огорожа балкона може бути суцільною, ґратчастою або комбінованою.

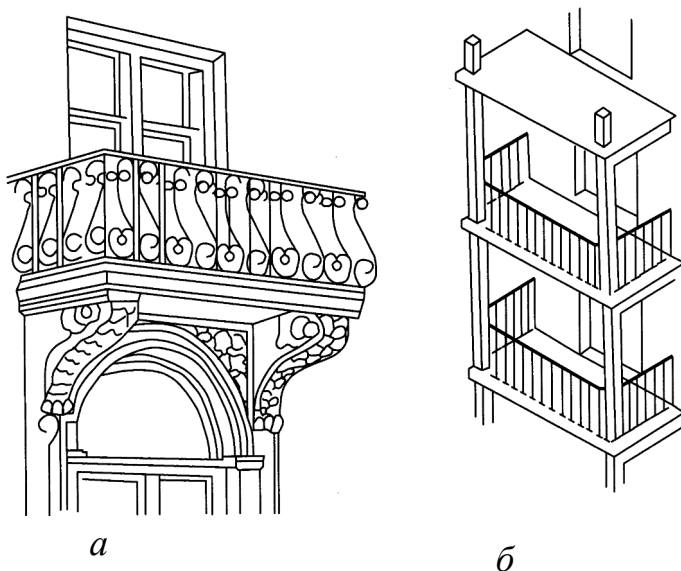


Рис. 1.9. Балкони:

a – на консолях; *б* – на стояках

Лоджія – частина об'єму будівлі, приміщення, що найчастіше перекрите та огорожене у плані з трьох боків стінами або перегородками, а з четвертого боку відкрите до зовнішнього простору або засклеєне (рис. 1.10).

Призначена для відпочинку в теплу пору року і захисту приміщень від сонячного перегрівання влітку.

Еркер – частина приміщення, яка виступає за лицьову поверхню фасадної стіни будівлі, та у більшій своїй частині являє собою застклений об'єм на фасаді (рис. 1.11). Проектується для покращення візуально-просторового зв'язку квартири з природним оточенням, природної освітленості, інсоляції та часткового збільшення площі приміщення.

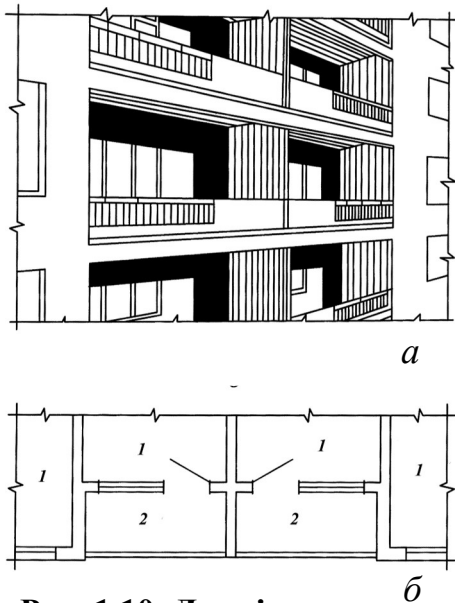


Рис. 1.10. Лоджія:
а – вигляд з боку фасаду; б – схема плану; 1 – кімната; 2 – лоджія

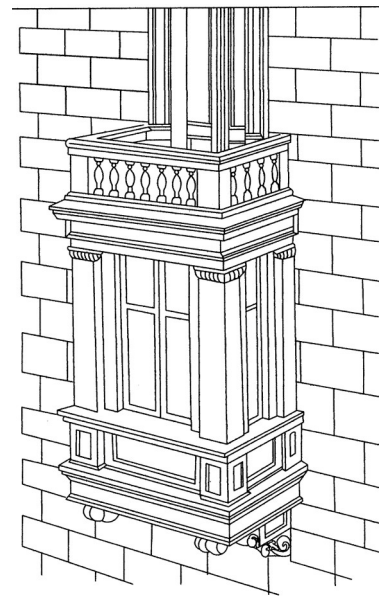


Рис. 1.11. Еркер з балконом зверху

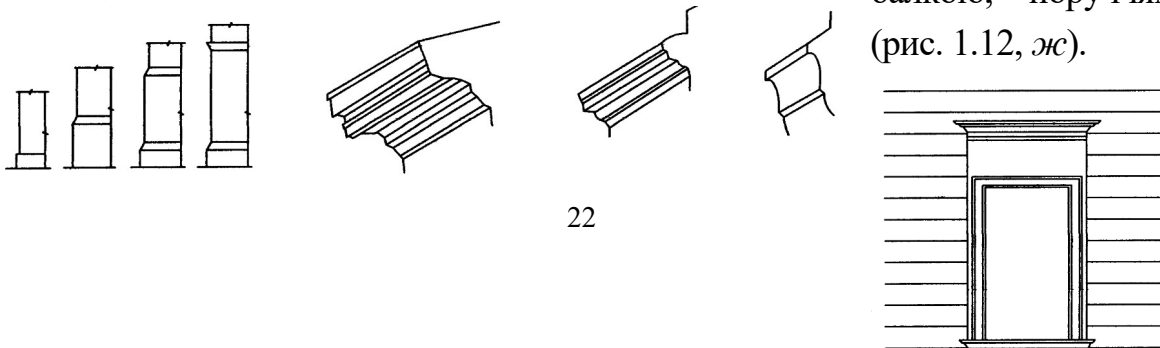
Карниз – горизонтальний профільований виступ на стіні, який захищає її від стікання атмосферних опадів або завершує площинні ділянки фасаду: цокольний (рис. 1.12, а), вінцевий (рис. 1.12, б, 1.13), проміжний (рис. 1.12, в, г), підвіконний, надвіконний тощо.

Сандрик – архітектурне опорядження стіни над віконним або дверним прорізом у вигляді карниза або фронтона (рис. 1.12, д).

Парапет – завершальна частина зовнішньої стіни вище від рівня покрівлі, виконана у вигляді невисокої суцільної огорожі по краю покриття (рис. 1.12, е).

Балюстрада – невисока огорожа балконів, галерей, покриттів, сходів тощо у вигляді ряду фігурних стовпчиків (балясин), з'єднаних зверху плитою,

балкою, поруччям (рис. 1.12, ж).



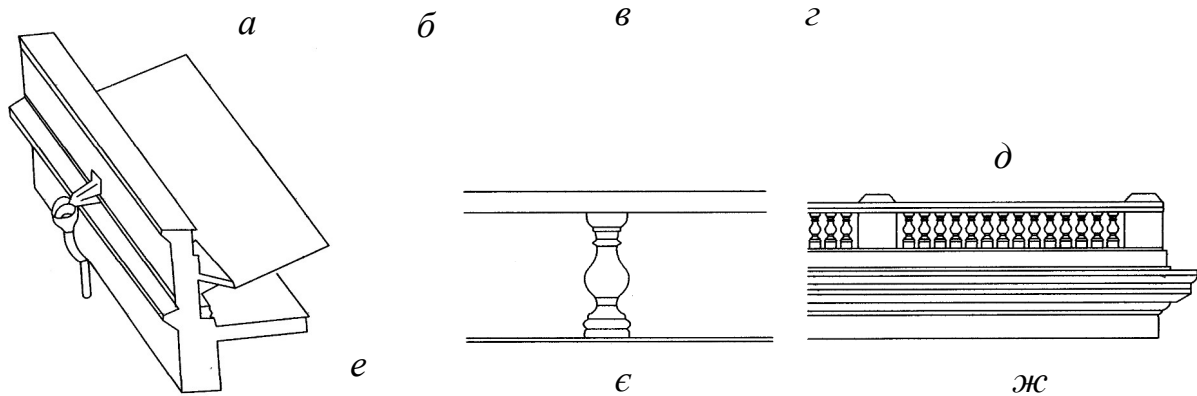


Рис. 1.12. Архітектурно-конструктивні деталі зовнішніх стін:

а – цокольний карниз; *б* – вінцевий карниз; *в* – проміжний карниз; *г* – поясок;
д – сандрик; *е* – парапет; *є* – балясина; *ж* – парапет-балюстрада

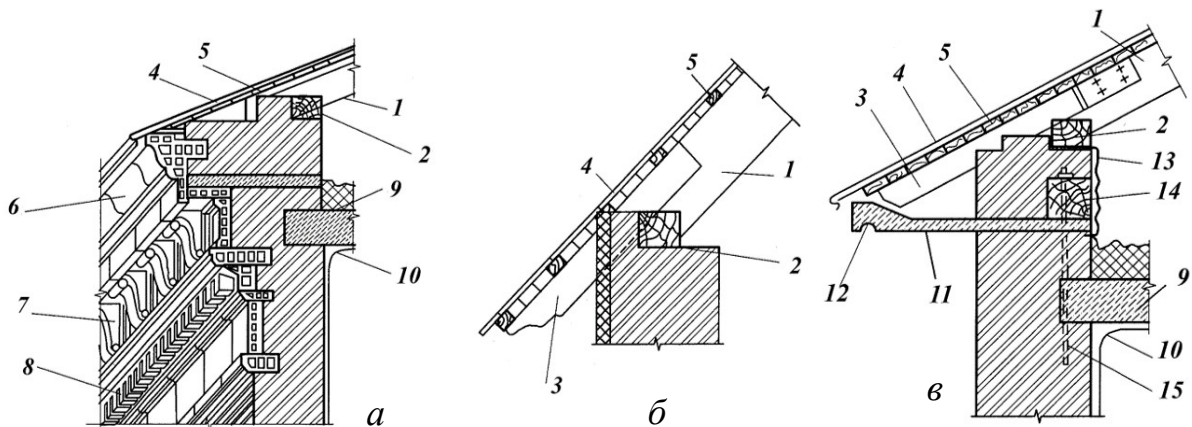


Рис. 1.13. Вінцеві карнизи:

а – з фігурної кераміки; *б* – із звисанням кобилки; *в* – із збірних залізобетонних плит; *1* – крокви́на; *2* – мауерлат; *3* – кобилка; *4* – покрівля; *5* – лати; *6* – вінцевий елемент; *7* – модильйон; *8* – зубчики; *9* – горищне перекриття; *10* – падуга; *11* – залізобетонна карнизна плита; *12* – слізни́ця; *13* – дротяна скрутка; *14* – анкерна балка; *15* – анкер (вигляд з боку фасаду); *б* – схема плану; *1* – кімната; *2* – лоджія

Ві́кно – проріз у зовнішній стіні, заповнений віконним блоком, який складається з віконної коробки і зашкленних віконних рам.

Ві́траж – суцільне зашклення фасаду будівлі або його частини.

Лі́хтар – зашклений світловий проріз у покритті будівлі (надбудований або зенітний), призначений для природного освітлення та вентиляції приміщень. Найчастіше ліхтарі проєктують у вигляді надбудов над покрівлею. За формою поперечного перерізу надбудовані ліхтарі можуть бути трикутні, прямокутні, зубчасті (шедові), трапецієподібні тощо. Зенітні ліхтарі – це світлопрозорі ковпаки або ілюмінатори, прикріплені до конструкцій покриття,

які розміщують по одному, групами чи рядами над окремими приміщеннями або ділянками в покритті будівлі.

Двері – проріз у стіні або перегородці, заповнений дверним блоком, що складається з коробки, до якої на завісах прикріплене дверне полотно. Призначені для проходу у суміжні приміщення або у зовнішній простір.

Люкарна – світловий проріз круглої або овальної форми на горищі, в купольному чи склепінчастому покритті або в мансардному поверсі з вертикальним огородженням, яке пропускає світло (рис. 1.14). Часто люкарни із зовнішнього боку прикрашають ліпним оздобленням, обрамленням, профільованими наличниками.

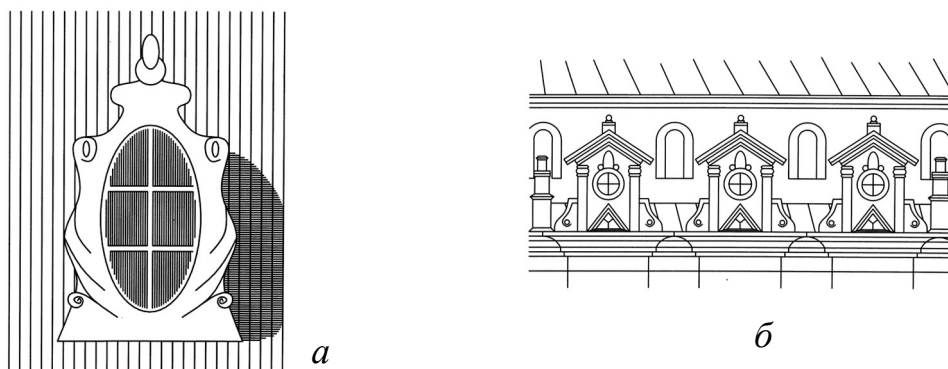


Рис. 1.14. Люкарни:

а – в купольному покритті; *б* – в приміщеннях мансарди

Ризаліт – частина будівлі, що виступає за основну площину зовнішньої стіни.

Шпиль – вертикальне гострокінцеве завершення будівлі у вигляді витягнутого конуса або піраміди з декоративною верхівкою, флюгером, прапором, емблемою тощо.

Основні конструктивні та архітектурно-конструктивні елементи багатоповерхового житлового будинку наведено на рис. 1.15.

Будівельні конструкції, конструктивні та архітектурно-конструктивні елементи складаються з дрібніших елементів, які привозять на будівельний об'єкт у готовому вигляді або мурують з **будівельних виробів**.

Будівельний виріб – первинний складовий елемент (частина, деталь) будівельної конструкції, конструктивного або архітектурно-конструктивного елемента, який виготовляють поза місцем його використання, звичайно на підприємствах будівельної індустрії.

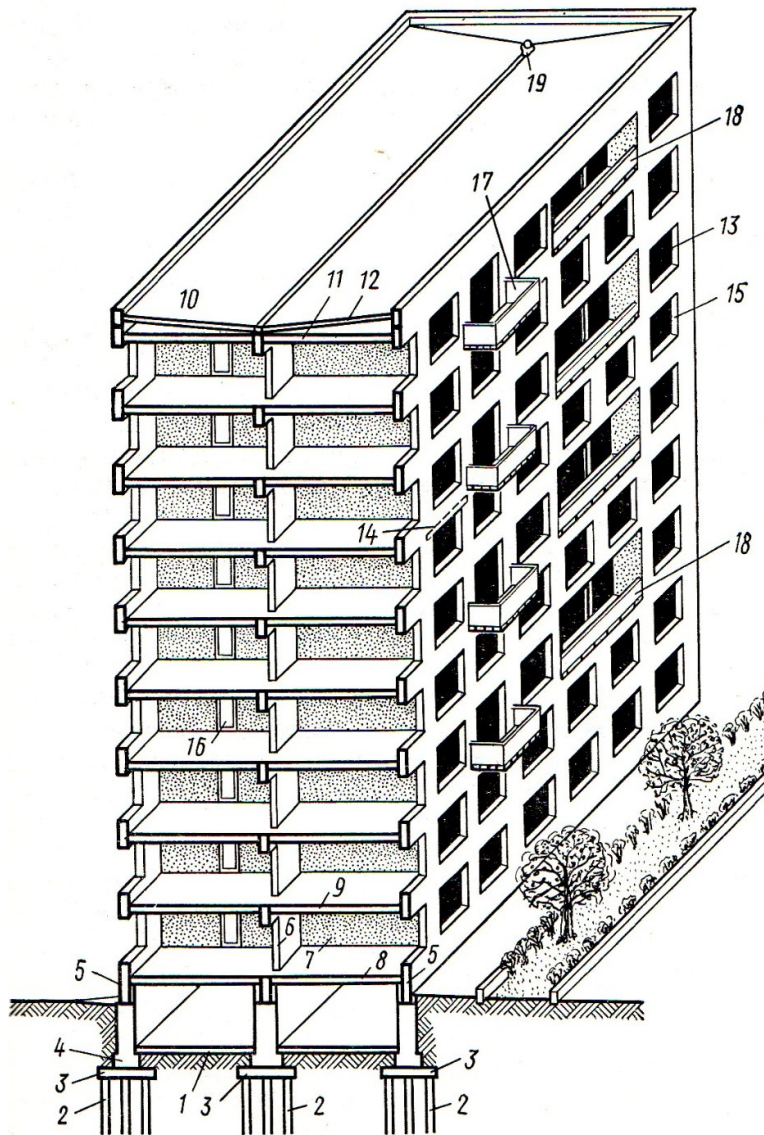


Рис. 1.15. Основні конструктивні та архітектурно-конструктивні елементи багатопверхового житлового будинку:

1 – підлога підвалу; 2 – паля; 3 – ростверк; 4 – фундамент; 5 – зовнішня стіна; 6 – внутрішня стіна; 7 – перегородка; 8 – перекриття над підвалом;

9 – міжповерхове перекриття; 10 – покриття; 11 – горишне перекриття;

12 – покрівля; 13 – віконний проріз; 14 – перемичка; 15 – віконна коробка;

Наприклад, **фундаменти** складаються з фундаментних плит, цегли, бутового каменю, стінових блоків, цокольних панелей, паль, ростверків паль; **стіни** – з цегли, природних або штучних каменів, стінових блоків, панелей, дерев'яних брусів і колод; **перекриття** – з балок, прогонів, міжбалкових вкладишів, плитного настилу; **сходи** – зі сходових, косоурів, підкосоурних балок, маршів, плит поверхових і міжповерхових площадок; **вікна** – з віконних коробок, закслених віконних рам.

Проектування будівель спільно виконують архітектори та інженери – будівельники (рис. 1.16). Архітектори створюють архітектурне рішення будівлі, координують дії учасників розроблення всіх складових процесів проектування з планування та благоустрою територій, вибору конструкцій, призначення їх розмірів і матеріалів, збирання навантажень, розрахунків фундаментів і конструкцій, армування залізобетонних конструкцій, проектування інженерних мереж і вузлів їх управління (вода, газо-, електропостачання та каналізація).

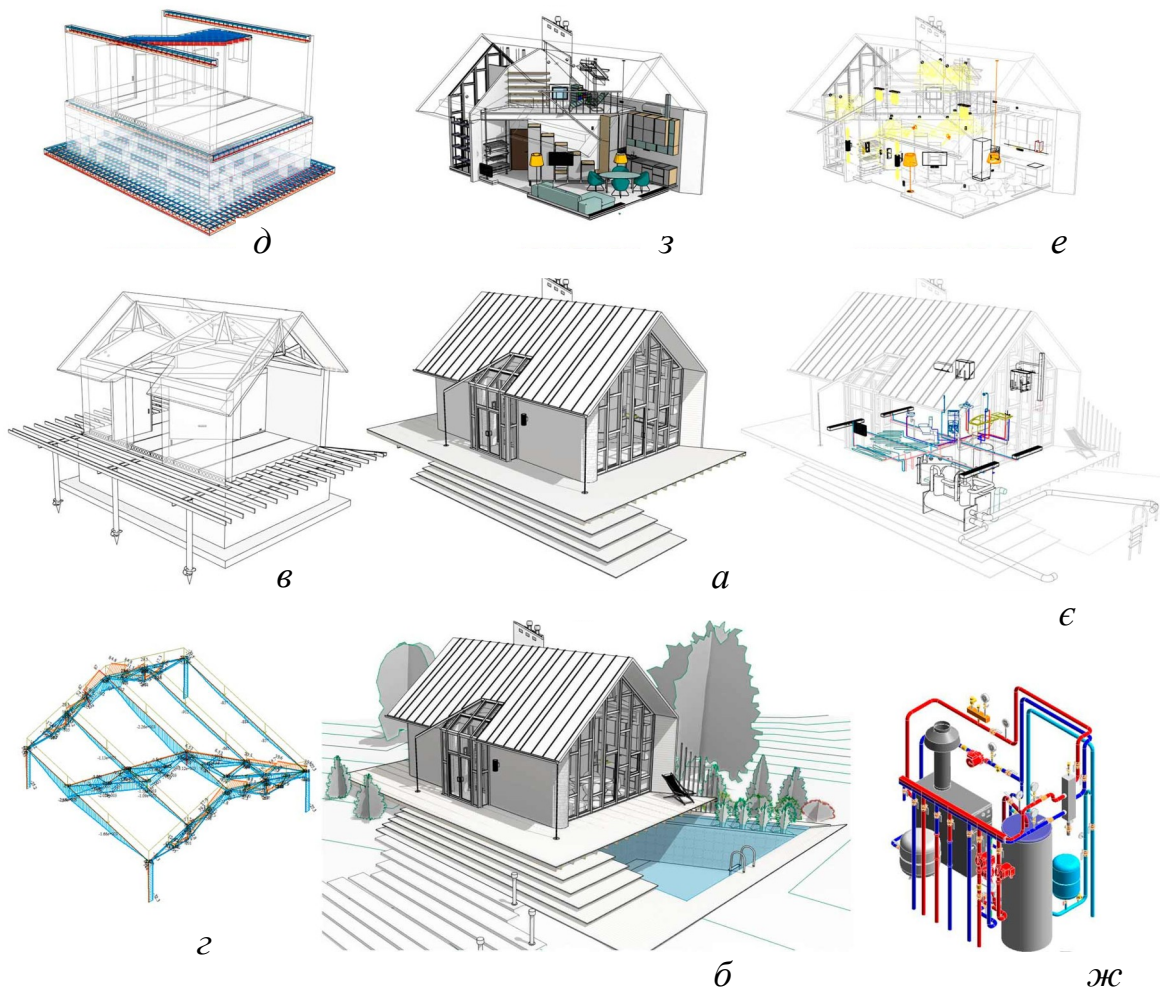


Рис. 1.16. Схема виконання спільної роботи архітекторів та інженерів-будівельників під час проектування будівель:

а – архітектура (створення об’ємно-планувального рішення);
б – ландшафт (планування та благоустрій територій); *в* – призначення типу конструкцій, їх матеріалів і розмірів; *г* – збір навантажень і розрахунки;
д – уточнення розмірів конструкцій та армування залізобетонних конструкцій; *е, є, ж* – проектування інженерних мереж і вузлів їх управління (вода, газо-, електропостачання та каналізація); *з* – дизайн (опорядження фасадів та інтер’єрів приміщень)

1.3. Класифікація будівельних систем будівель

Застосовують чотири основні групи **конструктивних** матеріалів – **камінь, бетон, метал і дерево** та два технологічні методи зведення будівель – **традиційний та індустріальний** (повнозбірні, монолітні, збірно-монолітні конструкції).

За способом зведення будівлі поділяють так:

- з **традиційних елементів** (дрібнорозмірних), які можна переміщувати вручну або за допомогою засобів малої механізації. Стіни таких будівель споруджують з цегли, каменів, дрібних блоків, деревини (колод, брусів або дощок), перекриття збирають з балок і міжбалкового заповнення, а покриття, переважно похилі, складаються з несучих елементів (кроков, стояків, підкосів, прогонів, лежнів, бантин) і покрівлі;
- з **монолітного залізобетону**, які зводять індустріальними методами, з механізованим укладанням бетону, використанням опалубок і виробів заводського виготовлення на будівельних майданчиках;
- зі **збірних великорозмірних елементів**, які монтують з колон, ригелів, великих стінових блоків, стінових панелей, плит перекриття та покриття, об'ємних блоків, виготовлених на будівельних комбінатах. Для їх транспортування та монтування використовують спеціальні засоби механізації. Зведення таких будівель ведуть індустріальними методами.

За конструктивно-технологічним методом зведення і матеріалом основних несучих конструкцій будівлі поділяють на дві групи будівельних систем: **традиційну та індустріальну** (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Класифікація будівельних систем будівель

Будівельна система	Технологія	Матеріал												
		Несучі конструкції (матеріал і технологія зведення)												
		Камінь		Бетон					Дерево			Метал	Пласт-маси	
		Традиційна	Повнозбірна	Повнозбірна		Монолітна і збірно-монолітна			Традиційна	Повнозбірна		Повнозбірні	Швидкого зведення	
Ручна клалка														
Великоблокова														
Панельна														
Великоблокова														
Панельна														
Каркасно-панельна														
Об'ємно-блокова														
Піднімання перекриття														
Шитова опалубка														
Ковзна опалубка														
Об'ємно-переставна опалубка														
З колод														
З брусів														
Каркасна														
Шитові														
Панельні														
Каркасно-панельні														
Повітропорні														
Повітроносні														
Комбіновані														

Будівельна система – комплексна характеристика конструктивного рішення будівлі за матеріалом і технологією зведення основних несучих і огорожувальних конструкцій. Основними ознаками визначення будівельної системи будівлі є матеріал вертикальних несучих конструкцій та технологія їх зведення.

Індустріалізація будівництва – це напрям технічного прогресу, який характеризується перетворенням будівельного виробництва в механізований і автоматизований поточний процес зведення будівель, який виконують двома шляхами: 1) перенесення максимального обсягу виробничих процесів у заводські умови, конструкції виготовляють на механізованих технологічних лініях будівельних комбінатів і монтують на будівельних майданчиках; 2) виконання більшої частини виробничих операцій на будівельних майданчиках, індустріалізація відбувається за рахунок використання ефективних опалубок і риштовань, їх багаторазової оборотності, заводського виготовлення бетону і механізованих способів його транспортування, подавання та укладання, використання готових арматурних виробів (каркасів, сіток).

Традиційна будівельна система кам'яних будівель ґрунтується на зведенні несучих стін у техніці ручного мурування з цегли, дрібних керамічних блоків або каменю вагою до 16 кг. За такою будівельною системою зводять переважно одноквартирні житлові будинки та нежитлові будівлі громадського призначення (рис. 1.17).



a



б



в

Рис. 1.17. Будівлі традиційної будівельної системи:
a, б – дитячий садок «Дзвінка» у м. Вінниця; *в* – одноквартирний житловий будинок підвищеної комфортності

Великоблокова будівельна система ґрунтується на механізованому монтуванні несучих і самонесучих стін будівель з великорозмірних цегляних або бетонних блоків вагою 3...5 т. Установлюють блоки за принципом мурування кам'яних стін – горизонтальними рядами на цементно-піщаному розчині з перев'язкою швів. Конструкції перекриттів, покриттів і сходів монтують із збірних залізобетонних конструкцій – багатопустотних плит перекриттів, ребристих плит покриттів, поверхових і міжповерхових площадок сходів і сходових маршів тощо. За великоблоковою будівельною системою зводять житлові будинки заввишки до 14 поверхів і деякі нежитлові будівлі (рис. 1.18).

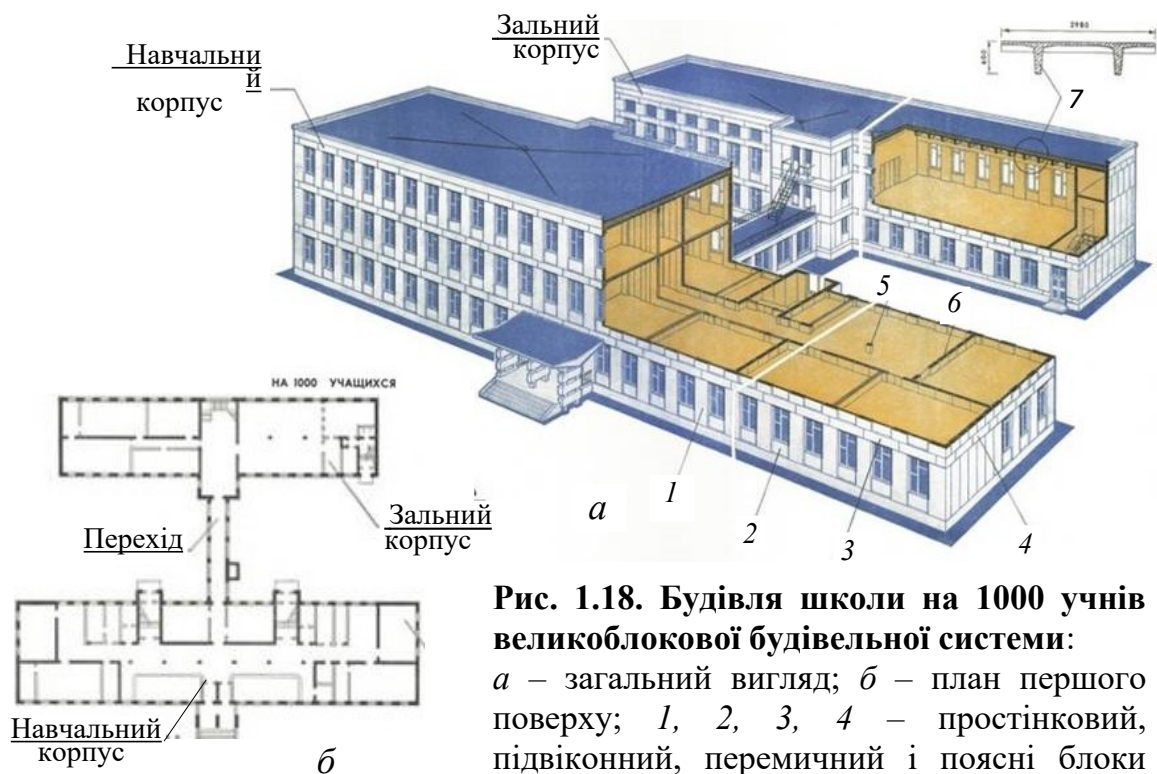


Рис. 1.18. Будівля школи на 1000 учнів великоблокової будівельної системи:
а – загальний вигляд; *б* – план першого поверху; 1, 2, 3, 4 – простінковий, підвіконний, перемичний і поясні блоки зовнішніх стін; 5, 6 – блоки внутрішніх стін; 7 – ребриста залізобетонна плита покриття типу «2Т»

Панельна будівельна система ґрунтується на механізованому монтуванні основних несучих і огорожувальних конструкцій будівлі із збірних залізобетонних елементів вагою до 10 т, завдовжки до 7,2 м, а саме стінових панелей зовнішніх і внутрішніх стін, залізобетонних плит перекриттів і покриття, опорних елементів покриття, конструкцій фундаментів, сходових маршів і поверхових та міжповерхових площадок тощо. Конструкції стінових панелей несамостійні. Під час зведення будівель їх стійкості досягають монтувальними пристроями, а під час експлуатації спеціальними конструкціями стиків і сталевих в'язів. Панелі несучих стін установлюють по шарах цементно-піщаного розчину без перев'язки

вертикальних швів і герметизують. За панельною будівельною системою зводять переважно житлові будинки заввишки до 25 поверхів (рис. 1.19).

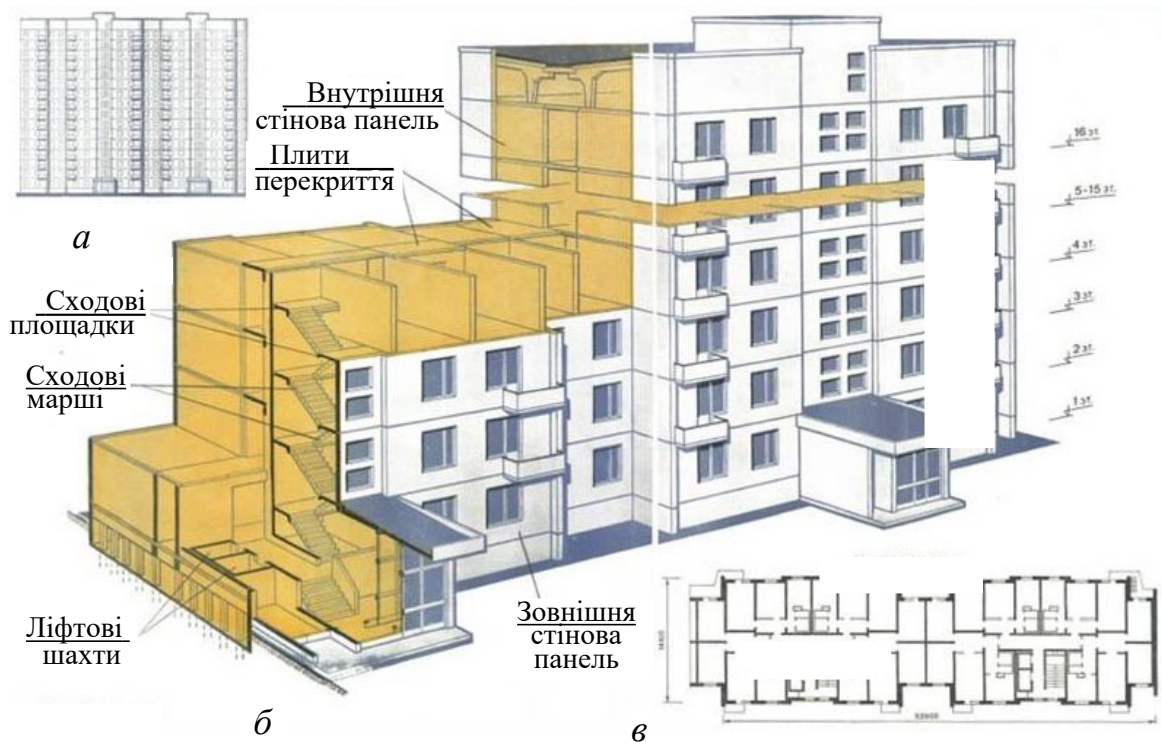


Рис. 1.19. Шестиповерховий панельний житловий будинок:
а – фасад; *б* – загальний вигляд; *в* – план типового поверху

Об'ємноблокова будівельна система ґрунтується на механізованому монтуванні об'ємних просторових залізобетонних елементів вагою до 25 т, які встановлюють один на другий без перев'язки швів. Для надання міцності стовпи об'ємних блоків об'єднують у просторову систему за допомогою жорстких або гнучких сталевих в'язів у рівнях перекриттів. Цю будівельну систему використовують для житлових будинків, гуртожитків, готелів заввишки до 16 поверхів, побутових приміщень підприємств тощо (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Об'ємноблокова будівельна система:
а – монтування об'ємних блоків на будівельному майданчику;
б – виготовлення об'ємних блоків на заводі

Об'ємний блок – це частина об'єму будівлі, яка може бути замкнутою з усіх боків або без однієї чи двох граней, наприклад, стелі, підлоги, стіни. Найпоширенішими системами будівель з об'ємних блоків є основна і комбінована панельно-об'ємноблокова. Несучі об'ємні блоки багатопверхових будівель виготовляють з важкого залізобетону.

У збірно-розбірному будівництві тимчасового житла, під час будівництва об'єктів, торговельних павільйонів, автомийок, тимчасових туалетів тощо набули поширення об'ємні блоки зі сталевим каркасом і багатшаровими стінами (рис. 1.21) та з фібергласу (1.22).



Рис. 1.21. Конструктивне рішення об'ємного блока блок-контейнера побутового приміщення зі сталевим каркасом і багатшаровими стінами



a



б

Рис.



ергласу:

йони; в – туал

в



уалети

г

Каркасно-панельна будівельна система ґрунтується на механізованому монтуванні несучого каркаса із збірних залізобетонних або сталевих конструкцій та самонесучих і навісних панелей стін. На основі цієї системи споруджують більшість нежитлових будівель заввишки до 30 поверхів. Значного поширення ця система набула в будівництві промислових одноповерхових (рис. 1.23) і багатоповерхових будівель (рис. 1.24 і 1.25) для різних галузей народного господарства.

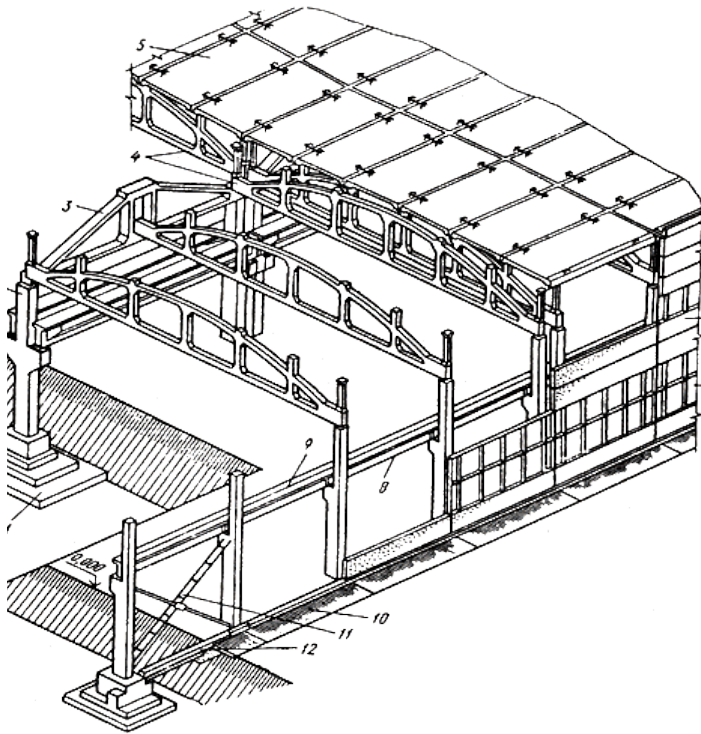


Рис. 1.23. Одноповерхова промислова будівля із збірним залізобетонним каркасом:

1 – фундамент; 2 – колона;
3, 4 – підкроквяна і кроквяна ферми; 5 – плита покриття;
6 – стінова панель; 7 – вікно;
8 – підкранова балка; 9 – рейка кранова; 10 – вимощення;
11 – вертикальні в'язі;
12 – фундаментна балка

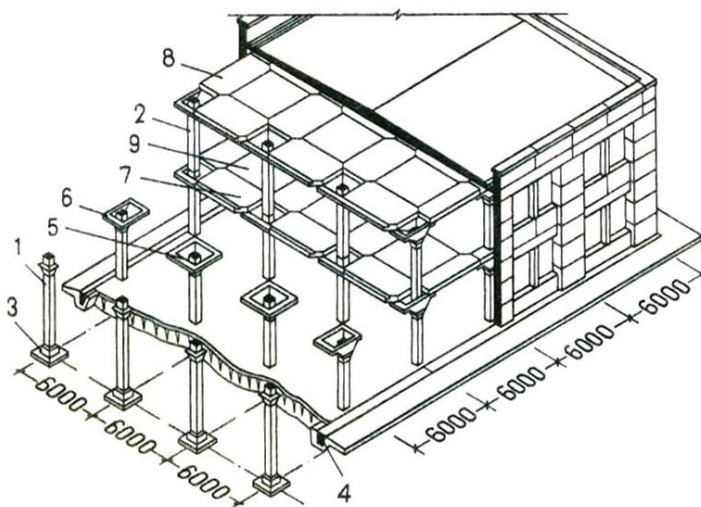


Рис. 1.25. Багатоповерхова промислова будівля

Рис. 1.24. Двоповерхова промислова каркасно-панельна будівля з безригельним каркасом:

1, 2 – колони; 3 – фундамент;
4 – фундаментна балка;
5, 6 – капітельні плити;
7, 8 – міжколонні плити;
9 – прогонова плита
10 – підкранова балка,
7 – балка покриття;
8 – плита покриття;
9 – стінова панель;
10 – віконне засклення;

Будівлі каркасно-панельної будівельної системи з металевими каркасами поділяють за типами покриттів: з малопрогоновими площинними безрозпірними покриттями (рис. 1.26, *а*), з великопрогоновими площинними розпірними (рис. 1.26, *в*) і просторовими безрозпірними (рис. 1.26, *б*) і розпірними (рис. 1.26, *г*) покриттями.

Монолітна і збірно-монолітна будівельні системи полягають у зведенні основних несучих конструкцій будівель з монолітного залізобетону на будівельних майданчиках. До монолітної системи належать будівлі, всі несучі конструкції яких виготовлено з монолітного залізобетону (рис. 1.27, *а*), до збірно-монолітної – будівлі, в яких несучі конструкції частково збірні, а частково монолітні (рис. 1.27, *б*).

Комплексний процес зведення монолітних залізобетонних конструкцій складається з влаштування опалубки, армування конструкцій (в конструкціях з попередньо напруженою арматурою – натягнення арматури та ін'єкції каналів), бетонування конструкцій, витримання бетону в опалубці, розпалублення та опорядження поверхонь конструкцій (в разі використання інвентарних опалубок).



Рис. 1.26. Каркасно-панельні будівлі зі сталевими несучими конструкціями покриттів:

а – багатоповерхова площинна безрозпірна; *б, в, г* – одноповерхові площинна розпірна, просторові безрозпірна та розпірна



б

Рис. 1.27. Будівлі монолітної та збірно-монолітної будівельних систем:

а – з монолітним залізобетонним каркасом; *б* – з монолітними залізобетонними колонами та збірними залізобетонними плитами перекриттів і збірно-монолітними ригелями

а

Будівельні системи з несучими дерев'яними конструкціями поділяють на **традиційні** – з несучими рубленими стінами з колод, укладених горизонтальними рядами (рис.1.28, *а*), та **індустріальні** – з несучими стінами з брусів (рис.1.28, *б*), каркасні із заповненням простору між стояками утеплювачем з обшивкою (рис.1.28, *б*) і безкаркасні щитові та панельні (рис.1.28, *г*).



а



б



б



г

Рис. 1.28. Будівельні системи з несучими дерев'яними конструкціями:
а – традиційна з несучими стінами з колод; *б, в, г* – індустріальні з несучими стінами з брусів, каркасні та панельні

Нежитлові будівлі з синтетичних матеріалів створюють з армованих полімерних матеріалів на основі полівінілхлориду (ПВХ) і поліетилену (ПЕ) та пластиків на основі волокон (рис. 1.29).

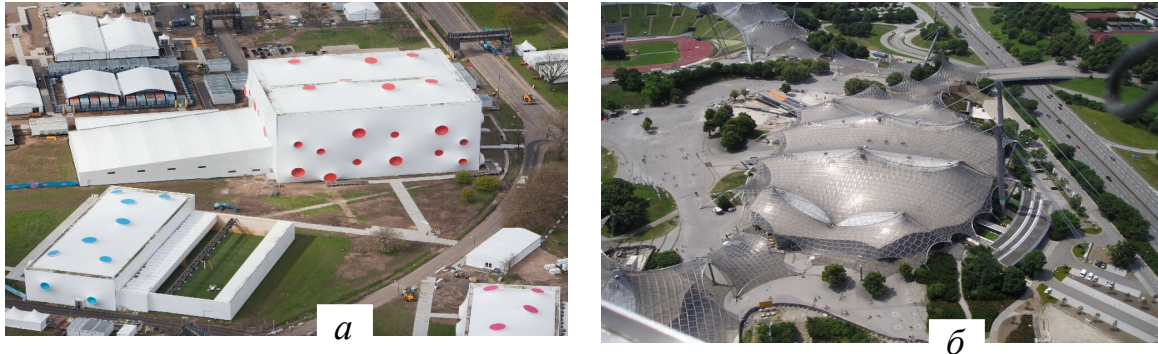


Рис. 1.29. Будівельні системи з синтетичних матеріалів:
a – тимчасові повітроопорні збірно-розбірні споруди олімпіади в м. Лондон 2012 р.; *б* – тентові конструкції олімпійських споруд, Мюнхен, 1972 р.

За конструктивно-статичними характеристиками, для правильного вибору розрахункової схеми, будівлі поділяють на п'ять груп конструктивних систем – стінову, каркасну, об'ємноблокову, стовбурову і оболонкову (рис. 1.30).

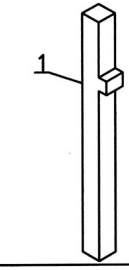
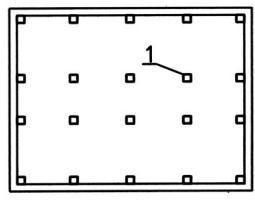
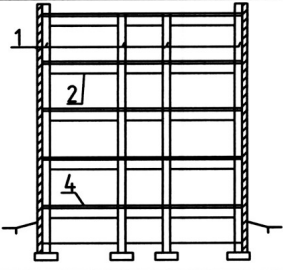
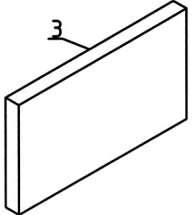
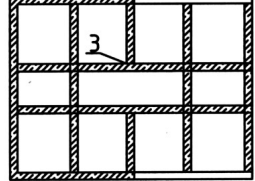
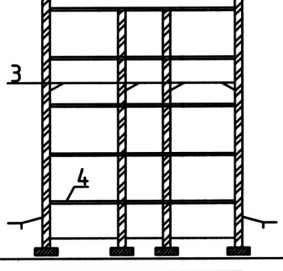
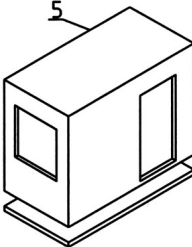
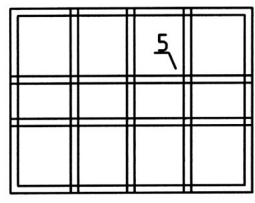
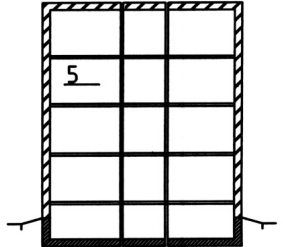
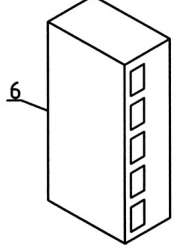
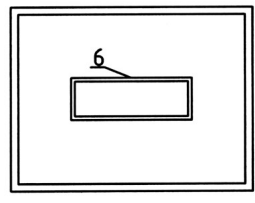
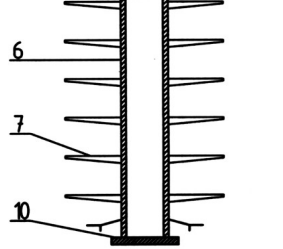
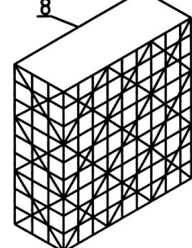
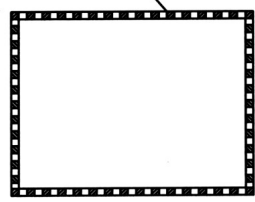
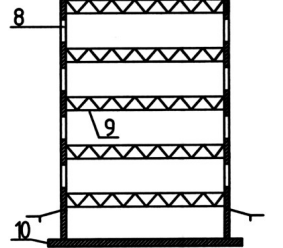
Констр. система	Вид вертикальної несучої конструкції		Схема плану будівлі	Схема розрізу будівлі	
каркасна	стержнева				
стінова	плоска				
об'ємноблокова	на висоту поверху				
с стовбурова	об'ємно - просторові	внутрішні			
оболонкова	на висоту будівлі	зовнішні			

Рис. 1.30. Основні конструктивні системи будівель:

1 – колона каркаса; 2 – ригель каркаса; 3 – несуча стіна; 4 – перекриття; 5 – об'ємний блок; 6 – стовбур жорсткості; 7 – перекриття консольного типу;

Конструктивна система будівлі – загальна конструктивно-статична характеристика, зумовлена сукупністю поєднаних несучих вертикальних і горизонтальних конструкцій, що сприймають усі навантаження та впливи і надають їй міцності, просторової жорсткості та стійкості.

Конструктивна система будівлі характеризує її конструктивне рішення, що визначене видом вертикальних несучих конструкцій, які у поєднанні з горизонтальними конструкціями утворюють несучий остов. **Горизонтальні несучі конструкції** будівель (перекриття і покриття) сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження і впливи та передають їх на вертикальні несучі конструкції, які далі передають ці навантаження через фундаменти на ґрунтові основи. Горизонтальні несучі конструкції зазвичай є однотипними – це жорсткі диски із збірного або монолітного залізобетону. **Вертикальні несучі конструкції** різноманітні, а тому є класифікаційними ознаками конструктивних систем: площинні (стіни, діафрагми); стержневі (колони); об'ємно-просторові заввишки в один поверх (об'ємні блоки); внутрішні об'ємно-просторові стовбури жорсткості замкнутого перерізу на висоту будівлі; зовнішні об'ємно-просторові на висоту будівлі у вигляді тонкостінних оболонки замкнутого перерізу.

Крім основних груп конструктивних систем, у будівництві широко використовують **комбіновані конструктивні системи**, в яких вертикальні несучі конструкції компонують з різних видів: стін і колон каркаса, стін і об'ємних блоків, колон і стовбурів жорсткості тощо. До комбінованих конструктивних систем належать такі: **каркасно-стінова, об'ємно-каркасна, каркасно-стовбурова, каркасно-оболонкова, об'ємно-стінова, стовбурово-стінова, оболонково-діафрагмова, об'ємно-стовбурова, стовбурово-оболонкова, об'ємно-каркасно-діафрагмова, каркасно-стовбурово-діафрагмова, каркасно-стовбурово-оболонкова, каркасно-підвісна, стовбурово-підвісна** та інші (рис. 1.31).

Конструктивна схема будівлі характеризується складом, розміщенням і характером статичної роботи (типом з'єднання конструкцій між собою) основних несучих вертикальних і горизонтальних конструктивних елементів. Проектуючи будівлі, раціональну конструктивну систему і схему обирають відповідно до об'ємно-планувальних, архітектурно-композиційних і економічних вимог. Масові об'єкти будівництва проектують переважно на основі різноманітних варіантів стінових і каркасних конструктивних систем.

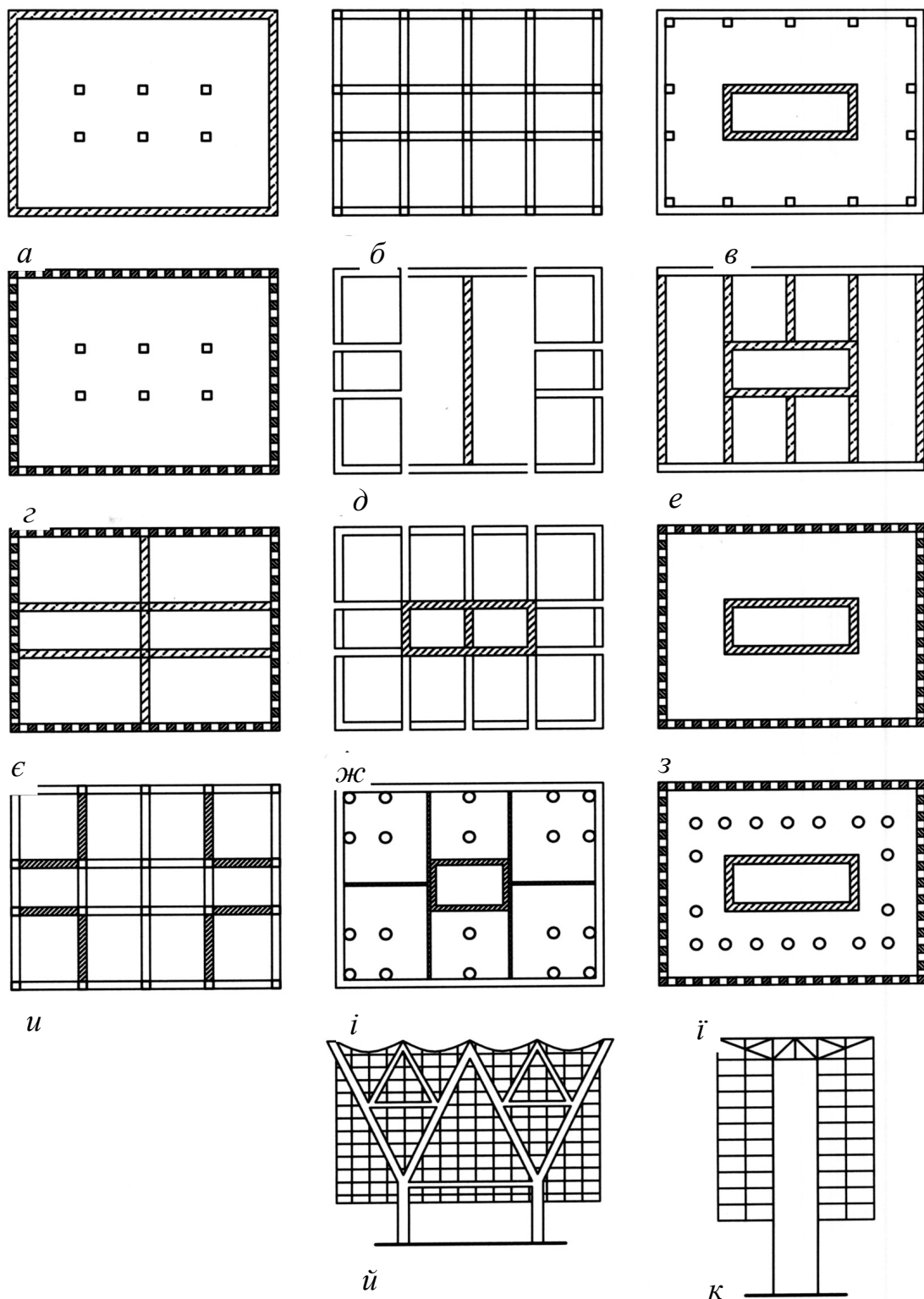


Рис. 1.31. Комбіновані конструктивні системи будівель:

a – каркасно-стінова; *б* – об’ємно-каркасна; *в* – каркасно-стовбутова;
г – каркасно-оболонкова; *д* – об’ємно-стінова; *е* – стовбурово-стінова;
є – оболонково-діафрагмова; *ж* – об’ємно-стовбутова; *з* – стовбурово-
оболонкова; *и* – об’ємно-каркасно-діафрагмова; *і* – каркасно-стовбурово-
діафрагмова; *ї* – каркасно-стовбурово-оболонкова; *к* – стовбурово-підвісна

У будівлях стінової конструктивної системи вертикальними несучими елементами є стіни, а горизонтальними – плити або балки з настилами між ними. Цю систему використовують у проектуванні житлових будинків заввишки до 25 поверхів і нежитлових громадських будівель – дитячих дошкільних закладів, шкіл, лікарень тощо.

Конструктивні схеми будівель стінової конструктивної системи класифікують за розміщенням вертикальних несучих стін та відстанню між ними. Виділяють **перехресно-стінову, поперечно-стінову і поздовжньо-стінову конструктивні схеми**. Для будівель стінової конструктивної системи поперечних і поздовжньо-поперечних конструктивних схем використовують поняття з малим (2400...4500 мм), змішаними і великим (6000...7200 мм) кроком несучих стін (рис. 1.32).

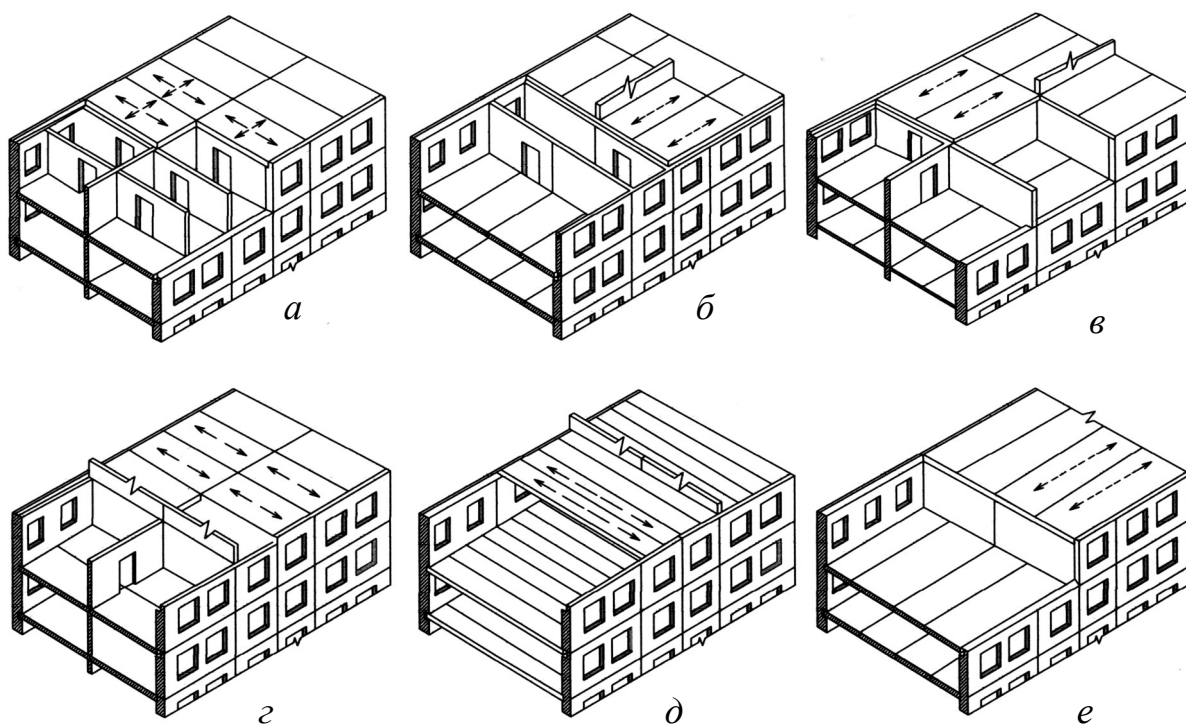


Рис. 1.32. Конструктивні схеми будівель стінової конструктивної системи:
a – з перехресним розміщенням внутрішніх несучих стін за малого кроку поперечних стін; *б* – із змішаним (малим і середнім) кроком поперечних несучих стін і самонесучими поздовжніми стінами; *в* – із середнім кроком поперечних несучих стін і самонесучими поздовжніми; *г* – з поздовжніми зовнішніми і внутрішніми несучими стінами і великим кроком поперечних самонесучих стін; *д* – з поздовжніми зовнішніми несучими стінами з великим прогоном і великим кроком поперечних самонесучих стін; *е* – з великим кроком несучих поперечних стін і самонесучими поздовжніми

У будівлях каркасної конструктивної системи вертикальними несучими елементами є колони або пілони, а горизонтальними – балки, ригелі,

ферми або плити, які сприймають силові навантаження і надають міцності, жорсткості та стійкості будівлі в цілому. Ця система є основою для проєктування багатопверхових житлових будинків, а також нежитлових будівель різного призначення і поверховості (готельних, адміністративних, офісних, промислових тощо).

Конструктивні схеми багатопверхових каркасних будівель розрізняють за розрахунковою схемою каркаса (рамною або в'язевою) і поділяють на **рамні, рамно-в'язеві та в'язеві** (рис. 1.33).

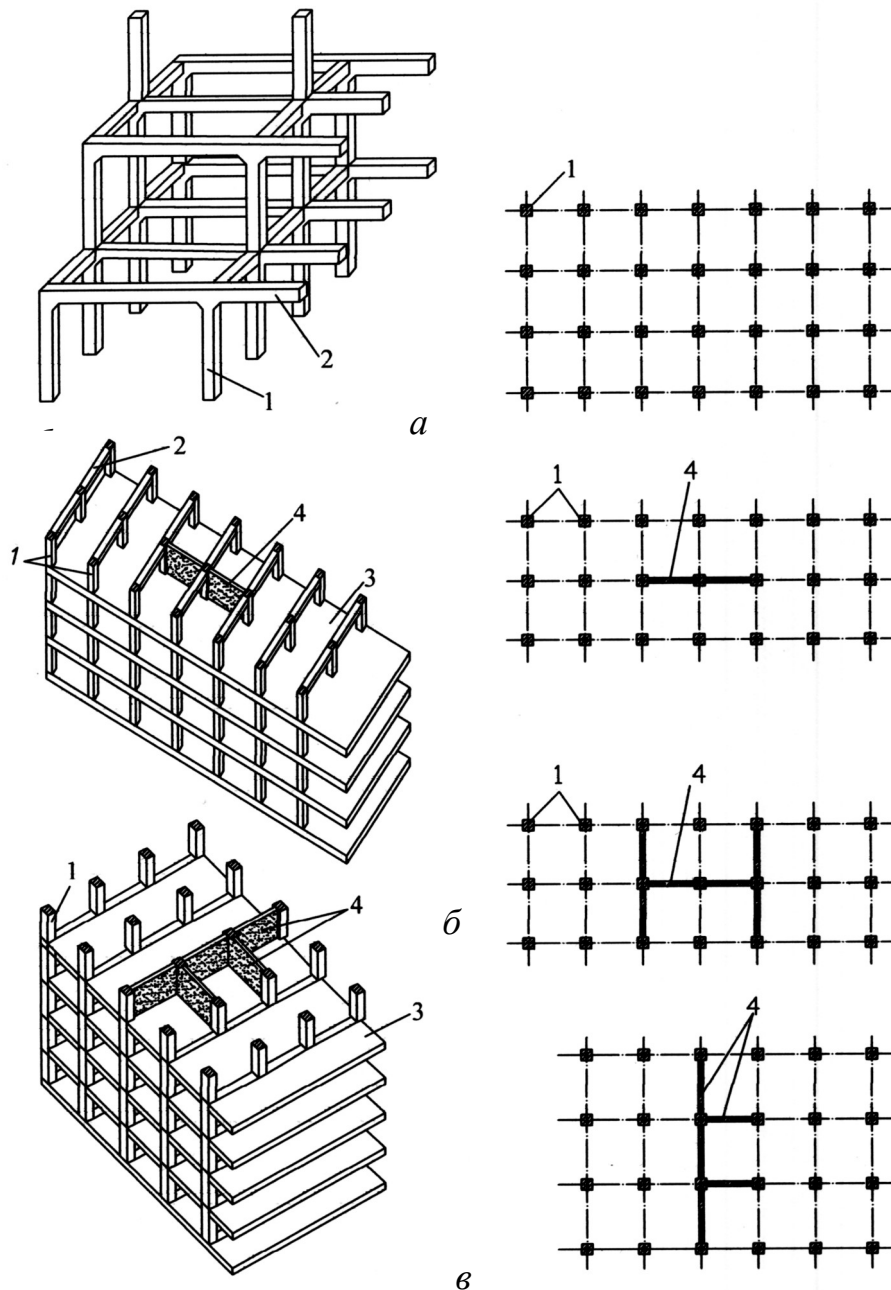


Рис. 1.33. Конструктивні схеми будівель каркасної конструктивної системи:

а – рамна; *б* – рамно-в'язева; *в* – в'язева; 1 – колона; 2 – ригель; 3 – жорсткий диск перекриття; 4 – діафрагма жорсткості

Рамний каркас будівель складається з жорстко з'єднаних колон з ригелями, які утворюють плоскі та просторові рами, об'єднані конструкціями перекриттів і покриттів.

В'язевий каркас будівель складається з колон, шарнірно приєднаних до них ригелів і системи в'язів, до яких входять вертикальні стержневі в'язі та діафрагми жорсткості, а також диски перекриттів.

Рамно-в'язевий каркас будівель складається з жорстких рам і в'язів у вигляді вертикальних (нахилених) конструкцій і дисків перекриттів, які об'єднують рами у єдину просторову конструкцію.

Безригельний каркас будівель – вид каркаса, в якому немає ригелів, а перекриття і покриття, у загальному випадку, працюють як плити, жорстко сперті на окремі опори у вигляді колон або пілонів. Характерною рисою каркасних будівель є чіткий розподіл елементів на несучі та огорожувальні конструкції, що дає змогу використовувати найраціональніші матеріали: жорсткі та міцні – для несучих; легкі, тепло- і звукоізоляційні – для огорожувальних.

Таким чином, просторові структури багатопверхових каркасних будівель складаються з окремих плоских каркасів, розміщених у поздовжньому та поперечному напрямках. У каркасних будівлях рамної конструктивної схеми вертикальні та горизонтальні навантаження сприймають колони, жорстко з'єднані балками або плоскими дисками перекриттів (безригельний каркас). У каркасних будівлях рамно-в'язевої конструктивної схеми вертикальні та частину горизонтальних навантажень сприймають колони, жорстко з'єднані з балками поперечного напрямку, а іншу частину горизонтальних навантажень – діафрагми жорсткості та в'язі, влаштовані між колонами у поздовжньому напрямку. У каркасних будівлях в'язевої конструктивної схеми вертикальні навантаження сприймають колони, об'єднані з дисками перекриттів, а горизонтальні – вертикальні діафрагми жорсткості або в'язі, влаштовані між колонами у поперечному і поздовжньому напрямках.

У будівлях **об'ємно-блокової конструктивної системи** вертикальними несучими елементами є просторові призматичні конструктивні елементи заввишки один поверх (об'ємні блоки вагою до 25 т), які встановлюють один на другий і з'єднують між собою за допомогою гнучких або жорстких в'язів.

Об'ємний блок – це велика просторова конструкція, яка обмежує визначений об'єм будівлі, має достатню міцність, жорсткість і стійкість.

Об'ємні блоки поділяють так: **за призначенням** – житлові кімнати, кухні, санітарно-технічні вузли, сходи, ліфти і ліфтові холи, цокольні, горищні покриття, холи, лоджії, балкони, еркери, коридори, шахти ліфтів тощо (рис. 1.34); **за несучою здатністю** – несучі, самонесучі; **за конструктивним рішенням** – каркасні, безкаркасні; **за видом матеріалу** – бетонні, небетонні, змішані; **за способом виготовлення** – монолітні

(цільноформовані) та збірні (складені) з окремих плоских елементів; за умовами спирання – з точковим спиранням у кутах, з лінійним спиранням по двох протилежних боках або по контуру (рис. 1.35); за конструктивно-технологічним типом – «ковпак», «стакан», «лежачий стакан», «труба», «стіл», «кільце» (рис. 1.36).

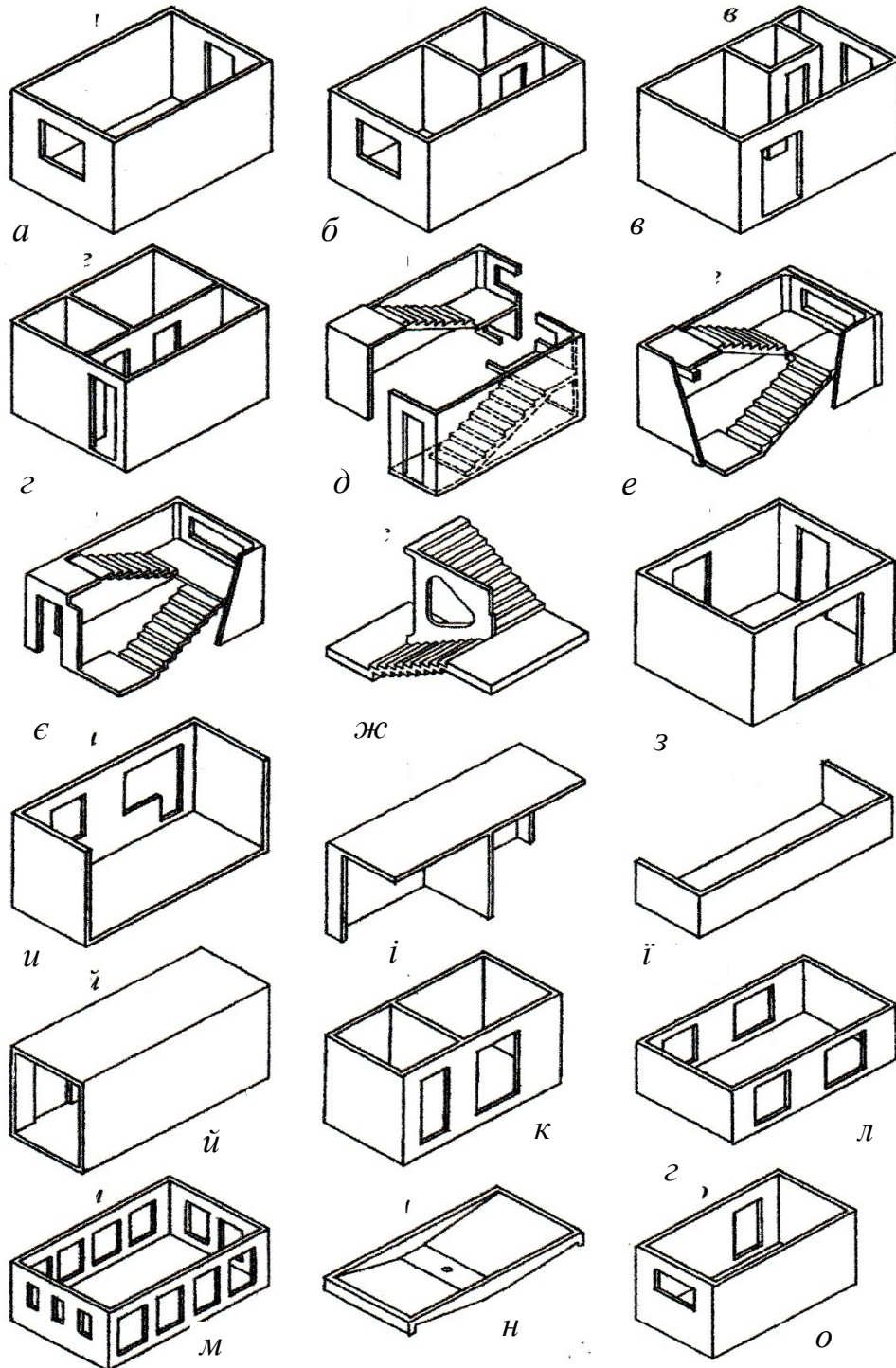


Рис. 1.34. Типи об'ємних блоків за призначенням:

a – кімната; *б* – санітарно-кухонний; *в* – санітарно-технічний; *г* – ліфт і ліфтовий хол; *д...ж* – сходи; *з* – хол; *и* – лоджія; *і* – балкон із стіною; *ї* – балкон без стіни; *й* – коридор; *к* – шахта ліфтів; *л* – цоколь; *м* – горищне покриття; *н* – покриття безгорищне; *о* – машинне приміщення ліфта

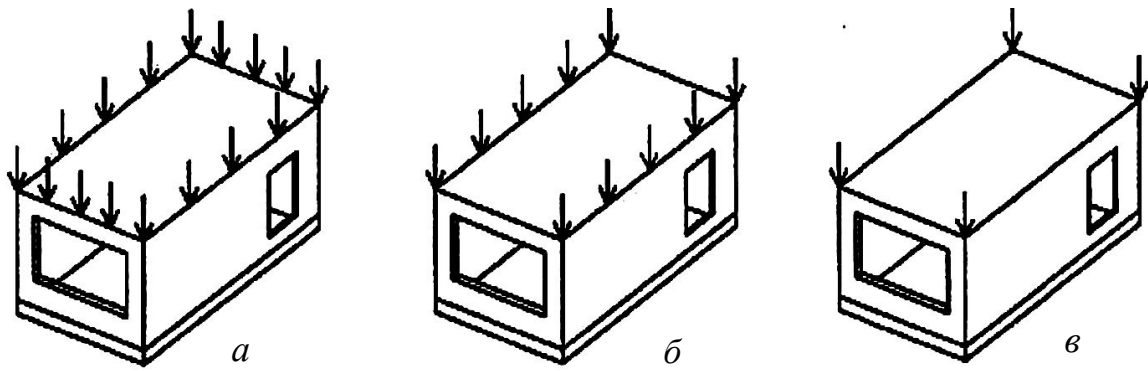


Рис. 1.35. Конструктивні схеми будівель об'ємноблокової конструктивної системи за умовами спирання об'ємних блоків:

a – по контуру; *б* – по двох протилежних боках; *в* – у кутах

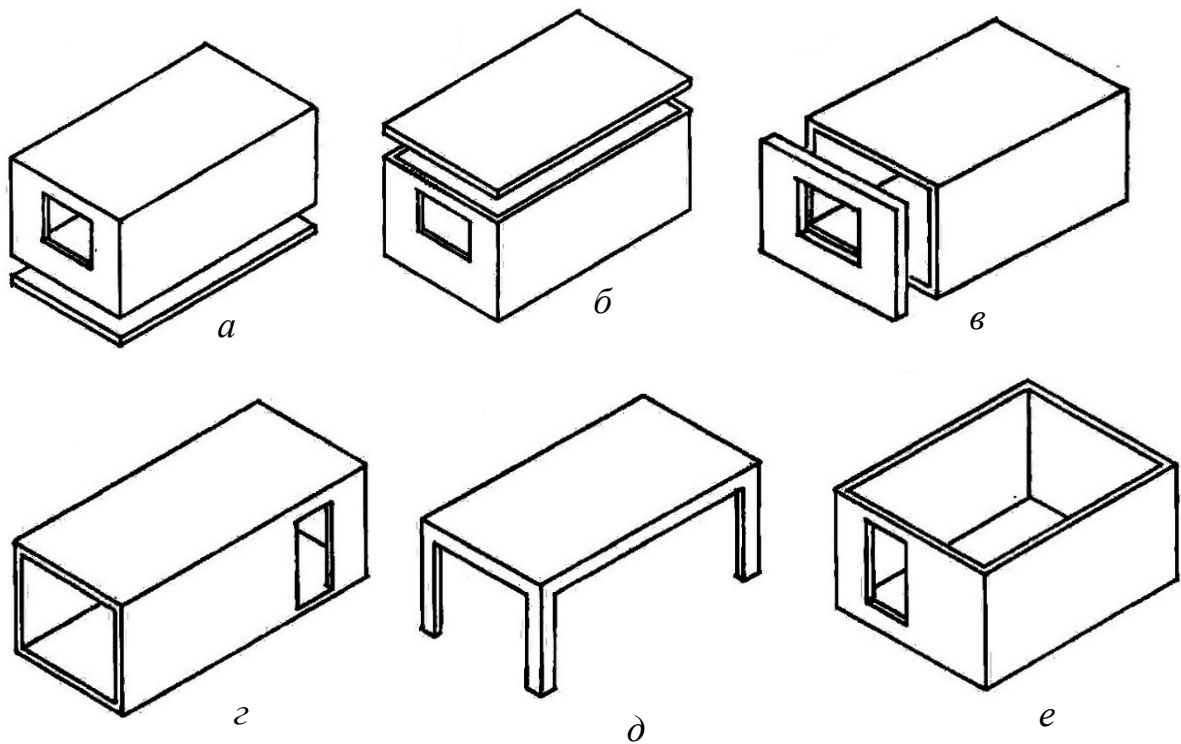


Рис. 1.36. Конструктивні схеми будівель об'ємноблокової конструктивної системи за конструктивно-технологічним типом:

a – ковпак; *б* – стакан; *в* – лежачий стакан; *г* – труба; *д* – стіл; *е* – кільце

Конструктивні схеми в багатоповерхових будівлях об'ємноблокової конструктивної системи розрізняють за взаємним розміщенням об'ємних блоків у просторі: рядове (регулярне) розміщення об'ємних блоків (рис. 1.37, *a*); зміщення об'ємних блоків у плані в повздовжньому або поперечному напрямках (рис. 1.37, *б*); шахове розміщення об'ємних блоків в плані та за висотою і використання збірних залізобетонних стінових панелей і плит перекриттів (рис. 1.37, *в*).

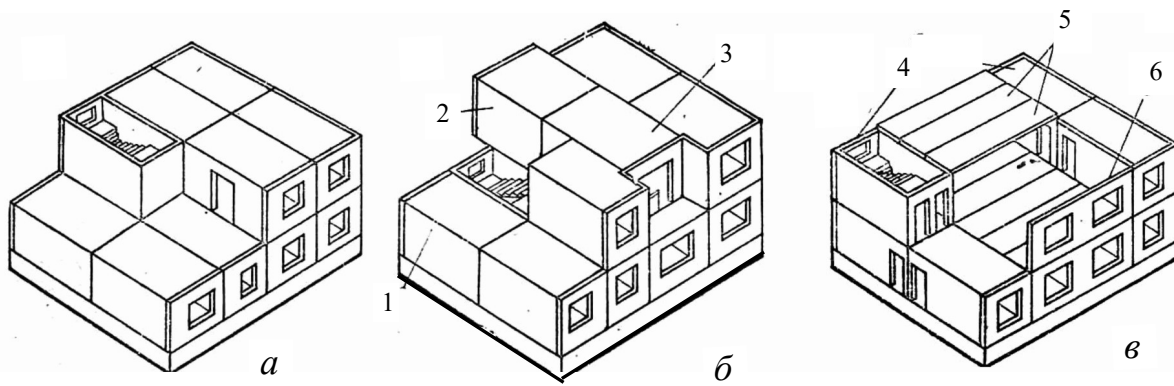


Рис. 1.37. Конструктивні схеми об'ємноблокових будівель:

а – з рядовим розміщенням об'ємних блоків; *б* – із зміщенням об'ємних блоків у плані в поперечному напрямку; *в* – з шаховим розміщенням об'ємних блоків у плані та використанням збірних залізобетонних стінових панелей і плит перекриттів; 1 – рядовий об'ємний блок; 2 – виступний об'ємний блок; 3 – западистий об'ємний блок; 4 – об'ємний блок сходової клітки; 5 – плити перекриття; 6 – стінова панель

Об'ємноблокову конструктивну систему використовують здебільшого для спорудження багатоповерхових будівель з регулярним влаштуванням приміщень невеликих розмірів, малоповерхових житлових будинків та окремо розміщених допоміжних будівель – блок-постів, складів, гаражів, пересувних модулів тощо.

У будівлях стовбурової конструктивної системи вертикальним несучим елементом є внутрішні стовбури жорсткості замкнутого перерізу, що проходять на всю висоту та сприймають як вертикальні, так і горизонтальні (вітрові, сейсмічні, вибухові) навантаження, а горизонтальні конструкції перекриттів і покриття передають навантаження на стовбури, до яких прикріплюються (рис. 1.38). Несучі стовбури виконують переважно з монолітного залізобетону завтовшки 400...1200 мм у нижніх поверхах і 200...600 мм – у верхніх. В будівлях стовбурової конструктивної системи може бути один або декілька стовбурів жорсткості. Форми стовбурів жорсткості в плані беруть у вигляді квадрата, прямокутника, трикутника, багатокутника або круга.

Варіанти основних конструктивних схем в будівлях стовбурової конструктивної системи класифікують залежно від способу спирання конструкцій поверхів і передавання навантажень на стовбури жорсткості:

- з перекриттями, консольно прикріпленими до стовбура (рис. 1.38, *а*);
- зі спиранням несучих конструкцій поверхів на одну або декілька консольних опор (рис. 1.38, *б*);
- з перекриттями, закріпленими на сталевих підвісках до балкового оголовка верхньої частини стовбура (рис. 1.38, *в*, *г*, *д*).

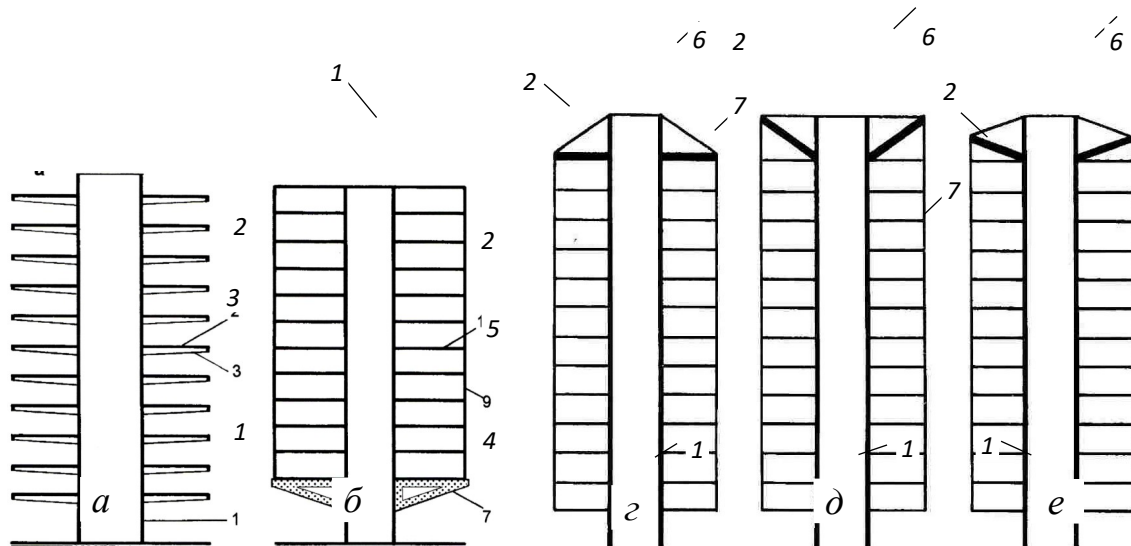


Рис. 1.38. Конструктивні схеми будівель стовбурової конструктивної системи з одним стовбуром жорсткості: *a* – з перекриттями, консольно закріпленими до стовбура; *б* – зі спиранням несучих конструкцій поверхів на консольну опору; *в, г, д* – з одним балковим оголовком різної геометрії; 1 – стовбур жорсткості; 2 – плита перекриттів; 3 – консольна балка; 4 – консольна опора; 5 – колона; 6 – балковий оголовок; 7 – сталева підвіска

У будівлях оболонкової конструктивної системи несучими вертикальними елементами є просторові тонкостінні або стержньові оболонки замкнутих перерізів зовнішніх стін, що проходять через всю висоту і сприймають вертикальні та горизонтальні (вітрові, сейсмічні, вибухові) навантаження, а горизонтальні конструкції перекриттів і покриттів передають навантаження на конструкції оболонок, до яких закріплюються.

Основні конструктивні схеми в будівлях оболонкової конструктивної системи класифікують залежно від розміщення та кількості оболонок: із зовнішньою оболонкою «*tube*»; з подвійною зовнішньою та внутрішньою оболонками «*tube in tube*»; з багатосекційними оболонками «*truss megatube*» (рис. 1.39).

Будівлі оболонкової конструктивної системи мають підвищену просторову жорсткість, а тому використовувати її раціонально для будівель заввишки понад 200 м за великих горизонтальних навантажень – сейсмічних, вітрових, вибухових.

Окрім основних конструктивних систем застосовують **комбіновані конструктивні системи** будівель, в яких одночасно використовують різні типи вертикальних несучих конструкцій: каркасно-стінові; каркасно-оболонкові, об'ємноблоково-стінові; стовбурово-стінові; каркасно-

об'ємноблокові; каркасно-стовбурові; стовбурово-об'ємноблокові та інші (рис. 1.31, 1.40).

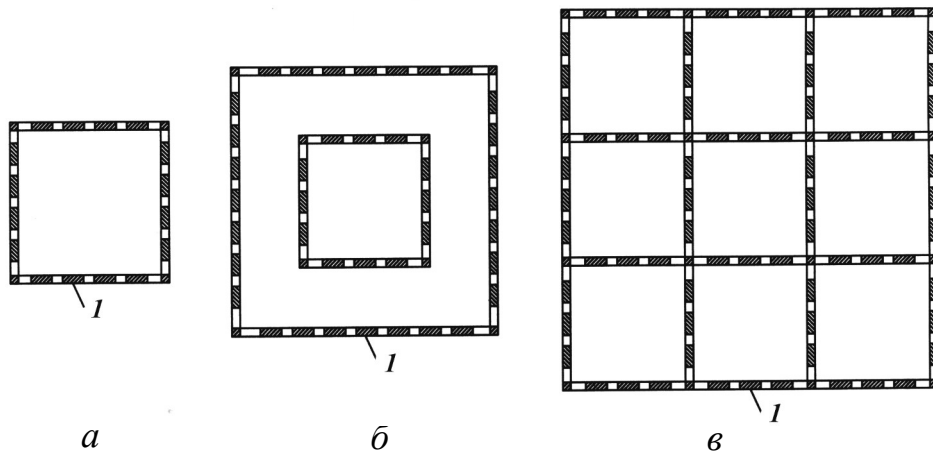


Рис. 1.39. Схеми планів конструктивних схем будівель оболонкової конструктивної системи:

a – із зовнішньою оболонкою «tube»; *б* – з подвійною зовнішньою та внутрішньою оболонками «tube in tube»; *в* – з багатосекційними оболонками «trass megatube»

З названих комбінованих конструктивних систем найбільшого поширення в Україні набули каркасно-стінові (рис. 1.40, *a*) і каркасно-стовбурові конструктивні системи (рис. 1.40, *в, з, є*).

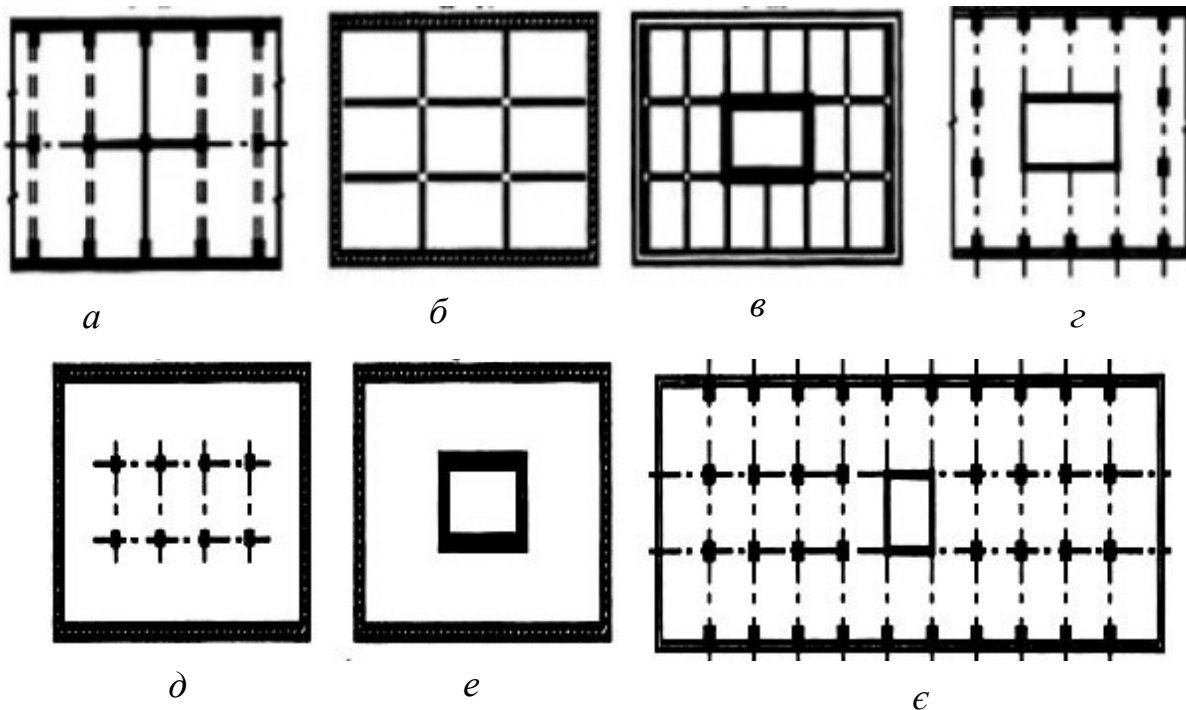


Рис. 1.40. Схеми планів будівель комбінованих конструктивних систем:

a – каркасно-стінова; *б, д* – каркасно-оболонкова; *в, з, є* – каркасно-стовбурові; *e* – оболонково-стовбуrowa

Лекція 2

Вимоги до будівель. Основні положення розрахунків конструкцій. Класи відповідальності будівель та основи їх проєктування

2.1. Основні вимоги до будівель та їх елементів

Будь-яка будівля або інженерна споруда повинна бути відповідна вимогам **функціонально-технологічної доцільності, заощадження енергії, надійності та конструктивної безпеки, архітектурно-художньої виразності, економічності.**

Функціонально-технологічні вимоги полягають у відповідності будівлі своєму призначенню – функції (технології) зі створення найкращих умов для побутування або праці людей, їх навчання, відпочинку, лікування та інших процесів, для яких будівля призначена.

Функціональні властивості будівлі, які потрібні для її нормальної експлуатації, визначаються організацією внутрішнього простору, параметрами мікроклімату в приміщеннях, світловим і звуковим режимами, умовами видимості і зорового сприйняття, санітарно-технічним та інженерним обладнанням.

Організація внутрішнього простору в будівлях припускає:

- визначення (призначення) кількості різних приміщень та їх груп;
- вибір геометричних параметрів приміщень;
- взаємне розташування і функціональне зонування приміщень із забезпеченням горизонтальними і вертикальними комунікаціями (коридорами, сходами, пандусами, ліфтами, ескалаторами);
- розміщення технологічного і піднімально-транспортного обладнання в промислових будівлях;
- доцільну організацію робочих місць і створення зручних умов праці;
- дотримання умов і психофізіологічних закономірностей естетичного впливу внутрішнього простору на людей.

Мікроклімат приміщення – це стан внутрішнього середовища, який впливає на людину, характеризується показниками температури повітря і огорожувальних конструкцій, вологістю і рухомістю повітря, а також вмістом у повітрі хімічних і механічних домішок.

Оптимальними параметрами мікроклімату приміщень є поєднання значень його показників, які за тривалого і систематичного впливу на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму і відчуття комфорту людей, які в них перебувають. Досягають потрібних параметрів

сукупністю заходів містобудівного, об'ємно-планувального, конструктивного та інженерно-технічного характеру.

До поняття благоустрою будівлі належить якісне опорядження внутрішніх приміщень, фасадів та прилеглої території. Благоустрій створює зручності для підвищення комфортності проживання, покращення умов праці, задоволення потреб у відпочинку тощо.

Сучасні вимоги до рівня комфортності проживання і безпечної життєдіяльності людей задовольняє проектування **«інтелектуальних» будівель**, в яких управління їх експлуатацією автоматизоване і відбувається з мінімальним втручанням людини.

Вимоги ощадливого використання енергії зумовлені глобальним подорожчанням енергоносіїв. Підвищення енергоефективності будівель є одним з основних напрямів розвитку й удосконалення будівельної індустрії. У концепцію **енергозберігаючої будівлі** входить ізоляція зовнішніх несучих і огорожувальних конструкцій за допомогою теплоізолювальних матеріалів, а також специфічні інженерні рішення для покращення систем вентиляції та теплопостачання.

За визначенням *ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»* [14] **енергетична ефективність будівлі** – це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання задовольняти протягом очікуваного життєвого циклу побутові потреби людини та створювати оптимальні мікрокліматичні умови для її життєдіяльності у приміщеннях за нормативно допустимого рівня витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання відповідно до місцевих кліматичних умов.

Концепція проектування енергоефективної будівлі полягає у застосуванні комплексу архітектурно-планувальних, об'ємно-просторових, конструктивних та інженерних рішень: мінімізація теплових витрат через огорожувальні конструкції шляхом створення неперервного утеплення і повітронепроникної зовнішньої оболонки; максимальне використання ресурсів альтернативних джерел енергії; використання примусової вентиляції з утилізацією надлишкового тепла; застосування сучасного інженерного обладнання (рекупераційні установки, теплообмінники, теплові насоси, геліоколектори тощо).

Вимогами надійності та конструктивної безпеки будівельного об'єкта є його відповідність призначенню та здатність зберігати достатні експлуатаційні властивості протягом встановленого терміну експлуатації.

Надійності будівель та їх елементів досягають одночасним дотриманням вимог до конструктивних і об'ємно-планувальних рішень,

вибору матеріалів конструкцій, методів розрахунку, проектування та контролю якості робіт в процесі виготовлення конструкцій та їх зведення та дотриманням правил технічної експлуатації за ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд» [11].

Конструктивна надійність будівлі – це забезпечення необхідної міцності, стійкості, жорсткості та довговічності роботи їх конструкцій протягом визначеного терміну експлуатації.

Міцність – здатність будівлі та її конструкцій сприймати силові навантаження і впливи без руйнування та істотних залишкових деформацій.

Жорсткість – це здатність будівлі та її конструкцій чинити опір деформаціям і переміщенням, не втрачати незмінної геометричної форми і положення, виконувати свої статичні функції під впливом навантажень протягом всього терміну експлуатації без надлишкових деформацій.

Жорсткість будівель стінової конструктивної системи залежить від жорсткості поздовжніх і поперечних стін, які у рівнях поверхів з'єднані з жорсткими дисками перекриттів. Жорсткості каркасних будівель із стержневими конструкціями досягають, вводячи в систему каркаса додаткові стержневі, плоскі або об'ємно-просторові елементи (в'язи діафрагми або стовбури жорсткості), а також за допомогою жорстких рамних вузлів з'єднання елементів каркаса (рис. 2.1).

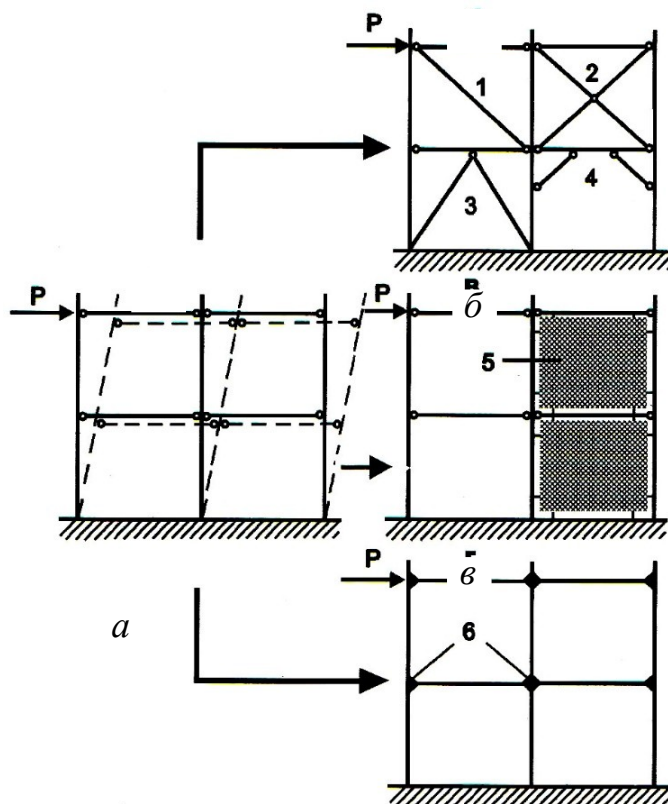


Рис. 2.1. Способи забезпечення жорсткості каркасних будівель:

a – змінювана стержнева система; *б* – незмінювана система із стержневими в'язями жорсткості; *в* – незмінювана система з плоскими або об'ємно-просторовими в'язями жорсткості; *г* – незмінювана система з жорсткими рамними вузлами; 1 – розкісна в'язь; 2 – хрестова в'язь; 3 – напіврозкісна в'язь; 4 – підкоси; 5 – діафрагма або ядро жорсткості; 6 – жорсткі рамні в'язі

Стійкість – здатність будівлі зберігати рівновагу під час силових навантажень і впливів, тобто чинити опір зусиллям, які намагаються вивести її зі стану статичної або динамічної рівноваги – чинити опір перекиданню. Втрата стійкості будівлі може відбуватися внаслідок нерівномірної осадки фундаментів і (або) дії горизонтальних динамічних навантажень (вітрових, сейсмічних). Стійкості будівлі досягають доцільним з'єднанням і розміщенням конструкцій відповідно до величини та напрямку зовнішніх зусиль. Для надійної стійкості висотних будівель за великих горизонтальних навантажень потрібно, щоби рівнодійна вертикальних навантажень і тиску вітру проходила через підшову фундаменту (рис. 2.2, а).

Стійкість висотних будівель залежить від їх конфігурації, а саме форми, об'єму, розмірів, проектного положення.

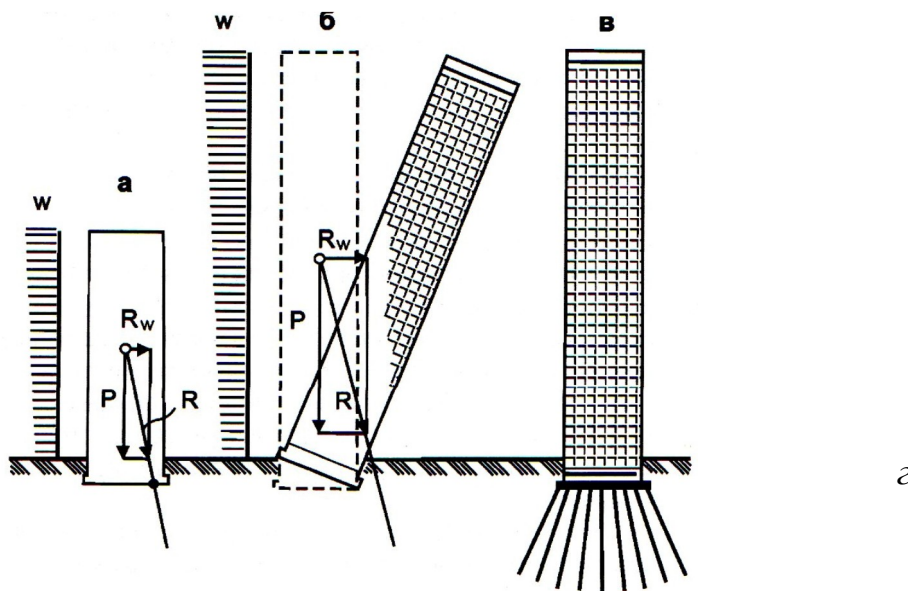
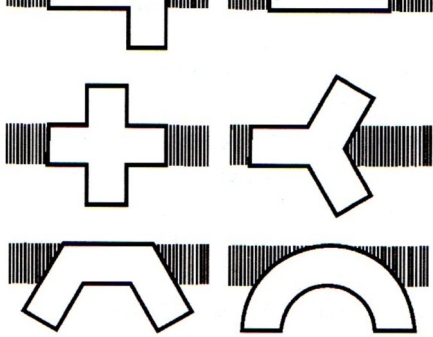


Рис. 2.2. Принципи забезпечення стійкості будівель:

- a* – будівля стійка; *б* – будівля нестійка (може перекидатися);
- в* – будівля стійка (затиснута в ґрунтових основах від перекидання);
- г* – будівля стійка (звуженням догори); *д* – надання будівлі більшої стійкості зміною форми плану

д



– це її об'єми, розміри, тип і проектне положення ефективною формою будівлі з погляду стійкості з вузьким корпусом (будівля-пластина), тому що діють вітрові сили (парусність), і вузьку опорну частину (рис. 2.2). Для підвищення стійкості рекомендується проектувати будівлі ефективних конфігурацій: з розвитком форм планів (рис. 2.2, д); із зменшенням об'ємів догори (рис. 2.2, з); з обтічними циліндричними і близькими до них формами.

Для надійної міцності, стійкості та жорсткості будівель і споруд всі окремі конструкції повинні бути довговічними.

Довговічність – це здатність будівлі або споруди та її елементів не втрачати у часі функцій та заданих властивостей у певних умовах за встановлених режимів експлуатації без руйнувань і деформацій.

Довговічність залежить від характеристик матеріалів: **повзучості** – процесів безперервних малих деформацій, які відбуваються в матеріалах в умовах тривалої дії навантажень; **морозостійкості** – здатності вологих матеріалів протистояти багаторазовим поперемінним заморожуванням і розморожуванням; **вологостійкості** – здатності протистояти руйнівній дії вологи; **корозієстійкості** – здатності чинити опір руйнуванням, які спричинені хімічними або електрохімічними процесами; **біостійкості** – здатності органічних будівельних матеріалів протистояти руйнівним діям комах і мікроорганізмів.

Ступінь довговічності – термін експлуатації будівель та їх конструкцій, що вимірюється роками. Установлено три ступені довговічності: I ступінь – термін служби не менше, ніж 100 років; II ступінь – не менше, ніж 50 років; III ступінь – не менше, ніж 20 років.

Противопожежні вимоги

Пожежна безпека об'єкта будівництва – стан об'єкта, за якого з регламентованою вірогідністю унеможливорюється виникнення і розвиток пожежі та вплив на людей небезпечних факторів пожежі, а також унебезпечуються матеріальні цінності. Засоби і способи пожежного захисту будівель регламентують норми та правила *ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»* [9].

Основні принципи пожежної безпеки: збереження несучої здатності будівельних конструкцій протягом певного часу; обмежене утворення і поширення вогню та диму всередині об'єкта; обмежене поширення вогню на сусідні будівельні об'єкти; люди мали змогу покинути об'єкт або їх врятовано іншим способом; дотримано безпеки рятувальних команд.

Основні нормативні показники пожежної безпеки об'єктів будівництва: ступінь вогнестійкості будівель; мінімальна межа

вогнестійкості конструкцій; максимальна межа поширення вогню будівельними конструкціями; група горючості будівельного матеріалу.

За ступенем вогнестійкості будівлі поділяють за класами вогнестійкості будівельних конструкцій і групами поширення вогню по цих конструкціях (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Ступінь вогнестійкості будівлі та класи вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості будівель	Мінімальні значення класів вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні значення груп поширення вогню по них								
	Стіни				колони	сходові площадки, косоури, сходи, марші сходових кліток	перекриття міжповерхові (у т. ч. горищні та над підвалами)	Елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні несучі	внутрішні несучі (перегородки)				плити, настили, прогони	балки, ферми, ферми
I	REI 150 M0	REI 90 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15, M0 E 30, M1	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормується	
IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E 15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0
IIIб	REI 60 M1	REI 30 M1	E 15, M0 E 30, M1	EI 15 M1	R 60 M1	R 45 M0	REI 45 M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45 M1
IV	REI 30 M1	REI 15 M1	E 15 M1	EI 15 M1	R 30 M1	R 15 M1	REI 15 M1	Не нормується	
IVa	REI 30 M1	REI 15 M1	E 15 M2	EI 15 M1	R 15 M0	R 15 M0	REI 15 M0	RE 15 M2	R 15 M0
V	Не нормується								

Вогнестійкість – здатність будівель, будівельних конструкцій та їх елементів не втрачати своїх несучих й огорожувальних функції за умов пожежі.

Ступінь вогнестійкості будівель установлюють залежно від їх класу відповідальності, народногосподарського та соціального значення, призначення, категорії з вибухопожежної та пожежної небезпеки, умовної висоти, площі поверху в межах протипожежного відсіку тощо.

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд – нормована характеристика, яку визначають їх будівельні конструкції та межі поширення вогню по цих конструкціях. Вимоги ступеня вогнестійкості будівель установлюють на стадії проектування за мінімальними межами вогнестійкості основних конструктивних елементів у хвилинах і максимальними межами поширення вогню по них у сантиметрах. Кожному ступеню вогнестійкості будівель відповідні: **мінімальна межа вогнестійкості конструкцій** – час в годинах, протягом якого конструкція чинить опір дії вогню; **максимальна межа поширення вогню по будівельних конструкціях**, яка визначає допустимий розмір пошкодження конструкції у сантиметрах.

Будівельні конструкції класифікують за вогнестійкістю та здатністю поширювати вогонь. Показником **вогнестійкості будівельних конструкцій** та **будівель** загалом є **межа вогнестійкості конструкції**, що визначається часом у хвилинах від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції: **втрати несучої спроможності R** ; **втрати цілісності E** ; **втрати теплоізолювальної спроможності I** .

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності R є обвалення зразка або виникнення граничних деформацій.

Граничним станом за ознакою втрати цілісності E є стан, за якого настає одна з умов:

– загоряння або тління зі світінням ватного тампона, піднесеного до необігрітої поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 до 30 мм протягом проміжку часу від 10 до 30 с;

– виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань, не меншу за 150 мм;

– виникнення тріщини (або отвору), через яку (який) можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм;

– полум'я на поверхні зразка, яка не обігрівається, спостерігається протягом проміжку часу не менше, ніж 10 с.

Граничний стан за ознакою **втрати теплоізолювальної здатності I** є перевищення середньої температури на поверхні конструкції, що не обігривається, над початковою середньою температурою цієї поверхні у середньому більше, ніж на 140 °С або перевищення температури у будь-якій довільній точці цієї поверхні більше, ніж на 180 °С порівняно з температурою конструкції до випробувань.

Межа вогнестійкості конструкції визначається шляхом розрахунку несучої і/або теплоізолювальної здатності конструкції під впливом стандартного температурного режиму. Показником здатності будівельних конструкцій поширювати вогонь є **межа поширення вогню M** , яка вимірюється в сантиметрах. За межею поширення вогню будівельні конструкції поділяють на три групи (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Межі поширення вогню по конструкціях

Позначення	Вид будівельної конструкції	Межа поширення вогню, см
M0	Для горизонтальних і вертикальних конструкцій	0
M1	Для горизонтальних конструкцій	$M \leq 25$
	Для вертикальних конструкцій	$M \leq 40$
M2	Для горизонтальних конструкцій	$M > 25$
	Для вертикальних конструкцій	$M > 40$

Мінімальна межа вогнестійкості конструкцій та максимальна межа поширення вогню по будівельних конструкціях залежить від показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів.

Будівельні матеріали класифікують за показниками пожежної небезпеки: горючістю, займистістю, поширенням полум'я поверхнею, димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння.

За горючістю будівельні матеріали поділяють на негорючі (НГ) та горючі (Г). **Негорючі будівельні матеріали (НГ)** – під впливом вогню або високої температури на їх поверхні не з'являється полум'я, вони не тліють і не обвуглюються (камінь, бетон, залізобетон). **Горючі будівельні матеріали (Г)** – під впливом вогню на їх поверхні з'являється полум'я або тління, яке не припиняється після знищення джерела вогню, виділяються угарні, токсичні гази (деревина, руберойди, пластмаси тощо).

Горючі будівельні матеріали поділяють на чотири групи: Г1 (низької горючості); Г2 (помірної горючості); Г3 (середньої горючості); Г4 (підвищеної горючості).

За займистістю горючі будівельні матеріали поділяють на три групи: В1 (важкозаймисті); В2 (помірнозаймисті); В3 (легкозаймисті).

За поширенням полум'я поверхнею горючі будівельні матеріали поділяють на чотири групи: РП1 (не поширюють); РП2 (локально поширюють); РП3 (помірно поширюють); РП4 (значно поширюють).

За димоутворювальною здатністю горючі будівельні матеріали поділяють на три групи: Д1 (з малою димоутворювальною здатністю); Д2 (з помірною димоутворювальною здатністю); Д3 (з високою димоутворювальною здатністю).

За токсичністю продуктів горіння горючі будівельні матеріали поділяють на чотири групи: Т1 (малонебезпечні); Т2 (помірнонебезпечні); Т3 (високонебезпечні); Т4 (надзвичайно небезпечні).

Протипожежного захисту будівель досягають за допомогою засобів пожежогасіння і пожежної техніки; застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації та пожежогасіння; проектуванням надійних шляхів евакуації, кількості, розмірів і розміщення евакуаційних виходів; використанням основних будівельних конструкцій та матеріалів з нормованими показниками пожежної безпеки; застосуванням просякнення конструкцій антипіренами і нанесенням на їх поверхню вогнезахисних фарб; за допомогою пристроїв, що обмежують поширення пожежі; організацією технічних засобів своєчасного сповіщення, сигналізації, евакуації людей та гасіння пожежі; використанням засобів колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі.

Архітектурно-художні вимоги до будівель пов'язані з вибором їх об'ємно-планувальних рішень відповідно до архітектурного задуму, дотриманням вимог стосовно раціонального використання будівельних матеріалів і виробів будівельної індустрії, ухваленням обґрунтованих конструктивних рішень.

Архітектурно-художньої виразності будівлі досягають не лише завдяки декоративним засобам, а й рішенням його просторових і конструктивних форм, які відображають тектоніку будівлі.

Тектоніка в архітектурі – це фізична структура будівлі, зумовлена взаємним зв'язком несучих й огорожувальних конструктивних елементів, яка визначається властивостями міцності матеріалів і принципами передавання та сприйняття навантажень. Засобами архітектурної виразності будівлі та її конструктивних форм є такі:

- інформативність – відкритість, ясність, цілісність, технологічність;
- ефективність – утилітарна досконалість, раціональність;

- впорядкованість – регулярність, модульність, симетричність, ритмічність, координація та субординація елементів і матеріалів;
- цілісність – гармонійна урівноваженість, виявлення пластичних факторів поєднання цілого з деталями, центра і периферії, співвідношення мас і простору, єдність у різноманітності;
- конструктивність – надійність, міцність, жорсткість, стійкість;
- пластичність – силует, контур, конфігурація;
- масштабність – пропорційний устрій, членування, ступінь збільшення форм;
- використання стильової та художньої структури оформлення – ритміка, орнамент, фактура, колір;
- оригінальність – своєрідність, незвичність, новизна, сучасність.

Економічність архітектурно-технічного рішення будівлі полягає в раціональному вирішенні його об'ємно-планувальних, конструктивних, технологічних (технологія зведення), експлуатаційних і естетичних завдань.

Економічні вимоги зумовлюють мінімальні витрати на будівництво й експлуатацію будівлі. Для цього використовують найбільш раціональні об'ємно-планувальні, конструктивні та архітектурно-композиційні проєктні рішення будівлі, що сприяє оптимальній організації в них функціональних і технологічних процесів. Основними критеріями економічності будівлі є капітальні вкладення для її зведення, експлуатаційні витрати, собівартість зношення та відновлювана вартість будівлі.

Капітальні витрати на зведення будівель залежать від раціональності проєктних об'ємно-планувальних, конструктивних і технічних рішень, доцільного використання будівельних матеріалів і застосування прогресивних методів будівництва.

Експлуатаційні витрати пов'язані з обслуговуванням будівлі протягом терміну експлуатації. Вони складаються з витрат на опалення будівель, електропостачання для освітлення, ліфтового обслуговування, кондиціонування, поточних і капітальних ремонтів.

2.2. Основні положення розрахунків будівельних конструкцій

Навантаження і впливи на будівлі та споруди

У процесі будівництва та під час експлуатації будівель на них діють різноманітні навантаження і впливи, опір яким чинять будівельні конструкції. Загальне навантаження складається з дії зовнішніх впливів і ваги конструкцій будівлі та їх інженерного обладнання (рис. 2.3).

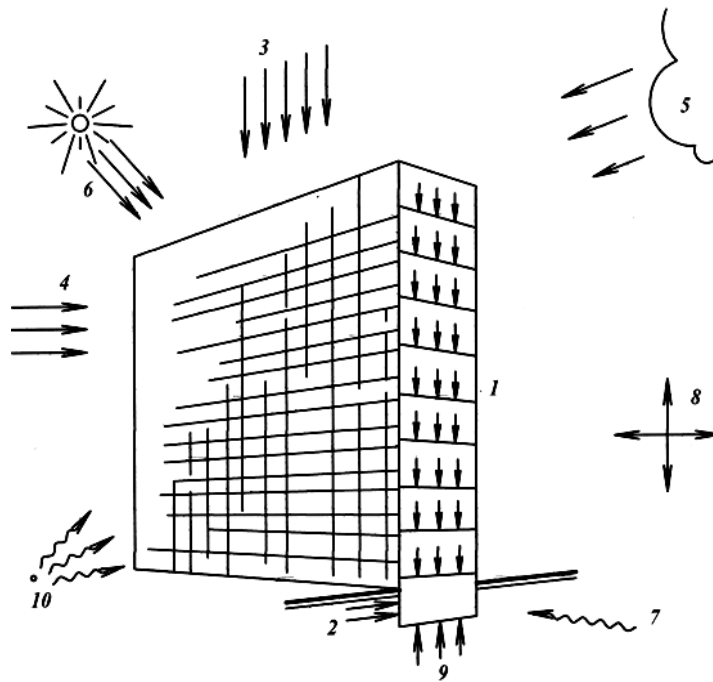


Рис. 2.3. Навантаження та впливи на будівлю:

1 – вага конструкцій та обладнання; 2 – тиск ґрунту; 3 – снігові та ожеледні навантаження; 4 – вітрові навантаження; 5 – температурні впливи; 6 – сонячна радіація; 7 – вплив деформацій ґрунтових основ; 8 – особливі навантаження (сейсмічні, вибухові тощо); 9 – вплив ґрунтової вологи; 10 – вплив шуму

Вплив – будь-яка причина, в результаті якої в конструкції змінюються внутрішні напруження, деформації або інші параметри стану.

Навантаження – це силові впливи, які викликають зміну напруженого стану і деформації в конструкціях будівель і споруд та їх ґрунтових основах.

Основою для визначення навантажень і впливів на будівлі є архітектурно-конструктивний проєкт, у якому розробляють об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, а також призначають будівельні матеріали і розміри конструктивних елементів. Під час експлуатації будівель зусилля, що діють в її елементах, постійно змінюються внаслідок зміни навантажень. Для надійної роботи будівель слід виконувати розрахунок основних конструктивних елементів на такі сполучення навантажень, які спричиняють найбільші зусилля в цих елементах. Задачу з визначення внутрішніх зусиль у конструкціях від заданих навантажень вирішують за правилами будівельної механіки.

Навантаження – вплив, під яким розуміють як безпосередньо силові впливи, так і впливи через зміщення опор, зміну температури, усадку та інші подібні явища, що викликають реактивні сили:

- **граничне розрахункове** значення навантаження, відповідне екстремальній ситуації, яка може виникнути не частіше одного разу протягом строку експлуатації конструкції, використовуване для перевірки граничних станів першої групи, вихід за межі яких еквівалентний повній втраті працездатності конструкції;

- **експлуатаційне розрахункове** значення навантаження, що характеризує умови нормальної експлуатації конструкції, використовуване для перевірки граничних станів другої групи, (виникнення недопустимих переміщень конструкції, недопустима вібрація і велике розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях тощо);

- **епізодичне** навантаження, яке стається спорадично, а тривалість його дії незрівнянно мала порівняно з терміном експлуатації T_{ef} . Зазвичай епізодичними є аварійні навантаження і впливи;

- **змінне** (тривале) навантаження, стосовно якого не можна нехтувати зміною у часі його значень відносно середнього;

- **квазіпостійне** розрахункове значення навантаження, використовуване для відображення реологічних процесів, що відбуваються під дією змінних навантажень;

- **короткочасне** змінне навантаження, яке трапляється багато разів протягом терміну експлуатації споруди і тривалість дії якого значно менша за T_{ef} ;

- **постійне** навантаження, яке діє, практично не змінюючись, протягом усього строку експлуатації споруди і для якого можна нехтувати зміною у часі його значень відносно середнього;

- **схематизоване** розрахункове навантаження з ідеалізованою залежністю від часу, встановлюване за умови еквівалентності результатів розрахунку до дії реального процесу навантаження;

- **тривале змінне** навантаження, тривалість дії якого зівставна з установленим строком експлуатації конструкції T_{ef} ;

- **характеристичне основне** (базове) значення навантаження, встановлене в нормах проектування;

- **циклічне розрахункове** навантаження, використовуване для розрахунків конструкцій на витривалість і визначуване як процес, еквівалентний за результатаційною дією реальному випадковому процесу змінного навантаження;

- **навантажувальний ефект** – зусилля, напруження, деформації, розкриття тріщин, переміщення або інші механічні параметри стану конструкції (грунтової основи), спричинені діями на неї.

Проектування будівельних конструкцій та ґрунтових основ будівель потребує дотримання основних положень і правил щодо визначення навантажень і впливів, а також їх сполучень за *ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування»* [10].

Навантаження та впливи поділяють на **механічні та немеханічної природи**. **Механічні навантаження, або силові впливи**, які безпосередньо беруть до уваги у розрахунках, розглядають як сукупність навантажень силових впливів, прикладених до конструкцій, або як вимушені переміщення та деформації елементів конструкції.

До **постійних навантажень** належать: вага всіх несучих і огорожувальних конструкцій; вага і тиск ґрунтів (насіпів, засипок), гірничий тиск; зусилля від попереднього напруження, що не зникає у конструкції чи в основі.

До **змінних (тривалих) навантажень** належать такі: вага тимчасових перегородок, підливок і підбетонів під обладнання; вага стаціонарного обладнання; тиск газів, рідин та сипких тіл у ємностях і трубопроводах, надлишковий тиск і розріджене повітря, що виникає внаслідок вентиляції шахт; навантаження на перекриття від складованих матеріалів і стелажного обладнання; температурні технологічні впливи від стаціонарного обладнання; вага шару води на водонаповнених плоских покриттях; вага відкладень промислового пилю; навантаження від людей, худоби та обладнання на перекриття будівель; вертикальні навантаження від мостових і підвісних кранів; снігові навантаження; температурні кліматичні впливи; впливи, зумовлені деформаціями основи, які не супроводжуються докорінною зміною структури ґрунту; впливи, спричинені зміною вологості, компонентів агресивного середовища, усадкою і повзучістю матеріалів.

До **короткочасних (змінних) навантажень** належать навантаження від устаткування, що виникають у пусковому, зупинному, перехідному та випробувальному режимах, а також під час його перестановки чи заміни; вага людей, ремонтних матеріалів у зонах обслуговування та ремонту устаткування; навантаження від людей, худоби, устаткування на перекриття будівель; навантаження від рухомого підйимально-транспортного устаткування, а також від мостових і підвісних кранів; снігові, вітрові та ожеледні навантаження; температурні кліматичні впливи.

До **епізодичних навантажень** належать сейсмічні та вибухові впливи; навантаження, спричинені різкими порушеннями технологічного процесу, тимчасовою несправністю чи руйнуванням обладнання; впливи, зумовлені деформаціями основи, які супроводжуються докорінною зміною структури ґрунту (у разі замочування внаслідок просідання ґрунтів) або його осіданням у районах гірничих виробок і в карстових районах.

До **навантажень і впливів немеханічної природи** навколишнього середовища на будівлі та їх конструктивні елементи, які здатні призвести до зміни їх технічного стану, належать такі: **зміна температури зовнішнього повітря**, що спричинює зміни лінійних розмірів конструкцій будівлі та призводить до появи силових впливів за жорстких закріплень конструкцій; **атмосферна і ґрунтова волога**, а також пароподібна волога у повітрі атмосфери та приміщень і впливає на властивості матеріалів; **рух повітря**, що спричиняє вітрові та ожеледно-вітрові навантаження, а також зміну теплового і вологісного режиму внаслідок проникнення крізь шпарини та пори матеріалів конструкцій всередину приміщень; **променева енергія сонця**, або сонячна радіація, що призводить до змін фізико-технічних властивостей матеріалів огорожувальних конструкцій, а також зміни теплового та світлового режимів приміщень; **агресивні водорозчинні домішки** та кисень у повітряному середовищі й атмосферних опадах, що призводять до руйнування матеріалу конструкцій будівель унаслідок хімічної корозії; **біологічні впливи** від мікроорганізмів, грибків і комах, які руйнують конструкції з органічних матеріалів, переважно деревину; **звукова енергія** від джерел, що перебувають поза будівлями або всередині їх, яка порушує нормальний акустичний режим у приміщеннях; **блукальні струми**, що руйнують підземні сталеві конструкції будівель й інженерні мережі та прискорюють корозію електрозварних з'єднань.

Впливи немеханічної природи або несилові, як правило, беруть до уваги в розрахунках опосередковано.

Основою для призначення величини навантаження є **характеристичні значення навантажень**, які надають замовники, технологи, містять нормативні документи тощо. Для розрахунків конструкцій будівель використовують **розрахункові навантаження**, які залежно від мети розрахунку беруть з відповідними коефіцієнтами та називають **граничними, експлуатаційними, циклічними** або **квазіпостійними**. Величину таких коефіцієнтів часто визначають залежно від терміну експлуатації будівлі або споруди.

Розрахунок конструкцій будівель та основ фундаментів виконують за **граничними станами першої та другої груп**, беручи до уваги найбільш несприятливі сполучення навантажень або відповідних їм зусиль.

Сполучення навантажень формують як набір їх розрахункових значень або відповідних їм зусиль і переміщень, використовуваних для перевірки конструкції або основи у певному граничному стані та в певній

розрахунковій ситуації. Припускають, що всі навантаження в обраному сполученні одночасно впливають на об'єкт розрахунку.

У розрахунках конструкцій будівель можуть бути використані сполучення двох типів – **основні й аварійні**.

Основні сполучення навантажень – сполучення навантажень або відповідних їм зусиль і/або переміщень для перевірки конструкцій будівель у стабільних і в перехідних розрахункових ситуаціях.

Аварійні сполучення навантажень – сполучення навантажень або відповідних їм зусиль і/або переміщень для перевірки конструкцій в аварійних розрахункових ситуаціях.

Для перевірки граничних станів першої групи використовують основні сполучення, які охоплюють постійні навантаження з граничними розрахунковими значеннями, граничні розрахункові, циклічні або квазіпостійні значення змінних навантажень. Для перевірки граничних станів другої групи використовують основні сполучення, до яких належать постійні навантаження з експлуатаційними розрахунковими значеннями, а також експлуатаційні розрахункові, циклічні або квазіпостійні значення змінних навантажень.

Деформації та граничні стани будівельних конструкцій

Конструктивний елемент будівлі вважають навантаженим, якщо на нього діє зосереджена сила або рівномірно розподілені навантаження. Унаслідок сприйняття навантажень конструкції та їх елементи деформуються.

Деформація будівельної конструкції – це зміна форми або розмірів під впливом фізичних факторів, наприклад, зовнішніх сил, нагрівання, охолодження, зміни вологості. Деформації в будівельних конструкціях, які є твердими тілами, поділяють так: за ознаками розвитку – на стійкі та нестійкі; за ознаками зв'язку із силовими чинниками – на лінійні та нелінійні; за часовим чинником – на миттєві пружні, миттєві пластичні та запізнілі; за енергетичними ознаками – на зворотні та незворотні. **Пружна деформація** зовсім зникає після усунення причини, що її зумовила. **Пластична деформація**, зумовлена розвитком зсувів у матеріалі, що відбувається без порушення його суцільності, не зникає після усунення навантаження. За термінологією теорії пружності, деформацією називають відносні подовження та кути зсуву, а всі інші величини, які характеризують зміни розмірів і форм (прогини, кути закручування тощо), називають **переміщеннями**.

Деформативність – це властивість, що полягає в податливості матеріалів конструкцій до зміни початкової форми, на яку впливає

структура і механічні властивості матеріалів: міцність, пружність, пластичність, крихкість, твердість.

Міцність – це здатність матеріалу будівельної конструкції без руйнування сприймати фізичні впливи, які супроводжують виникнення внутрішніх напружень.

Пружність – властивість матеріалу будівельної конструкції деформуватися під впливом навантажень і впливів, які пов'язані з виникненням внутрішніх сил (напружень), і повністю відновлювати свою початкову форму та об'єм після припинення дії навантажень і впливів, які спричиняють деформацію.

Пластичність – властивість матеріалу будівельної конструкції під впливом зовнішніх сил змінювати свою форму і розміри без відновлення та зберігати залишкові (пластичні) деформації після усунення цих сил.

Крихкість – здатність твердих тіл руйнуватися внаслідок механічних впливів без помітної пластичної деформації.

Твердість – здатність матеріалу будівельної конструкції чинити опір пластичним деформаціям або крихкому руйнуванню в поверхневому шарі внаслідок місцевих контактних силових впливів.

Однією з важливих властивостей будівельної конструкції є **жорсткість** – характеристика, що відображає здатність конструкції чинити опір деформаціям.

Унаслідок навантаження будівельні конструкції деформуються, вони можуть зазнавати деформацій центрального розтягу або стиску, позацентрального розтягу або стиску, згину, поперечного, поздовжнього або поздовжньо-поперечного згину, зрушення, кручення (рис. 2.4).

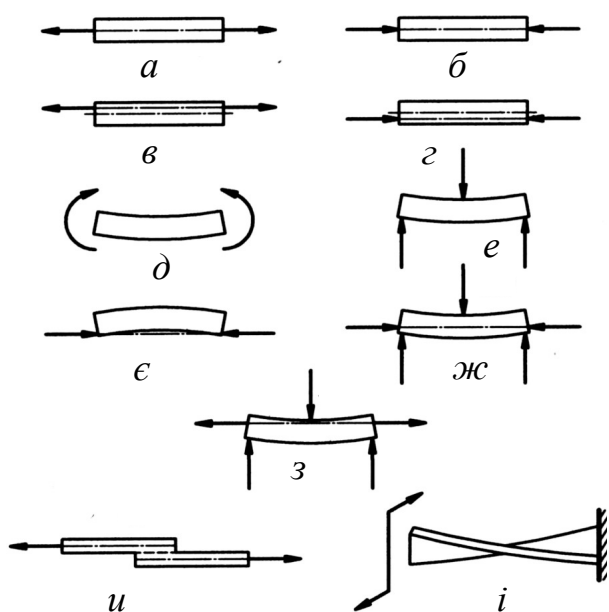


Рис. 2.4. Види деформацій будівельних конструкцій:

a – центральний розтяг;
б – центральний стиск;
в – позацентрний розтяг;
г – позацентрний стиск;
д – чистий згин;
е – поперечний згин;
ж – поздовжній згин;
ж – стиск-згин (поздовжньо-поперечний згин);
з – розтяг-згин (поздовжньо-поперечний згин);
и – зрушення; *і* – кручення

Міцність конструкції – сила, яка чинить опір зовнішнім навантаженням, щоб не втратити форму і не зруйнуватися. Наприклад, під впливом зовнішньої сили розтягу сталевго каната, він перебуває в стані внутрішнього опору розриву, який називають напругою.

Напруга – це сила внутрішнього опору конструктивного елемента, віднесена до площі її поперечного перерізу, яку позначають як σ кПа. Напруга у конструктивному елементі збільшується в міру збільшення зовнішнього навантаження. За надмірно великих навантажень на будівельні конструкції в них виникають великі напруги і вони руйнуються. **Напругою руйнування** називають напругу в елементі, досягнуту під час його руйнування. Будівельну конструкцію можна навантажувати тільки до рівня **допустимої напруги**. З міркувань безпечної експлуатації будівлі, наявна напруга в її конструкціях повинна бути меншою за **допустиму напругу** або дорівнювати їй.

Будівельні конструкції та ґрунтові основи розраховують за **методом граничних станів**, основні положення якого спрямовані на забезпечення безвідмовної роботи конструкцій та ґрунтових основ, зважаючи на змінність властивостей матеріалів, ґрунтів, навантажень і впливів, геометричних характеристик конструкцій, умов їх роботи, а також ступеня відповідальності (народногосподарського значення) будівлі або споруди, що визначається матеріальними та соціальними збитками.

Граничний стан – це стан, за якого подальша експлуатація будівельного об'єкта (конструкції, ґрунтової основи, будівлі або споруди в цілому) недопустима, пов'язана з труднощами або недоцільна, тобто перестає задовольняти експлуатаційні вимоги чи вимоги будівельно-монтажних робіт (рис. 2.5). Граничні стани можуть стосуватися конструкції в цілому або її окремих елементів, з'єднань, поперечних перерізів. Граничні стани поділяють на дві групи, які можуть мати підгрупи згідно з ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд» [11].

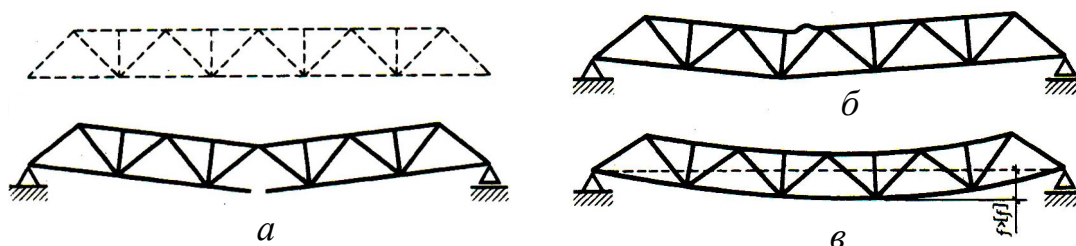


Рис. 2.5. Граничні стани ферми: *a* – першої групи (за несучою здатністю), руйнування нижнього поясу; *б* – те саме, втрата стійкості верхнього поясу; *в* – другої групи (за непридатністю до експлуатації), недопустимий прогин

Перша група містить граничні стани, перехід через які призводить до повної непридатності будівельного об'єкта (конструкції, елемента, основи) до експлуатації та для яких позаграничними станами можуть бути (рис. 2.6) руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, внаслідок втоми); втрата стійкості форми; втрата стійкості положення; перехід у змінну систему; якісна зміна конфігурації; інші явища, за яких виникає потреба у припиненні експлуатації (періодичному або постійному впливі агресивного середовища, змінного заморожування та відтавання, дії пожежі, виникнення перфорації стінки ємкості з токсичними речовинами, надмірні переміщення основи внаслідок просадок чи спучування ґрунтів тощо).

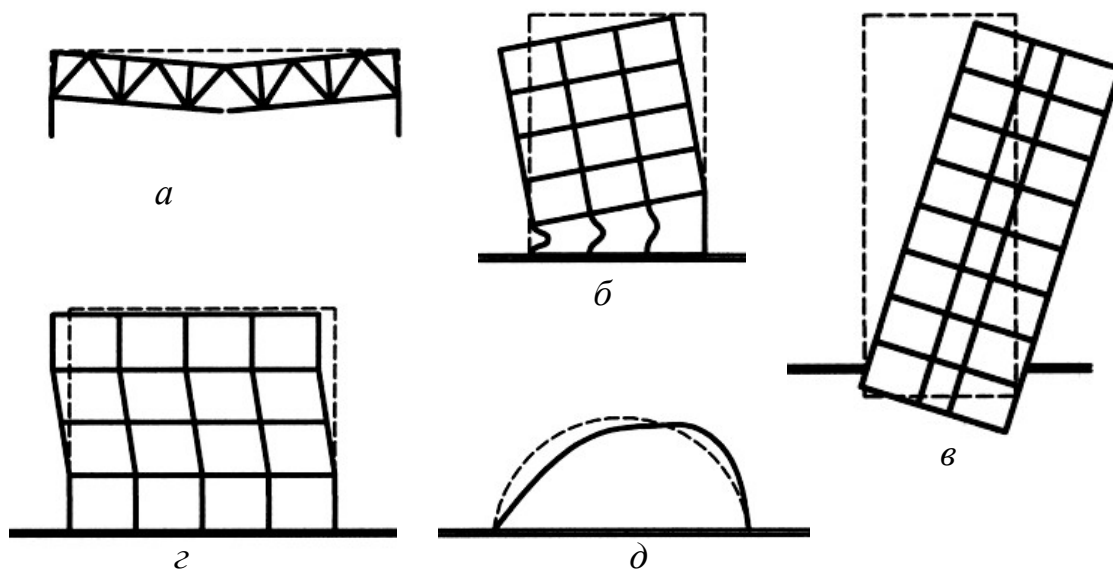


Рис. 2.6. Граничні стани конструкцій за першою групою:

a – руйнування ферми; *б* – втрата стійкості форми каркаса; *в* – втрата стійкості положення будівлі; *г* – перехід каркаса будівлі у змінну систему; *д* – зміна конфігурації арки

Друга група містить граничні стани, настання яких ускладнюють нормальну експлуатацію будівельного об'єкта або зменшують його довговічність порівняно зі встановленим терміном експлуатації і для яких позаграничними станами є такі:

- надмірні переміщення або повороти деяких точок конструкції;
- недопустимі коливання (надмірні значення амплітуди, частоти, швидкості, прискорення);
- утворення та розкриття тріщин, досягнення ними гранично допустимих значень розкриття чи довжини;
- втрата стійкості форми у вигляді локального деформування або втрата стійкості форми перерізу;

- пошкодження від корозії чи інших видів фізичного зношення, які призводять до потреби в обмеженні експлуатації внаслідок зменшення терміну експлуатації об'єкта;
- недопустимі втрати тепла через огорожувальні конструкції, що призводить до збільшення матеріальних витрат на експлуатацію будівлі;
- недосягнення елементами будівлі належного рівня шумоізоляції.

У розрахунках конструкцій беруть найбільш несприятливі для їх роботи сполучення навантажень. Обчислення власної ваги конструкцій ускладнюється тим, що виконати їх точно можна лише на основі готового архітектурно-конструктивного проєкта, а тому розміри і матеріали несучих й огорожувальних конструкцій треба призначати до виконання їх розрахунків, спираючись на дані з досвіду будівництва аналогічних об'єктів і фахові знання інженера-проектувальника.

Розрахунок будівельних конструкцій зазвичай виконують в три етапи: збір навантажень, визначення зусиль в елементах, добір перерізів з перевіркою міцності, стійкості та деформацій конструкцій.

Збір навантажень – це процедура сумування всіх силових впливів на конструкцію, яку розраховують. Стосовно розрахункової схеми конструкції навантаження можуть бути поверхневими (кН/м² або кПа), лінійними (кН/м) або зосередженими (кН).

До поверхневих, розподілених по площі навантажень належать вага снігового покриву, власна вага огорожувальних і суцільних стінових несучих конструкцій, експлуатаційні навантаження на покриття, тиск газів (зокрема повітря – вітрові), рідин або сипких тіл тощо. Деякі з цих навантажень (снігові) прикладають на горизонтальні площини, інші (вага покрівлі) – співвідносять з одиницею площі поверхні покриття, треті (тиск вітру) спрямовані по нормалі до поверхні, що сприймає навантаження. Сумування таких різноспрямованих навантажень потребує зведення їх до «єдиного знаменника», яким є одиниця площі, що перекриває або огорожує будівлю. Наприклад, якщо розраховують покриття, тоді навантаження від ваги нахиленої покрівлі з кутом похилу α помножують на $1/\cos\alpha$, а склепінчасту покрівлю – на $1+8f^2/(3l^2)$, де f – стріла підняття склепіння. Просторові конструкції (оболонки, пластини, мембрани, сітки) розраховують на дію поверхневих навантажень.

Для конструкцій, в розрахункових схемах яких діють лінійні або зосереджені навантаження, поверхневі навантаження перераховують. Для цього використовують поняття «вантажна площа», яка означає геометричну площу, що припадає на всю конструкцію або її вузол.

Наприклад, вантажна площа A , яка припадає на один вузол стержневої конструкції (ферми), дорівнює кроку ферм B , помноженому на горизонтальну відстань b між вузлами (рис. 2.7). Навантаження на вузол: від снігу $P = s A$; від ваги покрівлі $G = g A / \cos \alpha$.

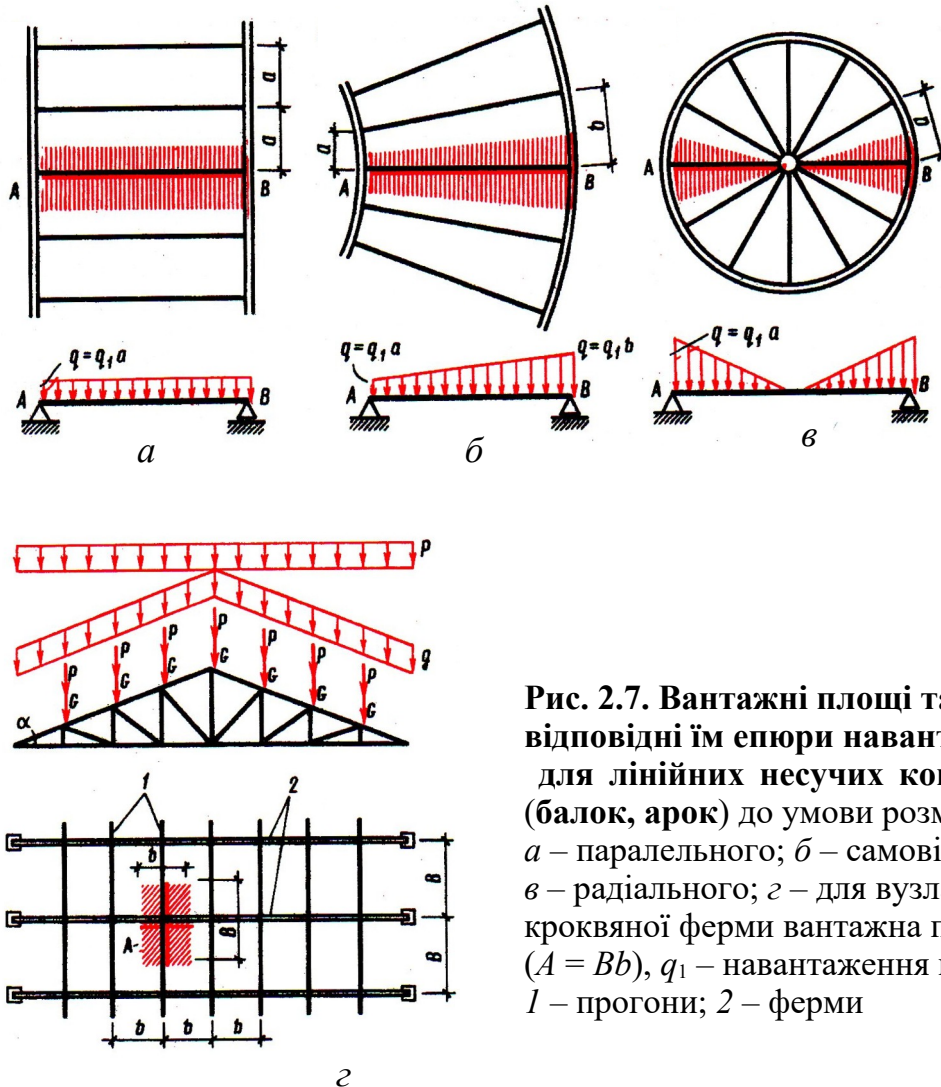


Рис. 2.7. Вантажні площі та відповідні їм епюри навантажень для лінійних несучих конструкцій (балок, арок) до умови розміщення: а – паралельного; б – самовільного; в – радіального; г – для вузла кроквяної ферми вантажна площа ($A = Bb$), q_1 – навантаження на 1 м^2 ; 1 – прогоны; 2 – ферми

Визначення зусиль в конструкціях – найскладніша частина розрахункової процедури, яку називають статичним розрахунком, що виконують методами будівельної механіки. Сучасний стан теорії споруд як точної науки дає змогу розв'язувати практично будь-яку задачу з визначення зусиль, які діють в найскладніших конструктивних системах. Для цього за потреби залучають програмні комплекси і потужний апарат обчислювальної техніки. Застосовуються достатньо точні інженерні методи визначення зусиль. Перевагами «ручних» розрахунків є наочність прослідковування фізичної картини роботи конструкції, що дає змогу свідомо обрати той або інший варіант з-поміж багатьох порівнюваних.

Добір перерізів, як і подальша перевірка міцності, стійкості і деформацій (переміщень) конструкцій, є завершальним етапом розрахунку. Основні прийоми розв'язання цих задач є специфічними для кожного конструктивного матеріалу (металу, деревини, залізобетону).

Треба відзначити, що формули для прямого і безпосереднього добору перерізів конструкцій застосовують тільки для простих випадків (центрального розтягування або згинання). Найчастіше розміри перерізів конструкцій попередньо призначають і послідовно перевіряють міцність, стійкість і, за потреби, деформації. Успіху цього шляху сприяє зіставлення з раніше виконаними та успішно втіленими проєктами і деякий досвід проєктувальника.

2.3. Класи наслідків (відповідальності) об'єктів, категорії відповідальності конструкцій та їх елементів, строки експлуатації

Класи відповідальності будівель і споруд (табл. 2.3) визначаються за рівнем можливих матеріальних збитків і соціальних втрат, пов'язаних з припиненням експлуатації або з втратою цілісності об'єкта за нормами ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд» [11].

Таблиця 2.3

Класи наслідків (відповідальності) об'єктів

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта	Характеристики можливих наслідків відмови об'єкта				
	Можлива небезпека, кількість осіб			Обсяг можливого економічного збитку, м.р.з.п.	Припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, об'єктів комунікацій, зв'язку, енергетики та інженерних мереж, рівень
Для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті	Для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті	Для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта	Понад		
СС3 значні наслідки	Понад 400	Понад 1000	Понад 50000	Понад 50000	Загальнодержавний
СС2 середні наслідки	Понад 50 до 400 включно	Понад 100 до 1000 включно	Понад 100 до 50000 включно	Понад 2500 до 50000	Регіональний, місцевий
СС1 незначні наслідки	До 50 включно	До 100 включно	До 100 включно	До 2500 включно	Об'єктовий
Примітка. Вважають, що на об'єкті постійно перебувають люди, якщо вони перебувають там більш ніж вісім годин на добу і не менше, ніж 150 днів на рік (загалом не менше, ніж 1200 год на рік).					

Клас наслідків (відповідальності) визначають для кожної будівлі або споруди окремо і встановлюють за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

Незалежно від класифікації за ознаками табл. 2.3, відповідно до ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)» [28] встановлюють клас наслідків (відповідальності) не менший, ніж:

- СС3 – для об'єктів підвищеної небезпеки, ідентифікованих згідно із законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»;
- СС3 – для сховищ цивільного захисту (цивільної оборони) незалежно від розміщення, місткості та класу захисту;
- СС3 – для об'єктів, що становлять державну таємницю;
- СС3 – для будівель з умовною висотою понад 100 м;
- СС3 – для житлових будинків з умовною висотою від 73,5 м до 100 м;
- СС3 – для об'єктів першої категорії, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінюванню впливу на довкілля, визначених законом України «Про оцінку впливу на довкілля»;
- СС2 – для об'єктів другої категорії, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінюванню впливу на довкілля, визначених законом України «Про оцінку впливу на довкілля»;
- СС2 – для житлових будинків понад чотири поверхи;
- СС2 – для об'єктів, нове будівництво яких відбувається в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини.

Категорії відповідальності конструкцій та їх елементів

Розрізняють три категорії відповідальності конструкцій та їх елементів залежно від наслідків, які можуть бути спричинені їх відмовою: **А** – відмова може призвести до цілковитої непридатності до експлуатації будівлі (споруди) загалом або її частини; **Б** – відмова може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі (споруди) або до відмови інших конструкцій, які не належать до категорії А; **В** – відмова не призводить до порушення функціонування будівлі (споруди) загалом або інших конструкцій чи їх елементів.

Строки експлуатації будівель і споруд

Вимоги щодо строку експлуатації будівель і споруд або їх частин мають міститися в завданні на проектування за ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд» [11]. Розрахунковий строк експлуатації визначає проектна організація за дотримання рекомендацій (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Строк експлуатації будівель та інженерних споруд	
Найменування	Орієнтовне значення розрахункового строку експлуатації T_{ef} , років
Будівлі:	
житлові та громадські	100
виробничі, допоміжні, складські	60
сільськогосподарські	50
мобільні збірно-розбірні	20
мобільні контейнерні	15
Інженерні споруди:	
мости, в залежності від типу	80...100
греблі, тунелі	120
резервуари для води	80
резервуари для нафти і нафтопродуктів	40
резервуари для хімічної промисловості	30
ємнісні конструкції для сипких матеріалів	20...30
башти, щогли, в залежності від призначення	20...40
димові труби, теплиці	30

Деформаційні шви будівель

Деформація будівлі – це зміна форми та розмірів, а також втрата стійкості (осадка, зрушення, нахил тощо) під впливом навантажень. В конструкціях будівель виникає напруження внаслідок температурно-кліматичних впливів, сонячного тепла та морозу. Нагрівання будівельних конструкцій призводить до збільшення їх об'єму і розмірів, а охолодження – до зменшення. Напруження внаслідок температурних впливів в конструкціях будівель великих розмірів можуть перевищити допустимі та призвести до руйнування. Принцип дії температурних деформацій відображено на схемі одноповерхової каркасної будівлі завдовжки L (рис. 2.8, *a*). Основи колон і фундаменти розміщені у зоні досить постійної температури, а тому в рівні підлоги розмір L не змінюється. Поздовжні розміри покриття, які зазнають найбільших температурних впливів, змінюються на величину $\pm \Delta L_l = L \cdot \alpha \cdot \Delta t$, де α – коефіцієнт температурного лінійного розширення матеріалу; Δt – амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, К.

Із схеми (рис. 2.8, *a*) видно, що величина зміщення крайніх колон тим більша, чим більша довжина будівлі L і амплітуда коливання температури Δt . Для запобігання небажаним деформаціям, розривам та іншим

можливим руйнуванням конструкцій у процесі проєктування будівель установлюють граничні значення L .

У випадках, коли довжина або ширина будівлі перевищує гранично допустимі значення, будівлю розділяють на окремі об'єми завдовжки L_t , які називають **температурними блоками** (рис. 2.8, б). Температурним швом розділяють усі наземні конструкції будівлі в одній площині, від верхньої позначки фундаментів до покрівлі. Фундаменти такими швами не розділяють, тому що вони знаходяться у землі й не зазнають великих температурних впливів. Влаштування температурних швів локалізує додаткове напруження

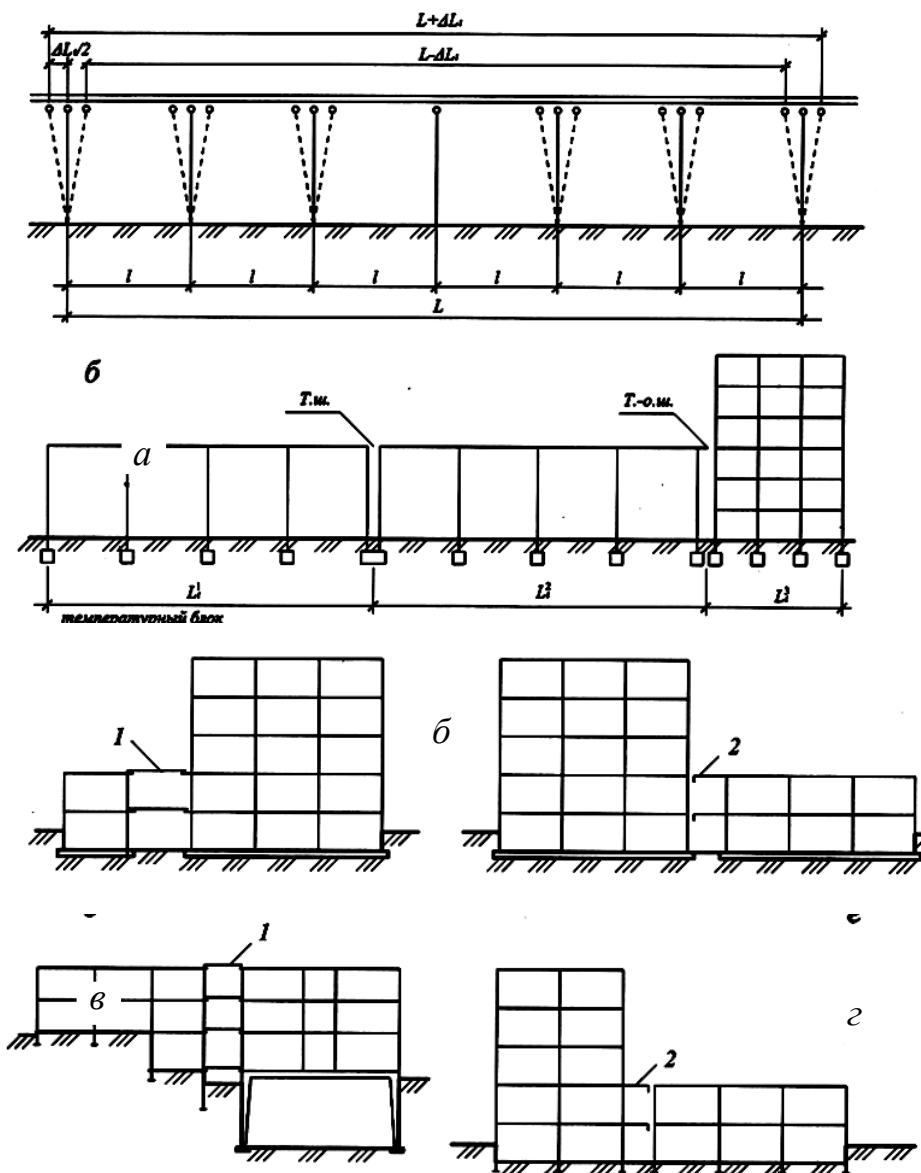


Рис. 2.8. Схеми деформаційних швів і блоків будівель:

a – температурних деформацій в конструкції покриття; *б* – розміщення деформаційних швів; *в, г, д, е* – рішень деформаційних швів для сприйняття нерівномірної осадки двох частин будівель з різною кількістю поверхів;

1 – «вкладений прогін»; *2* – одностороння консоль

внаслідок температурних впливів у межах одного відсіку будівлі, запобігає його передаванню на конструкції суміжних відсіків.

Розміри температурних блоків або відстані між температурними швами залежать від конструктивно-технологічного вирішення будівлі, матеріалу конструкцій, температури зовнішнього повітря, експлуатаційної характеристики будівлі (опалювання) та напрямку вимірювання (уздовж або уперек будівлі). Максимально допустимі відстані між температурними швами будівель, за яких впливом температур можна нехтувати, визначаючи зусилля в основних елементах будівель, наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Максимальні відстані між температурними швами будівель

Вид конструкцій будівлі	Будівлі опалювані	Будівлі неопалювані
Бетонні збірні	40	35
Бетонні монолітні	30	25
Залізобетонні каркасні одноповерхові	72	60
Залізобетонні збірні багатоповерхові	60	50
Залізобетонні каркасно-монолітні	50	40
Залізобетонні збірно-монолітні	50	40
Кам'яні: з керамічної та силікатної цегли, бетонних блоків, природних каменів		
– за температури -30°K і нижче	70	50
– за температури -20°K і вище	100	60
Металеві каркасні одноповерхові уздовж будівлі	230	200
Металеві каркасні одноповерхові уперек будівлі	150	120
Металеві каркасні багатоповерхові	72	–

Будівельні конструкції, виготовлені з бетону, залізобетону або кам'яної кладки на будівельних майданчиках, а також бетонні підлоги будівель у процесі природного сушіння зазнають впливів повітряної усадки, що призводить до утворення тріщин. Усадкові деформації усувають, влаштовуючи усадкові шви, які переважно збігаються з температурними, а тому їх часто називають **температурно-усадковими**.

За нерівномірних осадок будівлі, які відбуваються через різну несучу здатність ґрунтових основ, велику різницю ваги деяких частин будівлі, різної висоти деяких частин будівлі, виникають вертикальні деформації, здатні спричинити зрушення і надмірне напруження в конструкціях. Для захисту будівлі від осадкових деформацій влаштовують **осадкові шви**, які розрізають усі конструкції будівлі вертикально, включаючи й фундаменти

(рис. 2.8, б, в, г, д, е). Влаштуваючи осадкові шви температурні шви суміщають з ними, влаштуваючи **температурно-осадкові шви**.

Проектуючи будівлі для сейсмічних районів, **антисейсмічними швами** розділяють будівлі на **антисейсмічні блоки**.

Всі розглянуті шви, а саме температурні, усадкові, осадкові, температурно-усадкові, температурно-осадкові та антисейсмічні, є **деформаційними швами**, а частини будівель, розділені ними, **деформаційними блоками** (відсіками).

2.4. Нормативно-технічні основи проектування будівель.

Модульна координація розмірів у будівництві

Основні положення модульної координації розмірів у проектуванні будівель і споруд установлює державний стандарт *ДСТУ Б В.1.3-3:2011 «Модульна координація розмірів у будівництві. Загальні положення»* [23]. Стандарт встановлює вимоги до модульної координації, загальні принципи і правила визначення розмірів будівель, їх частин, обладнання, та поширюється на проектування будівель, розроблення та виготовлення будівельних конструкцій всіх типів, а також зведення будівель для досягнення сумісності одних з одними, іншими елементами та будівельними конструкціями, що підвищує економічність будівництва.

Модульна система – це один із засобів архітектурної композиції, зумовлений технічною потребою у застосуванні індустріальних методів будівництва. Завданням цієї системи є координація та скорочення кількості типорозмірів будівельних виробів і елементів обладнання з метою покращення умов їх виготовлення та монтування, зниження собівартості та скорочення термінів будівництва.

Модульна координація розмірів у будівництві (МКРБ) – взаємне узгодження розмірів будівель і споруд, а також розмірів і розміщення їх елементів, будівельних конструкцій, виробів і елементів обладнання на основі застосування модулів.

Модуль – умовна лінійна одиниця виміру, яку вживають для координації розмірів будівель і споруд, їх елементів, будівельних конструкцій, виробів і елементів обладнання.

Основний модуль (М) – модуль, взятий за основу для визначення інших, похідних від нього модулів. В Україні, як і в більшості країн із розвинутою будівельною індустрією, він дорівнює 100 мм. У країнах з футо-дюймовою системою $M = 4''$ (101,6 мм), що ускладнює міжнародну торгівлю будівельними виробами та обладнанням.

Похідний модуль – модуль, що кратний основному модулю або становить його частину. **Укрупнений модуль (мультимодуль)** – похідний модуль, кратний основному модулю. **Дробовий модуль (субмодуль)** – похідний модуль, що становить частину основного модуля.

Модульна просторова координаційна система – умовна тривимірна система площин і ліній їх перетину з відстанями між ними, що дорівнюють основному або похідним модулям.

Координаційна площина – одна з площин модульної просторової координаційної системи, що обмежують координаційний простір.

Основна координаційна площина – одна з координаційних площин, що визначають розчленування будівель на об'ємно-планувальні елементи. **Координаційна лінія** – лінія перетину координаційних площин. **Координаційний простір** – модульний простір, обмежений координаційними площинами та призначений для розміщення будівлі, споруди, їх елементів, конструкцій, виробів, елементів обладнання. **Модульна (мультимодульна, субмодульна) сітка** – сукупність координаційних ліній на одній з площин модульної просторової координаційної системи. **Координаційна вісь** – одна з координаційних ліній, що визначають розчленування будівлі або споруди на модульні кроки і висоти поверхів. Ці осі розміщують у взаємно перпендикулярних напрямках. До них прив'язують основні несучі й огорожувальні конструкції будівель та інженерних споруд.

Прив'язка до координаційної осі – розміщення конструктивних та будівельних елементів, а також вбудованого обладнання відносно координаційної осі.

Модульний (мультимодульний, субмодульний) розмір – розмір, що дорівнює або кратний основному або похідному модулю.

Координаційний розмір – модульний розмір, що визначає межі координаційного простору в одному з напрямів. **Основні координаційні розміри** – модульні розміри кроків і висот поверхів. **Модульний крок** – відстань між двома координаційними осями в плані. **Модульна висота (координаційна висота) поверху** – відстань між горизонтальними координаційними площинами, що обмежують поверх будівлі. **Конструктивний розмір** – проєктний розмір будівельної конструкції, виробу, елемента обладнання, визначений відповідно до правил модульної координації розмірів у будівництві (МКРБ). **Вставка** – простір між двома суміжними основними координаційними площинами в місцях розриву модульної координаційної системи, зокрема в місцях деформаційних швів. У модульній координації розмірів у будівництві, яку виконують на основі

модульної просторової координаційної системи, переважно застосовують прямокутну модульну просторову координаційну систему (рис. 2.9, а, рис. 2.10, а), але можливим є застосування косокутної та центричної систем (рис. 2.10, б). У проектуванні будівель, споруд, їх будівельних конструкцій, елементів і виробів на основі модульної просторової координаційної системи застосовують горизонтальні та вертикальні модульні сітки на відповідних площинах цієї системи.

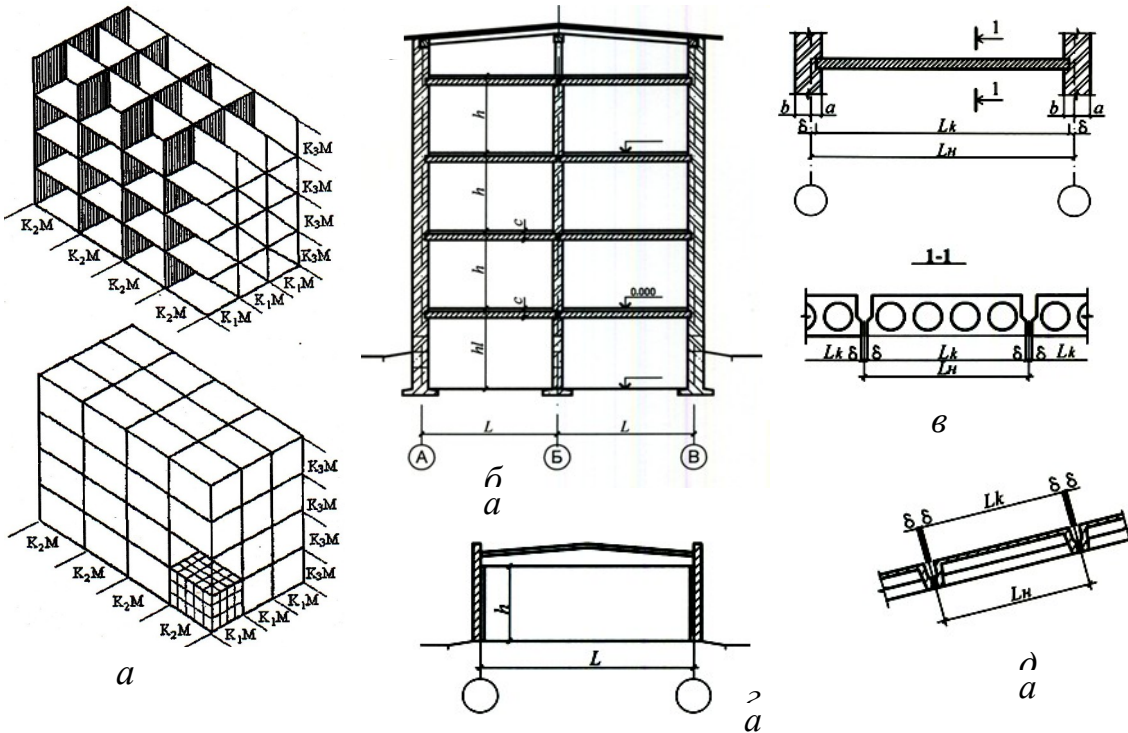


Рис. 2.9. Модульна система координації розмірів у будівництві:

а – прямокутна модульна просторова координаційна система; б, г – розрізи будівель; в – розміри плити перекриття; д – розміри плити покриття;

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти кратності модулів у плані та за висотою будівлі; h – висота поверху; L – прогін; L_n, L_k – номінальний та конструктивний

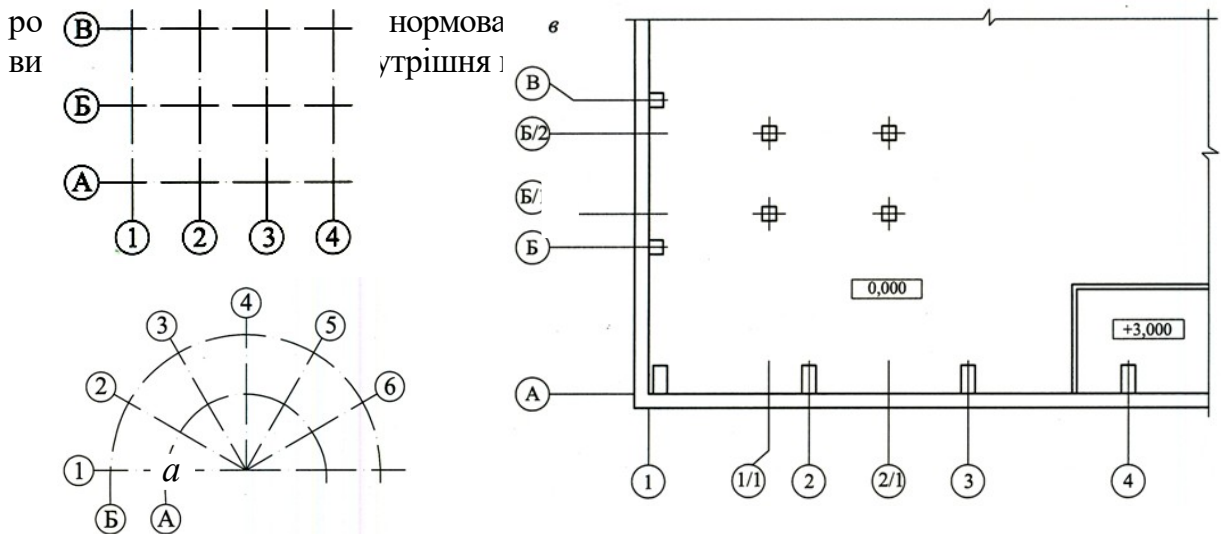


Рис. 2.10. Позначення координаційних осей на планах будівель: а, б – прямокутної та центричної координаційних систем; в – додаткових осей

Основні та похідні модулі та межі їх застосування

Основний (базовий) модуль є основною одиницею розміру в модульній координації. Він позначається буквою М і дорівнює 100 мм. Для визначення координаційних розмірів об'ємно-планувальних і конструктивних елементів і будівельних виробів можуть бути застосовані додатково до основної модульної сітки похідні (укрупнені) мультимодульні сітки, розмір яких є кратним основному модулю.

Укрупнені модулі (мультимодулі) мають розміри 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М і відповідно дорівнюють 300, 600, 1200, 1500, 3000, 6000 мм.

Для визначення координаційних розмірів, менших, ніж 1М, можуть бути використані дробові (субмодульні) сітки. **Субмодуль** не використовують для визначення розмірів у модульній координаційній системі. Дробові модулі (субмодулі) мають розміри 1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М і відповідно дорівнюють 50; 20; 10; 5; 2; 1 мм.

Субмодульний крок використовують для визначення розмірів будівельних виробів, менших за 1М (керамічні плитки); розмірів будівельних компонентів, більших за 1М, які повинні бути визначені з кроком, меншим за 1М (цегла, товщини стін, підлог тощо).

Похідні укрупнені модулі застосовують для таких граничних координаційних розмірів об'ємно-планувального елемента, будівельної конструкції, виробу або елемента обладнання:

- 60М – в плані та за висотою – без обмеження;
- 30М – в плані – до 18000 мм за техніко-економічних обґрунтувань – без обмеження; на вимогу – без обмеження;
- 15М – в плані – до 18000 мм; за висотою – без обмеження;
- 12М – в плані – до 12000 мм; за висотою – без обмеження;
- 6М – в плані до – 7200 мм; за висотою – без обмеження;
- 3М – в плані та за висотою – до 3600 мм за техніко-економічних обґрунтувань у плані – до 7200 мм, за висотою – без обмеження;
- М – за усіма вимірами в межах до 1800 мм.

Дробові модулі застосовують для таких граничних координаційних розмірів об'ємно-планувального елемента, будівельної конструкції, виробу або елемента обладнання:

- 1/2М – в плані та за висотою – до 600 мм;
- 1/5М – в плані та за висотою – до 300 мм;
- 1/10М – за всіма вимірами в межах до 150 мм;
- 1/20М – в плані та за висотою – до 100 мм;
- 1/50М – в плані та за висотою – до 50 мм;

- $1/100M$ – в плані та за висотою – до 20 мм.

Прив'язка конструктивних елементів до координаційних осей

Розміщення і взаємозв'язок конструкцій слід координувати на основі модульної просторової координаційної системи шляхом прив'язки їх до координаційних осей. Модульна просторова координаційна система, кратна певному укрупненому модулю, має бути безперервною для всієї проєктованої будівлі (рис. 2.11, *a*).

Переривчасту модульну просторову координаційну систему з парними координаційними осями і вставками між ними, що мають розмір, кратний меншому модулю (рис. 2.11, *б, в*), допускається застосовувати для будівель з несучими стінами в таких випадках:

- у місцях влаштування деформаційних швів;
- за товщини внутрішніх стін 300 мм і більше, особливо за наявності в них вентиляційних каналів. У такому разі парні координаційні осі проходять в межах товщини стіни для утворення достатньої площі опори уніфікованих модульних елементів перекриттів (рис. 2.11, *в*);
- коли переривчаста система модульних координат сприяє повнішій уніфікації типорозмірів індустриальних виробів.

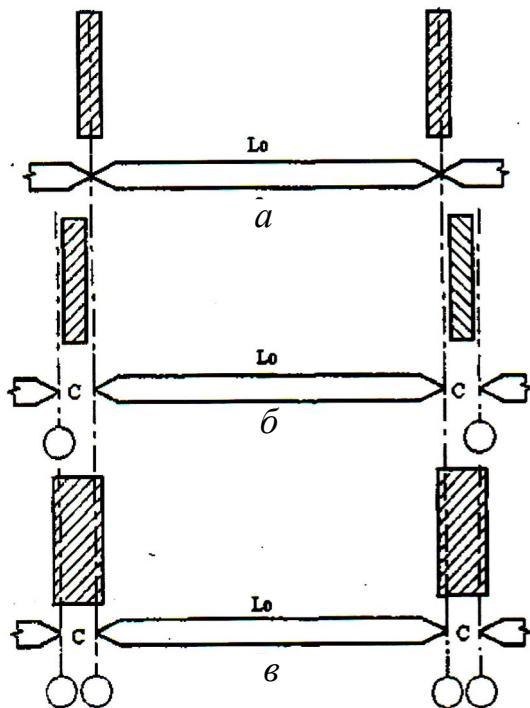


Рис. 2.11. Розміщення координаційних осей у плані будівлі з несучими стінами:
a – безперервна система з поєднанням координаційних осей з осями несучих стін;
б – переривчаста система з парними координаційними осями і вставками між ними;
в – переривчаста система за парних координаційних осей, що проходять у межах товщини стін

Прив'язку конструктивних елементів визначають відстанню від координаційної осі до координаційної площини елемента або до геометричної осі його перерізу. Прив'язку несучих стін і колон до координаційних осей виконують за перерізами, розміщеними на рівні обпирання на них верхнього перекриття або покриття.

Прив'язку несучих стін до координаційних осей виконують залежно від їх конструкції та розміщення у будівлі. Геометрична вісь внутрішніх несучих стін повинна поєднуватися з координаційною віссю (рис. 2.12, *a*). Асиметричне розміщення стіни до координаційної осі допускається у випадках, коли це доцільно для масового застосування уніфікованих будівельних виробів, наприклад, елементів сходів і перекриттів.

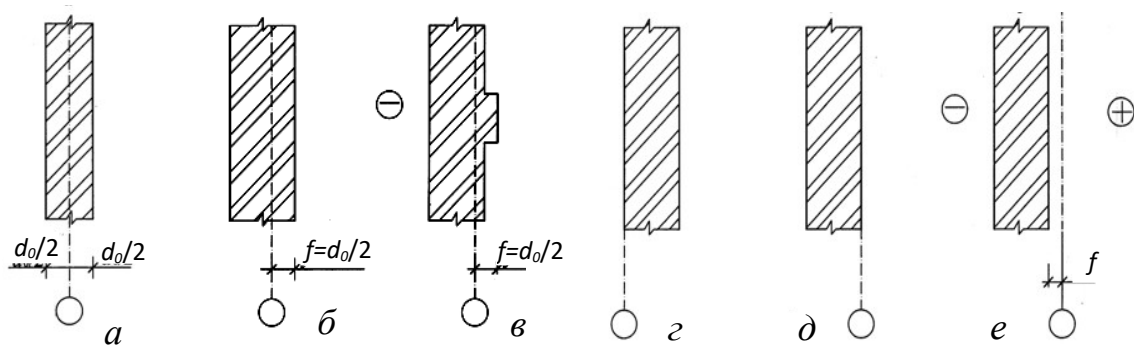


Рис. 2.12. Прив'язка стін до координаційних осей (розміри прив'язок вказані від координаційних осей до координаційних площин елементів):
a – внутрішніх несучих стін; *б, в, з* – зовнішніх несучих стін; *д, е* – зовнішніх самонесучих, фахверкових і навісних стін; \oplus – внутрішня площа стін знаходиться з правого боку кожного зображення

Внутрішня координаційна площа зовнішніх несучих стін повинна зміщуватися всередину будівлі на відстань f від координаційної осі (рис. 2.12 *б, в*), що становить половину координаційного розміру площини, паралельної внутрішній несучій стіні $d_0/2$ або кратна $1/2M$ чи $1/5M$. У разі обпирання плит перекриттів на всю товщину несучої стіни допускається поєднання зовнішньої координаційної площини стін з координаційною віссю (рис. 2.12, *з*). Внутрішня координаційна площа зовнішніх самонесучих і навісних стін повинна поєднуватися з координаційною віссю (рис. 2.12, *д*) або зміщуватися на розмір t , зважаючи на прив'язку несучих конструкцій у плані та особливості примикання стін до вертикальних несучих конструкцій або перекриттів (рис. 2.12, *е*).

Прив'язку колон до координаційних осей беруть залежно від їх розміщення в будівлі. Колони середніх рядів розміщують так, щоб геометричні осі їх перерізів поєднувалися з координаційними осями будівлі (рис. 2.13, *a*). Допускаються інші прив'язки колон у місцях деформаційних швів, перепаду висот, в торцях будівель, а також у випадках, зумовлених уніфікацією елементів перекриттів у будівлях з різними конструкціями опор. Прив'язку крайніх рядів колон каркасних будівель до координаційних осей беруть, зважаючи на уніфікацію крайніх елементів конструкцій (ригелів,

панелей стін, плит перекриттів і покриттів) з рядовими елементами одним із способів: внутрішню площину колон зміщують від координаційних осей всередину будівлі на відстань, що дорівнює половині розміру ширини колони середніх рядів (рис. 2.13, б); геометричну вісь колон поєднують з координаційною віссю (рис. 2.13, в); зовнішню площину колон поєднують з координаційною віссю (рис. 2.13, г).

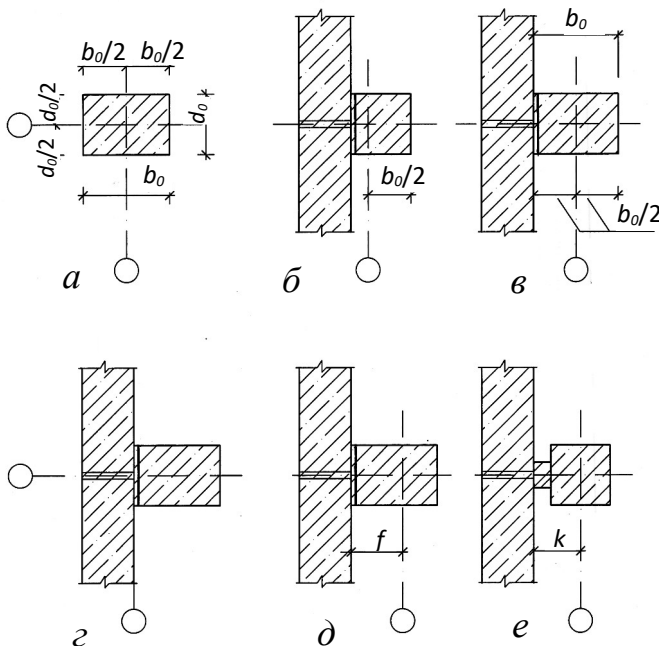


Рис. 2.13. Прив'язка колон каркасних будівель до координаційних осей:

a – середніх колон;
б...д – крайніх рядів;
е – біля торців будівель;
l – фахверкова колона

Примітка. Внутрішні координаційні площини стін можуть бути зміщеними назовні або всередину залежно від особливостей конструкції стіни та її кріплення

Зовнішню координаційну площину колон допускається зміщувати від координаційних осей назовні на відстань f (рис. 2.13, д), кратну модулю $3M$, і, за потреби, M або $1/2M$. У торцях будівель допускається зміщувати геометричні осі колон всередину будівлі на відстань k (рис. 2.14, е), що кратна модулю M . Прив'язка колон крайніх рядів до координаційних осей, що перпендикулярні до напрямку цих рядів, виконують, поєднуючи геометричні осі колон з вказаними координаційними осями; винятки можливі відносно куткових колон і колон біля торців будівель та деформаційних швів.

У місцях перепаду висот і деформаційних швів, що зстається на колонах чи несучих стінах, які прив'язують до подвійних або одинарних координаційних осей будівель, керуються правилами:

- відстань між парними координаційними осями (рис. 2.14, а, б, в) має бути кратною модулю $3M$ і, за потреби, M або $1/2M$. У разі розміщення стіни між парними колонами одна з її координаційних площин повинна збігатися з координаційною площиною однієї з колон;
- у разі парних колон чи несучих стін, прив'язаних до одинарної координаційної осі, відстань k від координаційної осі до геометричної осі

кожної з колон (рис. 2.14, *г*) має бути кратною модулю 3М і, за потреби, М або 1/2М;

- у разі одинарних колон, прив'язаних до одинарної координаційної осі, геометричну вісь колон поєднують з координаційною віссю (рис. 2.14, *д*).

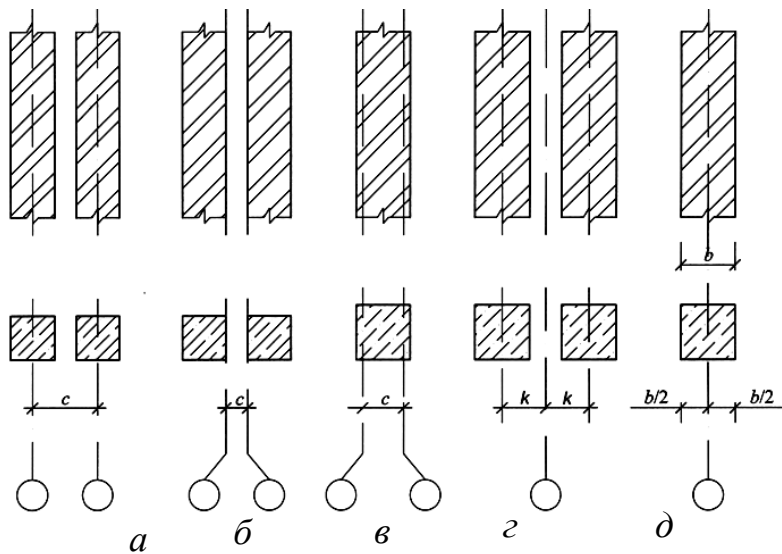


Рис. 2.14. Прив'язка стін і колон до координаційних осей біля деформаційних швів:
а, б – на парних осях з двома стінами чи колонами;
в – на парних осях з однією стіною або колоною;
г – на одній осі з двома стінами або колонами;
д – на одній осі

На планах будівель арабськими цифрами (зліва направо) позначають координаційні осі по стороні будівлі, що має більшу кількість осей, тобто на довгій стороні плану, а великими літерами українського алфавіту (знизу вгору) – на короткій стороні плану (рис. 2.15, *а*).

Вертикальна розрізка будівель і споруд, рівні деяких поверхів та горизонтальні позначки прорізів, опор балок або ферм, площадок прив'язують до модульних горизонтальних площин, відповідних вертикальному планувальному модулю (рис. 2.15, *б, в*).

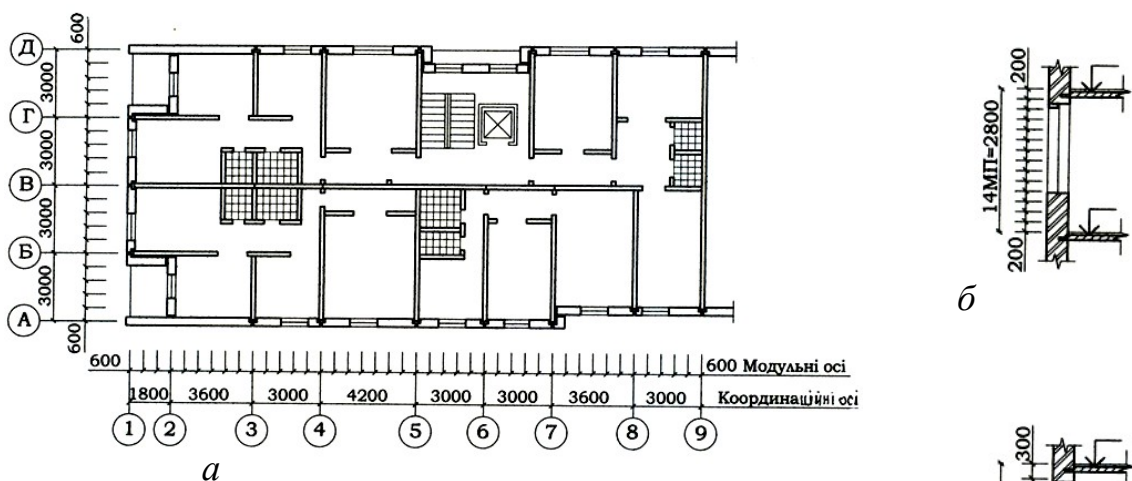


Рис. 2.15. Модульні та координаційні осі:
а – горизонтальний планувальний модуль ПМ-6;
б, в – вертикальні планувальні модулі ПМ-2 і ПМ-3

Висота поверху – розмір по вертикалі від рівня чистої підлоги нижче від спроектованого поверху до того ж рівня вище від спроектованого поверху або до верху горищного перекриття. В нежитлових одноповерхових будівлях – розмір від рівня чистої підлоги до низу кроквяної конструкції покриття.

Об’ємно-планувальний елемент – частина будівлі, яка має основні координаційні розміри: прогін, крок, висоту поверху (рис. 2.16).

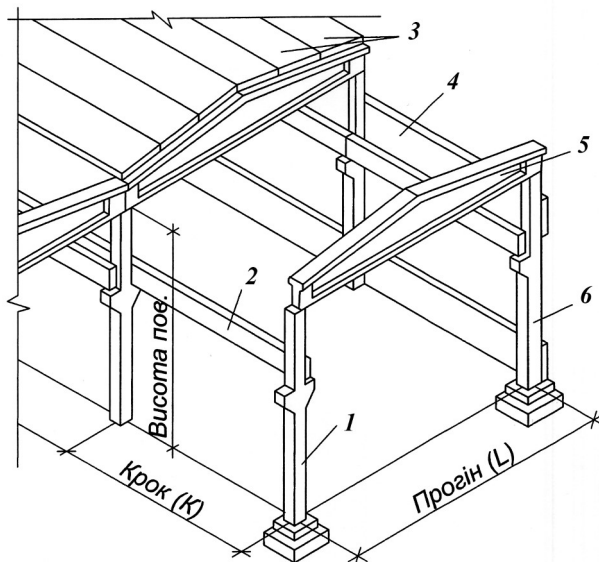


Рис. 2.16. Об’ємно-планувальний елемент будівлі каркасної конструктивної системи:
 1 – середня колона; 2 – підкранова балка; 3 – плита покриття;
 4 – стінова панель; 5 – кроквяна балка; 6 – крайня колона

Прогін – відстань між координаційними осями вертикальних несучих елементів будівлі (колон, стін) уздовж найбільшого з несучих конструкцій перекриття або покриття (довжина ферми, балки, плити).

Крок – відстань між координаційними осями несучих конструкцій (стін, колон, другорядних балок, плит) у перпендикулярному до прогону напрямку. **Планувальний елемент** – горизонтальна проекція об’ємно-планувального елемента.

Основою ефективного розвитку індустріалізації будівництва є **уніфікація, типізація та стандартизація об’ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель та їх конструкцій.**

Типізацією називають технічний напрям у проектуванні та будівництві, який дає змогу багатократно зводити як окремі конструкції, так і цілі будівлі на основі відбору найкращих з технічного й економічного погляду проектних рішень.

Типове проектування – розроблення типових проектів будівель та споруд, призначених для багаторазового використання в будівництві.

Розроблена та перевірена на практиці значна кількість збірних залізобетонних і металевих індустріальних типових конструкцій – колон,

ригелів, балок, ферм, плит перекриттів і покриттів, стінових панелей, сходових маршів та площадок тощо. Вони об'єднані у каталоги, а їх використання значно спрощує процес будівництва.

Універсальність – можливість використовувати одні і ті самі вироби для будівель різного призначення.

Стандартизація у будівництві – діяльність з установлення норм, правил і характеристик для досягнення: безпеки виготовлення продукції, робіт і послуг для навколишнього середовища, життя, здоров'я і майна; технічної та інформаційної сумісності, взаємозамінності та якості продукції; якості робіт і послуг відповідно до рівня розвитку науки, техніки і технології; єдності вимірів; заощадження всіх видів ресурсів.

Об'єктами стандартизації у будівництві є продукція підприємств будівельної індустрії та промисловості будівельних матеріалів, проєктна продукція, об'єкти будівництва (будівлі та споруди, роботи і послуги).

Стандарт – нормативний документ із стандартизації, розроблений на основі згоди та за браком заперечень із суттєвих питань у більшості зацікавлених сторін і затверджений державним органом.

Взаємозамінність у будівництві – можливість заміни однієї конструкції іншою без зміни параметрів будівлі. Наприклад, заміна залізобетонних балок перекриттів металевими.

Уніфікація – вибір оптимальної кількості різновидів продукції, процесів і послуг, значень їх параметрів та розмірів.

Уніфікацією в будівництві називають встановлення доцільної однотипності об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель та їх конструктивних елементів з метою скорочення кількості типів, розмірів, можливість взаємозаміни та універсальності рішень. Уніфікують об'ємно-планувальні параметри будівель, розміри конструкцій та деталей, нормативні навантаження і несучу здатність конструкцій, їх основні властивості, наприклад, тепло- та звукоізоляційні.

Склад і послідовність розроблення проєктної документації для будівництва

Склад і зміст проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення будівель і споруд визначається ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво» [7]. Будівлі проєктують на підставі затвердженого завдання на проєктування.

Завдання на проєктування визначає обґрунтовані вимоги замовника до планувальних, архітектурних, інженерних і технологічних рішень об'єкта будівництва, його основних параметрів, вартості та організації будівництва. **Проектною документацією** є затверджені текстові та графічні матеріали, якими визначаються містобудівні, об'ємно-планувальні, архітектурні, конструктивні, технічні, технологічні рішення та кошториси об'єктів будівництва.

Стадії проєктування: **техніко-економічне обґрунтування (ТЕО); техніко-економічний розрахунок (ТЕР); ескізний проєкт (ЕП); проєкт (П); робочий проєкт (РП); робоча документація (Р).**

Оформлення проєктної документації виконують за нормативними документами комплексу А.2.4 «Система проєктної документації для будівництва», а саме *ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проєктної та робочої документації»* [20], *ДСТУ Б А.2.4-7:2009 «Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень»* [21].

Склад ескізного проєкту (ЕП) визначають за додатком Г *ДБН А.2.2-3-2014 «Система проєктної документації на будівництво. Склад та зміст проєктної документації на будівництво»* [7].

Загальні положення 1. Вихідні дані для проєктування. 2. Стисла характеристика об'єкта. 3. Дані інженерних вишукувань. 4. Відомості про черговість будівництва та пускові комплекси. 5. Визначення вимог до містобудівних рішень. 6. Доступність об'єкта для маломобільних груп населення. 7. Основні техніко-економічні показники. 8. Кошторисна документація, склад, обсяг та зміст якої визначають за *ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Кошторисна документація. Правила визначення вартості будівництва»*.

9. Розрахунок класу наслідків (відповідальності) та категорії складності за *ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)»* [28].

Основні креслення 1. Ситуаційний план у масштабі 1:2000 або 1:5000. 2. Схема генерального плану у масштабі 1:500 або 1:1000. 3. Схема транспортно-пішохідних зв'язків (за потреби). 4. Плани поверхів, фасади, розрізи будівель (рис. 2.17, а, б).

Проєкти (П і РП) розробляють для визначення містобудівних, архітектурних, художніх, екологічних, технічних, технологічних, інженерних рішень об'єкта, кошторисної вартості будівництва на підставі вихідних даних і схваленої в процесі проєктування попередньої стадії.

Склад проєкту і робочого проєкту на будівництво об'єктів не виробничого призначення складається з таких розділів:

Пояснювальна записка: 1. Вихідні дані. 2. Стисла характеристика об'єкта. 3. Дані інженерних вишукувань. 4. Відомості про потреби в паливі, воді, електричній та тепловій енергії, заходи з енергозбереження. 5. Відомості про черговість будівництва. 6. Матеріали оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), зокрема дані щодо очікуваних впливів на довкілля, їх мінімізація та компенсація. 7. Рішення з інженерного захисту територій і об'єктів. 8. Доступність території об'єкта для маломобільних груп населення. 9. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту. 10. Розділ із забезпечення надійності та безпеки. 11. Основні техніко-економічні показники. 12. Економічний розрахунок ефективності інвестицій. 13. Розділ з науково-технічного супроводу (у разі потреби). 14. Відомості про обсяги робіт. 15. Розрахунок класу наслідків та категорії складності за ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)» [28].

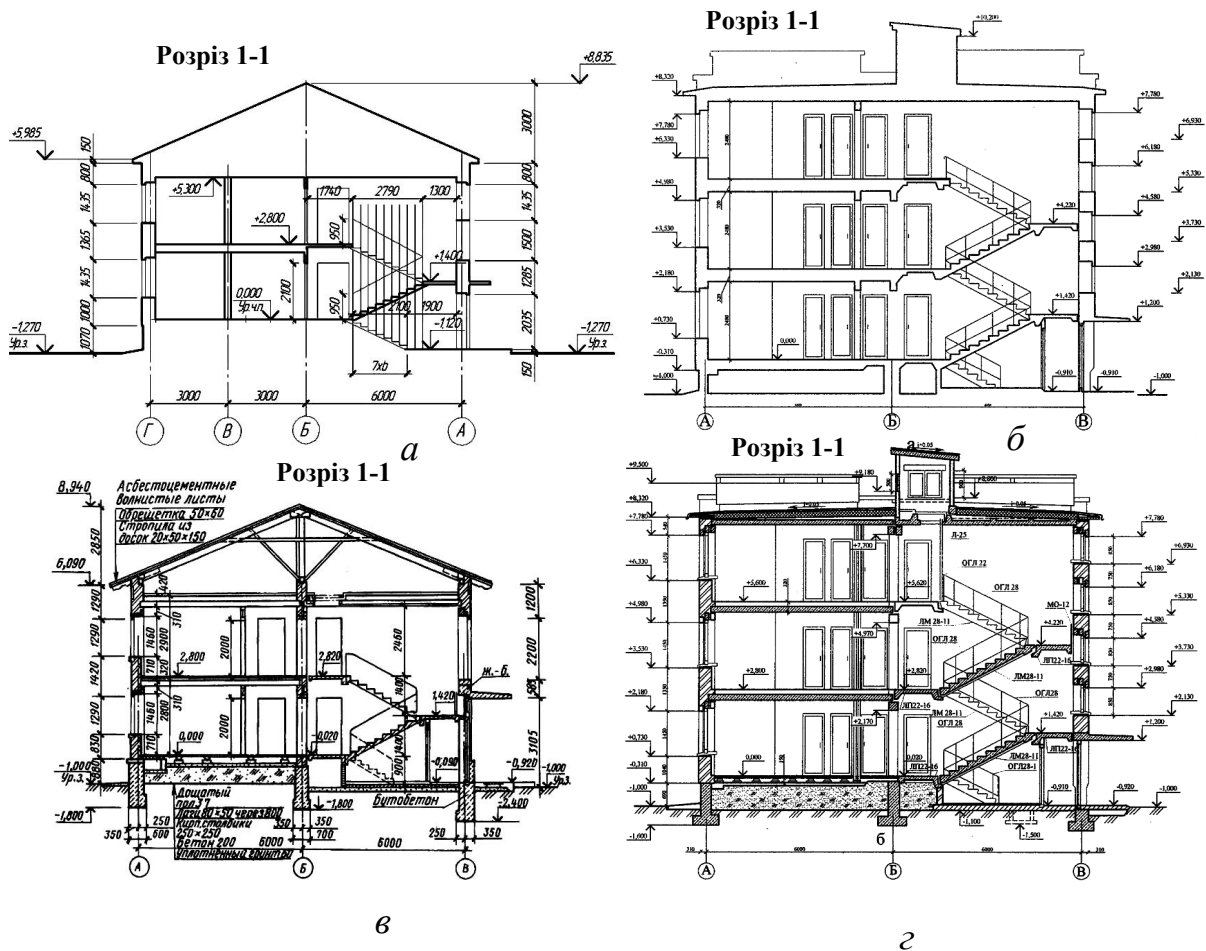


Рис. 2.17. Розрізи будівель:

а, б – у складі ескізного проекту (ЕС); *в, г* – у складі проекту (П) і робочого проекту (РП)

Основні креслення: 1. Ситуаційний план в одному з масштабів 1:2000, 1:5000 або 1:10000. 2. Генеральний план на топографічній основі у масштабі 1:500 або 1:1000. 3. Принципові рішення з вертикального планування, благоустрою та озеленення. 4. Схема транспортно-пішохідних зв'язків. 5. План трас зовнішніх інженерних мереж і комунікацій масштабу 1:2000. 6. Плани трас внутрішніх майданчикових мереж і споруд до них масштабу 1:500. 7. Схеми розміщення фундаментів, плани поверхів, фасади, розрізи будівель та споруд із зображенням основних несучих та огороджувальних конструкцій в одному з таких масштабів: 1:50, 1:100 або 1:200 (рис. 1.58, в, г); основні вузли стикування конструктивних елементів, схеми армування монолітних залізобетонних конструкцій, деталі огороджувальних конструкцій у масштабі 1:20. 8. Інтер'єри основних приміщень. 9. Каталожні аркуші для використання проєктів повторного застосування. 10. Плани поверхів, фасади і розрізи для використання проєктів повторного використання. 11. Принципові схеми улаштування інженерного обладнання. 12. Технологічні компонування з планами розміщення основного устаткування.

Лекція 3

Основи і фундаменти будівель

3.1. Фундаменти

Фундамент – це переважно підземна будівельна конструкція, яка сприймає і передає на ґрунтові основи навантаження від вище розміщених частин будівлі, бічного тиску ґрунту та нерівномірних його деформацій. Нижню площину фундаменту, яка стикується з ґрунтом основ, називають **підшовою**. Відстань від поверхні планування до підшови – це **глибина закладання фундаменту** (рис. 3.1).

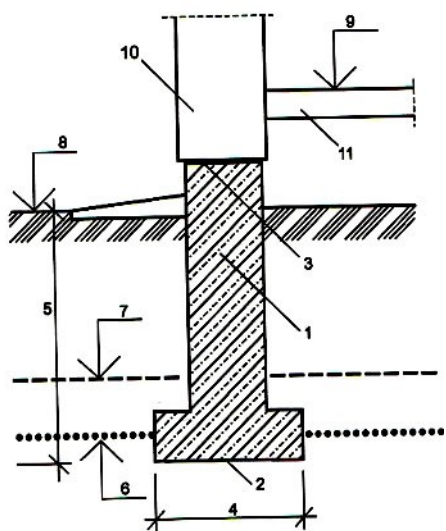


Рис. 3.1. Елементи стрічкового фундаменту неглибокого закладання:

1 – тіло; 2 – підшова; 3 – верхній обріз;
4 – ширина підшови; 5 – глибина закладання; 6 – позначка глибини промерзання ґрунту; 7 – позначка рівня ґрунтових вод; 8 – планувальна позначка землі; 9 – позначка підлоги першого поверху; 10 – стіна; 11 – перекриття

За конструктивно-статичними особливостями роботи фундаменти поділяють на **фундаменти неглибокого закладання**, **заглиблені** та **глибокого закладання** за ДБН В.2.1-10-2018 «Основи та фундаменти будівель та споруд» [12] (рис. 3.2). **Фундаменти неглибокого закладання** заглиблюють не більше, ніж на один поверх, а навантаження на основи передають через підшови фундаментів (рис. 3.2, а). Такі фундаменти влаштовують у відкритих котлованах або в порожнинах, утворених у масивах ґрунту. **Фундаменти заглиблені** заглиблюють більше, ніж на один поверх, а навантаження на основи передаються через підшови фундаментів і бічні поверхні. **Фундаменти глибокого закладання** прорізають шари ґрунту низької міцності або стисливі та спирають на ґрунти основи, відповідні вимогам до несучої здатності і деформативності фундаментів і будівель загалом (рис. 3.2, б). Навантаження передаються на основи через підшову і бокову поверхню. До таких фундаментів належать пальові, опускні колодязі, кесони, тонкостінні оболонки, бурові опори і фундаменти, що зводяться методом «стіна в ґрунті» (рис. 3.2, в).

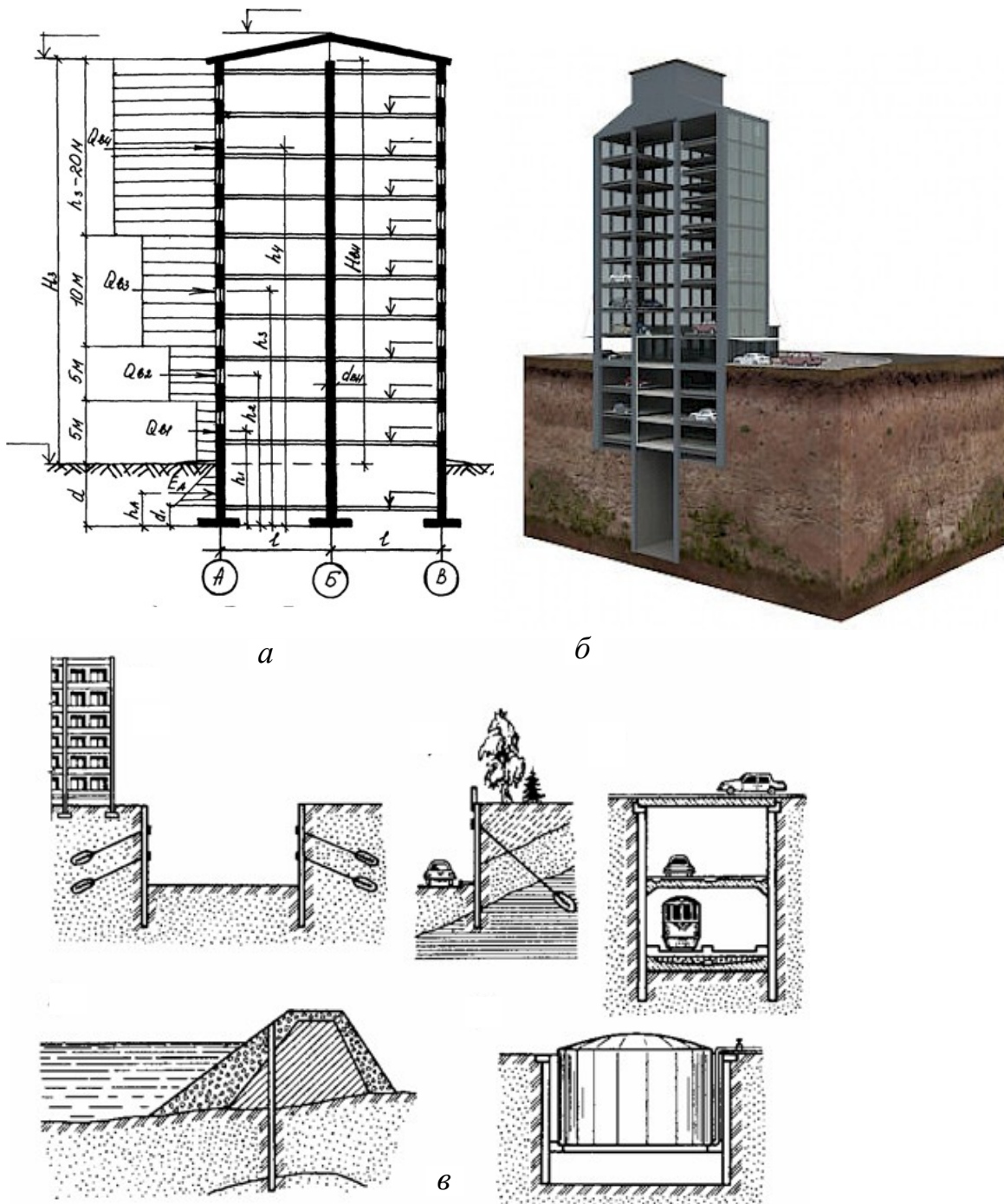


Рис. 3.2. Фундаменти: *а* – неглибокого закладання; *б* – заглиблений; *в* – глибокого закладання, зведені методом «стіна в ґрунті»

Глибину закладання фундаментів беруть залежно від призначення і конструктивних особливостей будівлі, навантажень і впливів; глибини закладання фундаментів суміжних споруд і прокладання інженерних комунікацій; рельєфу території забудови; інженерно-геологічних умов ділянки будівництва; гідрогеологічних умов ділянки будівництва і можливих їх змін у процесі експлуатації споруди; глибини сезонного промерзання ґрунтів.

3.2. Ґрунти

Класифікація ґрунтів. Класифікація ґрунтів за державним стандартом ДСТУ Б В.2.1-2-96 «Ґрунти. Класифікація» [24] виокремлює таксономічні одиниці за групами ознак: **клас** – загальний характер структурних зв'язків; **група** – характер структурних зв'язків залежно від їх міцності; **підгрупа** – походження та умови утворення; **тип** – речовинний (хіміко-мінеральний) склад компонентів; **вид** – назви ґрунтів залежно від розмірів часток та показників властивостей; **різновид** – кількісний показник речовинного складу, властивості та структура ґрунтів.

За характером структурних зв'язків ґрунти поділяють на чотири **класи**: **I** – природні скельні (з жорсткими структурними зв'язками); **II** – природні дисперсні (з механічними і водноколоїдними зв'язками); **III** – природні мерзлі (з кріогенними зв'язками); **IV** – техногенні (скельні, природні та мерзлі з різними структурними зв'язками). **За характером структури зв'язків залежно від їх міцності** ґрунти поділяють на **групи**: скельні, напівскельні, зв'язні, незв'язні, льодяні. **За походженням і умовами утворення** скельні та дисперсні ґрунти поділяють на **підгрупи**: осадові, магматичні (інтрузивні, ефузивні), метаморфічні.

За речовинним (хіміко-мінеральним) складом компонентів ґрунти поділяють на **типи**: мінеральні (силікатні, карбонатні, залізисті, кременисті, сульфатні, галоїдні), полімінеральні, органомінеральні.

Природні скельні ґрунти за характером структурних зв'язків залежно від їх міцності поділяють на дві групи – **скельні** та **напівскельні**. **Ґрунти скельні** складаються з кристалічного одного чи декількох мінералів, які мають жорсткі структурні зв'язки кристалізаційного типу, а **ґрунти напівскельні** – з одного чи декількох мінералів, які мають жорсткі структурні зв'язки цементувального типу. **Скельні ґрунти** поділяють на силікатні, карбонатні та залізисті, а **напівскельні** – на силікатні, кременисті, карбонатні, сульфатні й галоїдні.

Природні дисперсні ґрунти мають водноколоїдні та механічні структурні зв'язки, що складаються з окремих мінеральних часток різного розміру, слабо пов'язаних одна з одною. Вони утворюються внаслідок вивітрювання скельних ґрунтів. За походженням й умовами утворення це – підгрупа осадових ґрунтів. За характером структурних зв'язків природні дисперсні поділяють на дві групи – **зв'язні** та **незв'язні**.

Зв'язні дисперсні ґрунти поділяють так: **мінеральні** (силікатні, карбонатні, залізисті та полімінеральні) – це глинисті ґрунти;

органомінеральні – це мули, сапропелі та заторфовані ґрунти; **органічні** – це торфи.

Незв'язні дисперсні ґрунти поділяють на **великоуламкові** та **мінеральні** (силікатні, карбонатні, полімінеральні) – це піски.

Ґрунти природні мерзлі – це ґрунти з криогенними структурними зв'язками (пов'язані з льодом і низькими температурами), які за характером структурних зв'язків поділяють на скельні, напівскельні, зв'язні та льодяні. За походженням, умовами утворення та речовинним складом мерзлі ґрунти класифікують так само, як скельні, напівскельні та зв'язні. Природних мерзлих ґрунтів в Україні немає.

Ґрунти техногенні (скельні, дисперсні та мерзлі) – ґрунти з різними структурними зв'язками, утвореними в процесі діяльності людей, класифікують за всіма згаданими ознаками, зважаючи на специфічні особливості та властивості. За походженням та умовами утворення це **ґрунти змінені фізичними** (тепловими) або **фізико-хімічними впливами, насипні, намивні** або наморожені.

У складі більшості ґрунтів є три компоненти: **тверді частинки, рідина** (вода), **повітря** або інший газ. Мерзлий ґрунт ще й утримує частинки льоду. Властивості ґрунту залежать від розмірів і мінералогічного складу твердих частинок.

3.3. Основи будівель та споруд

Основи будівель – шари ґрунту, розміщені нижче від подошви фундаменту і підготовлені для сприйняття навантажень від будівель. Ґрунтові основи, здатні у природному стані витримувати навантаження від будівель, називають **природними**. Слабкі основи, які для сприйняття навантажень від будівель ущільнюють, закріплюють забивкою палей, замінюють на більш надійний ґрунт, називають **штучними**.

Під впливом навантажень від будівлі в ґрунтових основах виникають напруги стиску, ґрунти деформуються й ущільнюються. Незначні та рівномірні деформації ґрунтових основ, які відбуваються внаслідок ущільнення ґрунтів під час навантаження і не загрожують безпечній експлуатації будівель, називають **осадками**. Великі та нерівномірні деформації (понад 80...150 мм), які виникають внаслідок корінної зміни структури ґрунту під впливом вологи під час навантаження і можуть призвести до руйнування будівель, називають **просадками**.

Структура ґрунтових основ під фундаментами будівель може бути однорідна або неоднорідна (багат шарова).

Будівлі та споруди передають всі навантаження через фундаменти на ґрунт, який називають **основами**. **Міцність основи є найважливішою умовою їх надійної роботи** під час експлуатації.

Міцність ґрунтових основ визначають, досліджуючи зразки, отримані із свердловин або шурфів. Під будівлею і навколо неї роблять не менше, ніж п'ять шурфів (рис. 3.3).

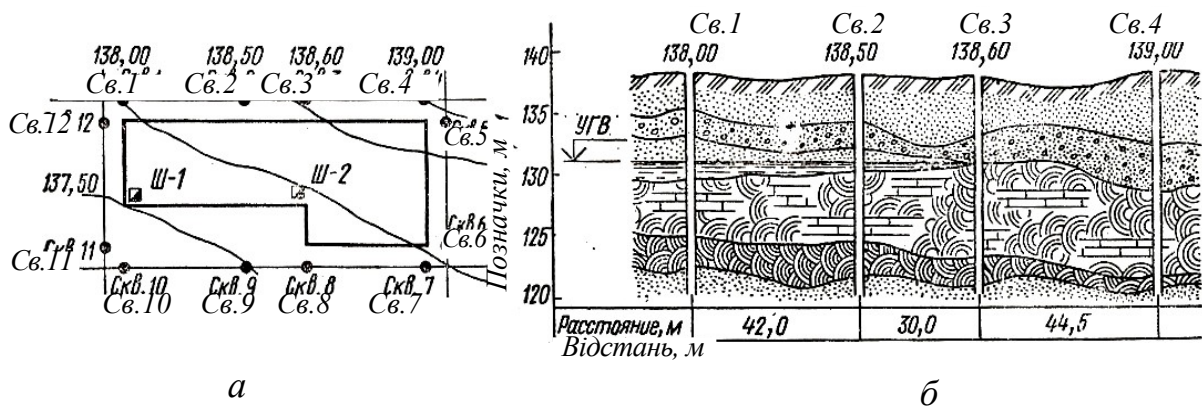


Рис. 3.3. Матеріали геологічних вишукувань:
а – план розміщення свердловин і шурфів; *б* – геологічний профіль на підставі свердловин

Деформації ґрунтів

Навантаження, що передається фундаментом, спричиняє в ґрунті основ напружений стан і деформує його. Виокремлюють кілька видів деформації основ: **осадки, просадки, підняття та осідання, осідання земної поверхні та горизонтальні переміщення**. Деформації основ залежно від причин виникнення поділяють на два види: деформації від зовнішніх навантажень на основи (осадки, просадки, горизонтальні переміщення) і деформації, які проявляються у вигляді вертикальних і горизонтальних переміщень поверхні основи (осідання, просідання ґрунтів від власної ваги, підняття).

Несучу здатність основи визначають за величиною навантаження (в МПа), за якого відбувається осідання, прийнятне для будівлі за величиною і рівномірністю. Тиск, який передають фундаменти на основи, поширюється в глибину і ширину нерівномірно. Розподіл тиску подошви фундаменту в товщині основ зображують графічно у вигляді системи кривих ліній (ізобар), які з'єднують точки з однаковим тиском (рис. 3.4).

Глибину товщини основ на графіку відкладають в одиницях, кратних ширині фундаменту. Над кожною кривою на графіку надписують величину тиску в десятих частках від середнього тиску (F) під подошвою фундаменту.

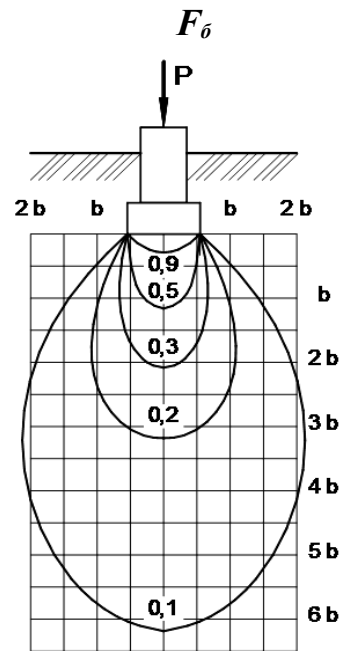


Рис. 3.4. Напружена активна зона ґрунтових основ під подошвою фундаменту

Споруда впливає на основу в межах деякої активної зони, розміри якої залежать від площі подошви фундаменту та величини навантаження.

Розрахунок фундаментів і ґрунтових основ в Україні виконують за **методами граничних станів**. **Граничний стан** – це стан, за якого конструкція, ґрунтова основа, будівля або споруда загалом перестають задовольняти експлуатаційні вимоги або вимоги будівельно-монтажних робіт.

Фундаменти розраховують як частину споруди за властивостями ґрунтів основи (природної або штучної) та за матеріалом їх конструкцій. **Розрахунки фундаментів** за властивостями ґрунтів основи виконують за двома групами граничних станів: **перша група** – за несучою здатністю (міцністю і стійкістю матеріалів фундаментів); **друга** – за деформаціями (осіданням, креном, горизонтальними переміщеннями).

Перша група граничного стану ґрунтових основ за несучою здатністю настає, якщо нормальна експлуатація споруди є неможливою внаслідок вичерпання ґрунтом міцності. **Друга група граничного стану ґрунтових основ за деформаціями** настає, якщо деформації ґрунтових основ надмірні для наземних конструкцій.

Метою розрахунків фундаментів за **граничним станом першої групи** є **уточнення** попередньо призначених на архітектурно-будівельних кресленнях **розмірів у плані подошв фундаментів**, за яких гарантується міцність, стійкість і тріщиностійкість конструкцій будівлі за будь-яких можливих навантажень і впливів.

Для більшості будівель, які зводять в сприятливих інженерно-геологічних умовах і які мають фундаменти неглибокого закладання,

виконують розрахунки за першою групою граничних станів, тобто перевіряють дотримання вимоги, щоб середній тиск під підшоною фундаменту G не перевищував розрахункового опору ґрунту основ G_u , тобто була дотримана вимога

$$G \leq G_u \quad \text{або} \quad F < \gamma_c F_u / \gamma_n, \quad (1)$$

де $G = F/b l$, Па; G_u – напруження, що відповідає межі несучої здатності основи, Па; F – розрахункове навантаження на основу, Н, яке дорівнює вазі будівлі, фундаменту і ґрунту на його уступах ($F = F_{\text{бвд}} + F_{\phi} + F_{\text{гр}}$); F_u – сила граничного опору основи, Н; γ_c, γ_n – коефіцієнти умови роботи і надійності; b, l – розміри в плані сторін фундаменту, м (рис. 3.5).

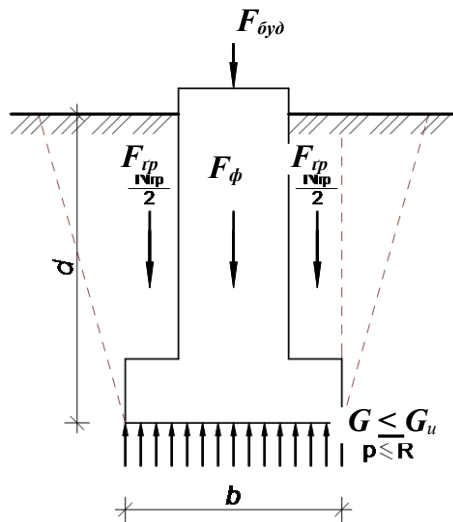


Рис. 3.5. Схема для визначення розмірів підшови фундаменту

Таким чином, потрібну площу підшови фундаментів визначають з умови обмеження тиску по підшві фундаменту розрахунковим опором ґрунту основи. Розрахункова умова для центрально навантаженого фундаменту має такий вигляд:

$$G = (F_{\text{бвд}} + F_{\phi} + F_{\text{гр}}) / b l \leq G_u \quad (2)$$

З цієї умови (2) неможливо визначити потрібну площу фундаменту, тому що в ній є дві невідомі величини, а саме площа $A = b l$ і G_u . Тому розрахунки ведуть методом послідовних наближень, припускаючи спочатку, що $G_u = G_o$, де G_o – розрахунковий опір ґрунтів основ.

Розрахунок стрічкових фундаментів виконують на 1 м довжини, а тому ширина стрічкового фундаменту $b = A/l$. За отриманим значенням b конструюють монолітний фундамент відповідно до поставлених до нього вимог або добирають типову збірну залізобетонну фундаментну плиту.

Для попереднього визначення розмірів фундаментів на архітектурно-будівельних кресленнях використовують розрахунковий опір ґрунтів основ, G_o , кПа:

скельні – 120000...5000 кПа;
напівскельні – 5000...1000 кПа;
великоуламкові: галькові – 600...400 кПа; гравійні – 500...350 кПа;
піски крупні – 600...500 кПа;
піски середньої крупності – 500...400 кПа;
піски дрібні малого ступеня вологості – 400...300 кПа;
піски дрібні середнього ступеня вологості насичені водою – 300...200 кПа;
піски пилюваті малого ступеня вологості – 300...250 кПа;
піски пилюваті середнього ступеня вологості – 200...150 кПа;
піски пилюваті насичені водою – 150...100 кПа;
супіски – 300...200 кПа;
суглинки – 300...100 кПа;
глини – 600...100 кПа.

Фундамент є однією з найвідповідальніших частин будівлі. Від його міцності та стійкості залежить загальна міцність, стійкість і деформативність будівлі. Проектування полягає у визначенні впливів і виборі типу, розмірів і способів улаштування фундаментів.

Впливи на фундаменти. Фундаменти зазнають силових і несилових впливів різного характеру (рис. 3.6).

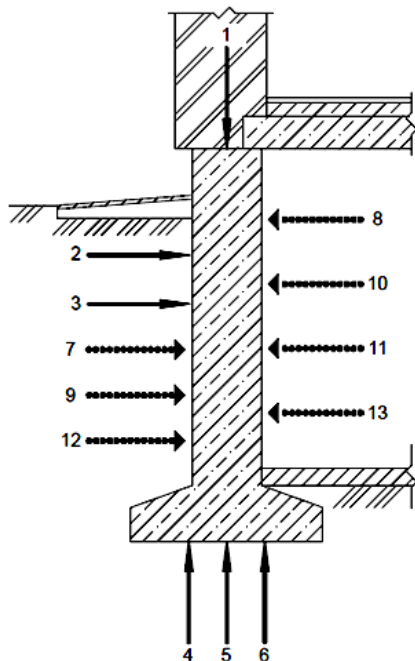


Рис. 3.6. Схема впливів на фундаменти:

силові: 1 – навантаження від будівлі;
 2 – боковий тиск ґрунту; 3 – сейсмічні навантаження; 4 – пружна реакція ґрунту; 5 – сили здирання ґрунту; 6 – вібрація;
несилові: 7 – температура ґрунту;
 8 – температура приміщення підвалу;
 9 – волога ґрунту; 10 – волога повітря підвалу; 11 – агресивні компоненти повітря підвалу; 12 – агресивні компоненти вологи ґрунту; 13 – біологічні фактори

Впливи – зусилля, прикладені до конструкцій, які спричиняють в елементах напруження або переміщення.

Силові впливи – навантаження від ваги будівлі та ґрунту, сили здимання, сейсмічні поштовхи, пружна реакція ґрунту, вібрації, які зумовлюють напруги стискання, зсуву і згинання, наслідком яких можуть бути неприпустимі деформації фундаментів та їх руйнування.

Несилові впливи – змінні температура і вологість ґрунту та повітря, надлишкове зволоження, впливи агресивних хімічних речовин і біологічних факторів, здатні призвести до небажаних руйнівних процесів у фундаментах.

Вимоги до фундаментів. Силові та несилові впливи зумовлюють основні експлуатаційні вимоги до фундаментів: міцність, просторову жорсткість і довговічність; стійкість на перекидання та ковзання; стійкість до впливів ґрунтових вод, хімічної та біологічної агресивності середовища.

Конструктивні рішення фундаментів повинні зумовлювати просту форму конструктивних елементів, мінімальну площу їх поверхонь, уникнення місць, де можуть накопичуватися агресивний пил, рідини або конденсат. Фундаменти мають задовольняти вимоги технологічності влаштування й економічні вимоги – мінімум витрат матеріалів, праці та часу на їх зведення.

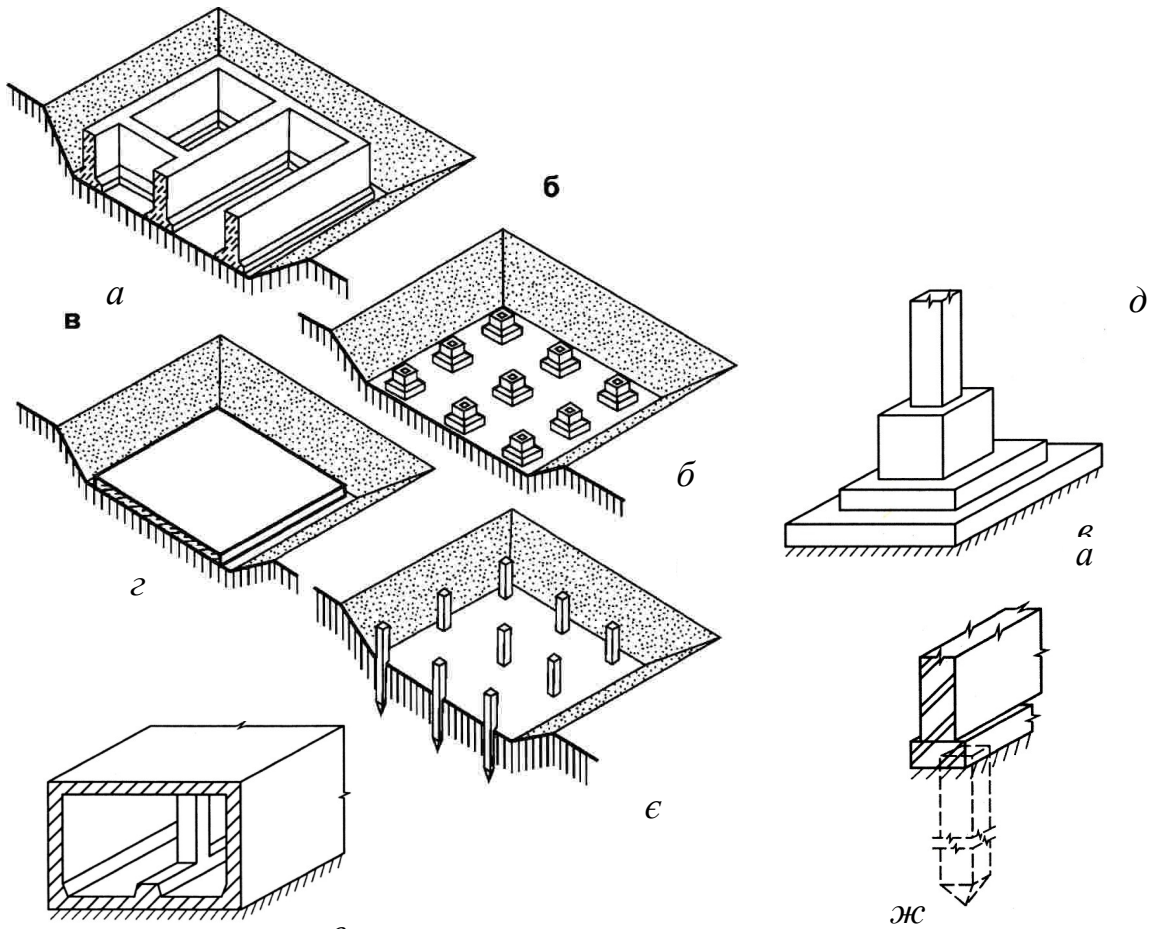
3.4. Класифікація фундаментів

Фундаменти проєктують, виходячи з розрахункових схем, у яких відображене сумісне деформування об'єктів з основами, а також відповідно до типу основ (природні чи штучні), характеру або способу передавання навантажень від будівель на основи; схеми можливого розвитку деформацій основи залежно від глибини закладання фундаментів (малозаглиблені, заглиблені та глибокого закладання); типу конструкції фундаментів і жорсткості несучих конструкцій; способу влаштування фундаментів (з вийманням або без виймання ґрунту).

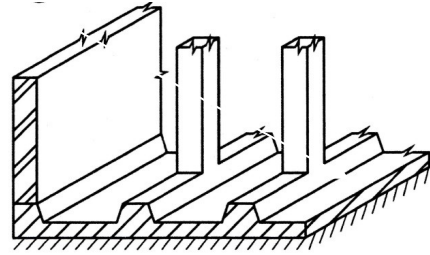
За конструктивним рішенням фундаменти поділяють так (рис. 3.7):

- окремо розміщені стовпові, стрічкові, щілинні просторові, спеціальні з анкерами із забивних блоків чи коротких паль, перехресні системи стрічок, плитні, коробчасті, просторово-рамні для будівель, що влаштовують у котлованах;

- палі-колони, стовпи, глибокі опори, оболонки, кесони, «стіна в ґрунті»; комбіновані системи паль, глибоких опор або оболонок, об'єднаних кущовими, стрічковими, плитними ростверками або



просторово-рамними^е чи коробчастими системами, які застосовують як фундаменти глибокого закладання.



За видом несучих конструкцій розрізняють фундаменти під колони, стіни, розпірні конструкції, стовпи, споруди загалом.

За способом навантаження розрізняють фундаменти центрально навантажені та позацентрово навантажені.

За способом улаштування виокремлюють фундаменти з **вийманням ґрунту** або **без виймання ґрунту**. З **вийманням ґрунту** влаштовують малозаглиблені та заглиблені фундаменти, які зводять у котлованах. **Без виймання ґрунту** влаштовують фундаменти у витрамбованих котлованах, із забивних блоків і коротких, забивних або вдавлюваних паль.

За способом виготовлення фундаменти зводять монолітними, збірно-монолітними і збірними. Найраціональнішими є монолітні фундаменти, тому що вони дешевші від збірних і мають кращі технічні характеристики.

Глибину закладання фундаментів (рис. 3.8) беруть, зважаючи на такі

Рис. 3.7. Конструктивні типи фундаментів:

a – стрічковий; *б, в* – стовпові з підколонником; *г* – плитний суцільний; *д* – плитний ребристий; *е* – коробчастий; *є, ж* – пальові

приміщень – на 500...600 мм нижче від позначки підлоги підвалу);

- глибина закладання фундаментів суміжних об'єктів і прокладання інженерних комунікацій;
- рельєф території забудови (наявні та після інженерної підготовки);
- інженерно-геологічні умови ділянки будівництва (фізико-механічні властивості ґрунтів, характер напластувань, наявність схильних до ковзання шарів тощо);
- гідрогеологічні умови ділянки будівництва й можливі їх зміни у процесі будівництва й експлуатації будівлі;

- глибина сезонного промерзання ґрунтів (рис. 3.8).

Нормативну глибину сезонного промерзання ґрунту беруть середню з чних максимальних глибин сезонного промерзання ґрунтів (за даними терезень за період не менш ніж 10 років) на відкритій, оголеній від снігу та доступній для впливу вітру горизонтальній поверхні майданчика за рівня підземних вод, нижчого від глибини промерзання ґрунтів.

Карту глибин промерзання ґрунтів України наведено на рис. 3.9.

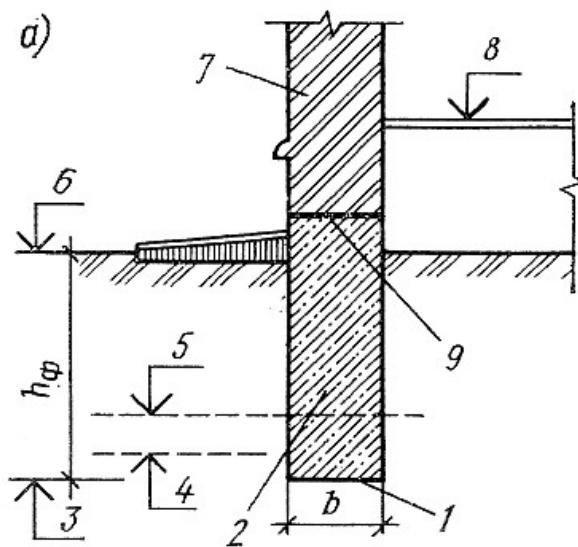
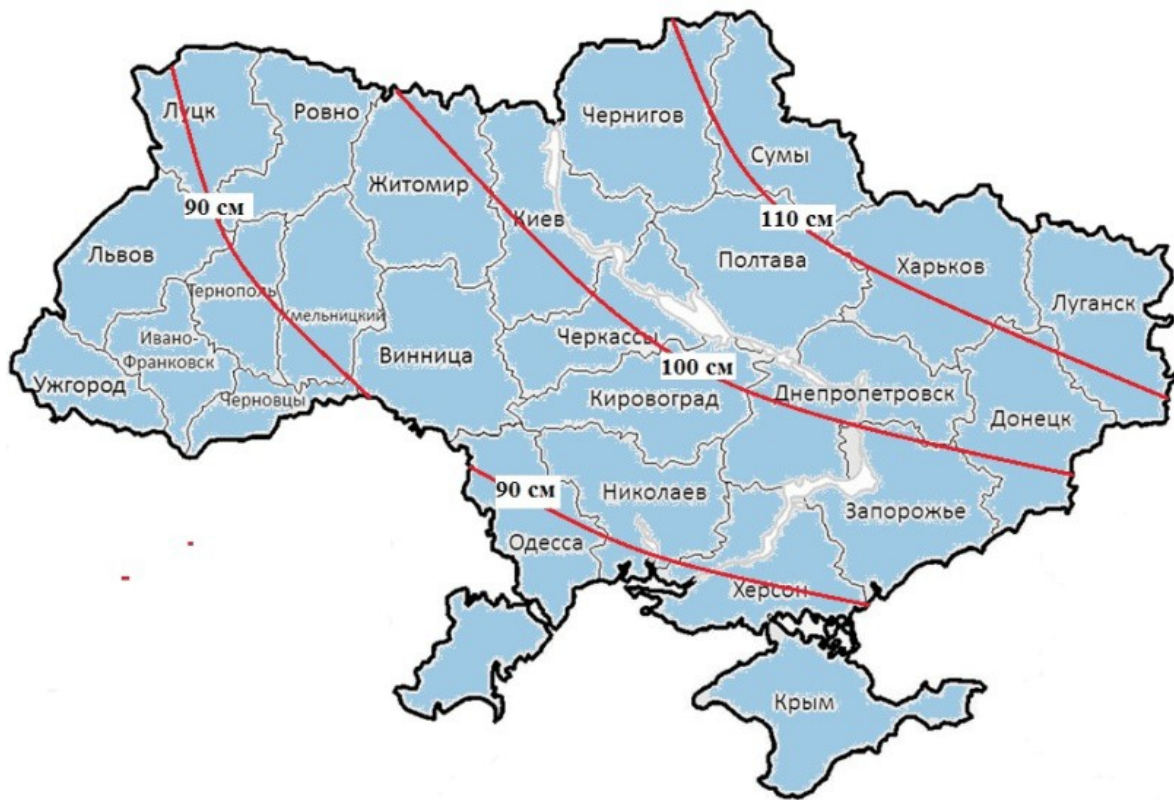


Рис. 3.8. Визначення глибини закладання підшви фундаментів:

1 – підшва фундаменту;
 2 – фундамент; 3 – позначка підшви фундаменту; 4 – позначка глибини промерзання ґрунтів;
 5 – позначка рівня ґрунтових вод;
 6 – планувальна позначка; 7 – стіна;
 8 – позначка підлоги першого поверху; 9 – обріз фундаменту;
 h_{ϕ} – глибина закладання підшви фундаменту; b – ширина підшви фундаменту



Глибину закладання фундаментів опалюваних будівель за умовами недопущення морозного здимання ґрунтів основ призначають:

- **для зовнішніх фундаментів:** на ґрунтах скельних, напівскельних, великоуламкових, пісках гравелистих, крупних і середньої крупності (нездимальних) – незалежно від розрахункової глибини промерзання; **для інших ґрунтів** – не меншу за розрахункову глибину промерзання (на 150...200 мм нижче від глибини сезонного промерзання ґрунтів);
- **для внутрішніх фундаментів** – незалежно від розрахункової глибини промерзання ґрунтів.

Глибину закладання зовнішніх фундаментів допускається призначати незалежно від розрахункової глибини промерзання, якщо:

- фундаменти спираються на дрібні піски і випробуваннями встановлено, що вони не мають здимальних властивостей;
- передбачено спеціальні теплотехнічні заходи, які унеможливають промерзання ґрунтів під подошвою фундаментів (теплоізовані фундаменти тощо);
- досягнуто просторової жорсткості фундаментів (малоповерхові безпідвальні будівлі із стрічковими фундаментами).

3.5. Фундаменти будівель неглибокого закладання і заглиблені

стрічкові фундаменти

Стрічкові фундаменти влаштовують під несучими та самонесучими стінами будівель, іноді під колонами. Вони мають вигляд безперервних стін-стрічок або перехресних балок, форма яких у плані повторює окреслення стін будівлі (рис. 3.10 і 3.11).

У найпростішому випадку поперечні перерізи стрічкових фундаментів

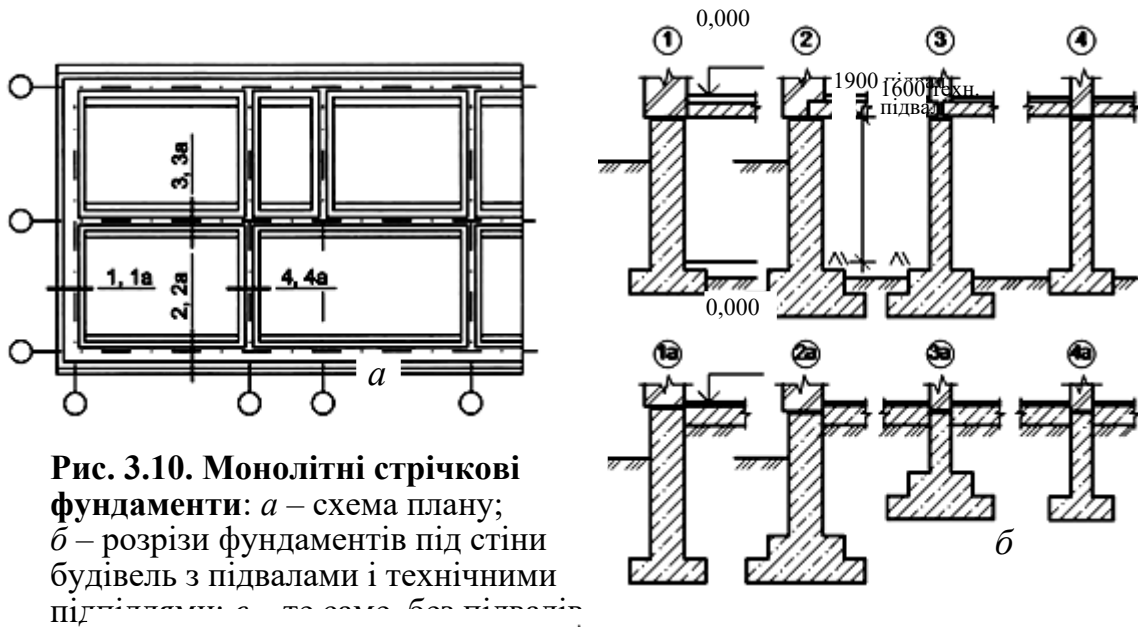


Рис. 3.10. Монолітні стрічкові фундаменти: *a* – схема плану; *б* – розрізи фундаментів під стіни будівель з підвалами і технічними підповерхами.

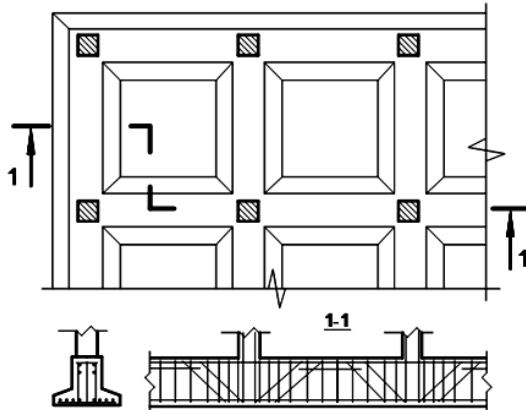
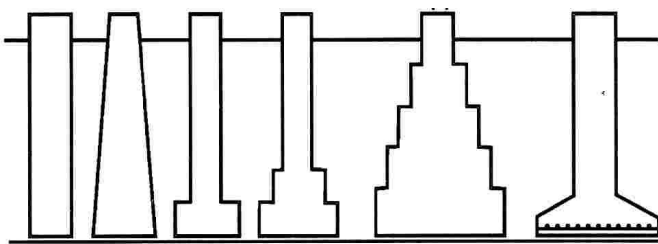


Рис. 3.11. Монолітні стрічкові фундаменти під колони каркаса: *a* – план; *б* – розріз

під стіни будівель мають форму прямокутника (рис. 3.12, *a*).



a – прямокутна; *б* – трапецієподібна; *в* – односхідчаста; *г* – двосхідчаста; *д* – багатосхідчаста; *е* – східчаста із залізобетонною плитою

Рис. 3.12. Форми поперечних перерізів стрічкових фундаментів:

- a* – прямокутна;
- б* – трапецієподібна;
- в* – односхідчаста;
- г* – двосхідчаста;
- д* – багатосхідчаста;
- е* – східчаста із залізобетонною плитою

східчастими з підширненнями до низу, моделюючи цей кут за технологічними можливостями (рис. 3.12, в...е).

Монолітні стрічкові фундаменти влаштовують з буту, бутобетону, бетону у вигляді жорстких конструкцій східчастих форм.

Стрічкові фундаменти з монолітного залізобетону виконують у вигляді армованої стрічки-плити та неармованої чи армованої конструктивною стіни (рис. 3.13).

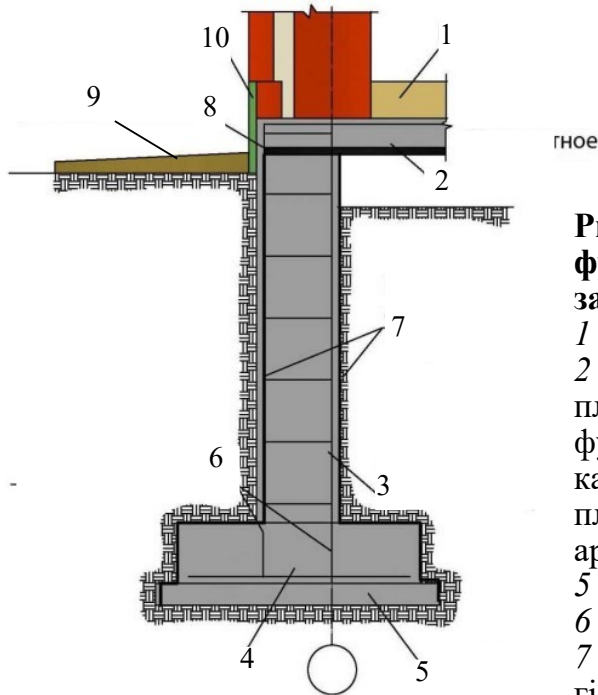


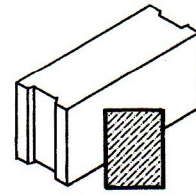
Рис. 3.13. Стрічковий фундамент з монолітного залізобетону:

- 1 – підлога першого поверху;
- 2 – монолітна залізобетонна плита перекриття;
- 3 – стіна фундаменту армована каркасами;
- 4 – фундаментна плита, армована звареною арматурною сіткою;
- 5 – бетонна підготовка;
- 6 – арматурні випуски;
- 7 – вертикальна обмазувальна гідроізоляція;
- 8 – горизонтальна гідроізоляція;
- 9 – вимощення;
- 10 – опорядження цоколя

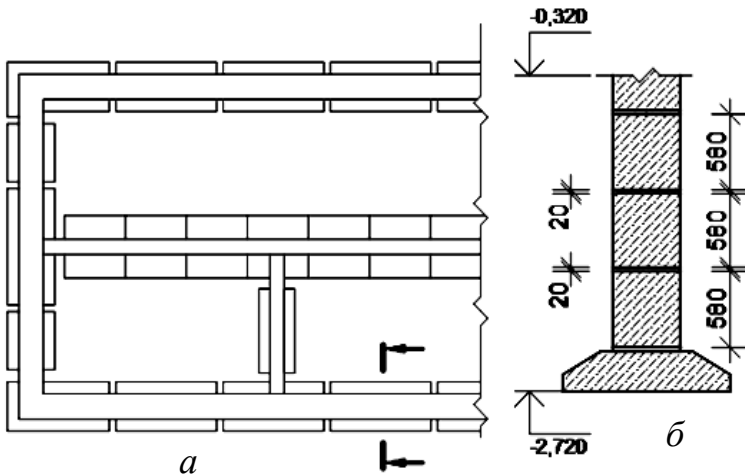
Збірні залізобетонні стрічки і великоблокових будівель проєктують із залізобетонних фундаментних плит і стінових фундаментних блоків (рис. 3.14), а для панельних – із фундаментних плит і цокольних панелей, які огорожують підвали (рис. 3.15). Залізобетонні фундаментні плити виготовляють на будівельних комбінатах завтовшки 300 мм (рис. 3.14, е, є), 400 і 500 мм (рис. 3.14, ж, з), 600 мм (рис. 3.14, и). Їх ширина становить від 600 до 3200 мм (з градацією 200 мм), а довжина – переважно 1200, 2400 і 3000 мм.

Під несучі та самонесучі стіни багатоповерхових будівель фундаментні плити установлюють у вигляді безперервних стрічок з конструктивними зазорами $\delta = 20$ мм, досягаючи рівномірного передавання навантажень від конструкцій на ґрунтові основи.

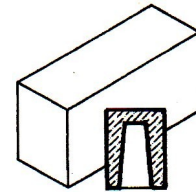
Стінові фундаментні блоки використовують таких типів: ФБС – суцільні; ФБП – пустотні; УДБ – уніфіковані дірчасті (рис. 3.14, *в...д*). Всі



стінові фундаментні блоки укладають рядами по шарах цементно-піщаного розчину з перев'язуванням вертикальних швів.



розміри: в ⁶ ета – 600 і



г

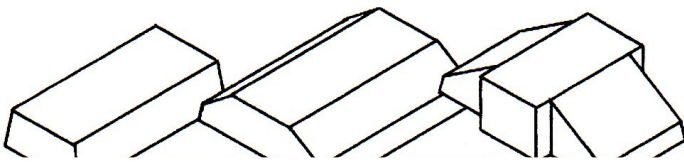
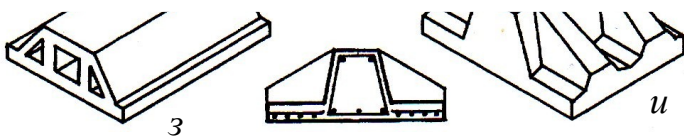


Рис. 3.14. Елементи збірних стрічкових фундаментів:

е – фрагмент п. *г* у; *б* – розріз; *в...д* – стінові фундаментні блоки (суцільний, пустотний, дірчастий); *е...и* – фундаментні плити (суцільні, стотна, ребриста)



д



300 мм (добірні); ширина – 300, 400, 500 і 600 мм; довжина – 600, 800, 900, 1200 і 2400 мм (дірчасті від 600 до 6000 через 600 мм).

Для надання стрічковим фундаментам просторової жорсткості влаштовують зв'язки між поздовжніми і поперечними стінами підвалу перев'язкою блоків і закладанням у горизонтальні шви сіток з арматури діаметром 8 або 10 мм.

У багатоповерхових панельних житлових будинках для огороження підвальних поверхів найчастіше використовують стінові залізобетонні панелі, які спирають на збірні залізобетонні фундаментні плити: цокольні під зовнішні стіни та з прорізами (для проходів і пропускання інженерних комунікацій) під внутрішні стіни (рис. 3.15). Залежно від температурного

режиму підвалу зовнішні цокольні панелі виготовляють утепленими плоскими (тришаровими чи одношаровими з легкого бетону) або не утепленими (одношаровими) ребристими. Стінові панелі огорожень підвалів спирають на фундаментні плити по шару цементно-піщаного розчину і з'єднують між собою вертикально та з плитами цокольних

перекрыттів зварюванням закладних деталей

Рис. 3.15. Стрічкові фундаменти панельних будівель з огороженнями підвалів панелями:

a – фрагмент плану; *б, в, г, д* – розрізи; *1, 2, 3* – цокольні панелі (одношарова з легкого бетону, тришарова і ребриста); *4* – внутрішні панелі; *5* – фундаментна плита; *б* – цокольне перекрыття

Збірним фундаментам із стінових фундаментних блоків, цокольних панелей і фундаментних плит властиві суттєві недоліки: порівняно з монолітними залізобетонними вони дорожчі та мають меншу міцність. Для максимальної механізації процесів зведення будівель огорожувальні конструкції підвалів і цокольних поверхів виконують з монолітного і збірно-монолітного залізобетону, використовуючи різні типи бетонних стінових блоків (рис. 3.16). Влаштування таких фундаментів, порівняно із збірними, спрощується, оскільки не потребує перев'язки швів між стіновими блоками і місцевих замурувань бетоном. Прорізи, потрібні для прокладання інженерних мереж водопостачання, опалення і каналізації, влаштовують в монолітних ділянках, закладаючи патрубкі (короткі труби).

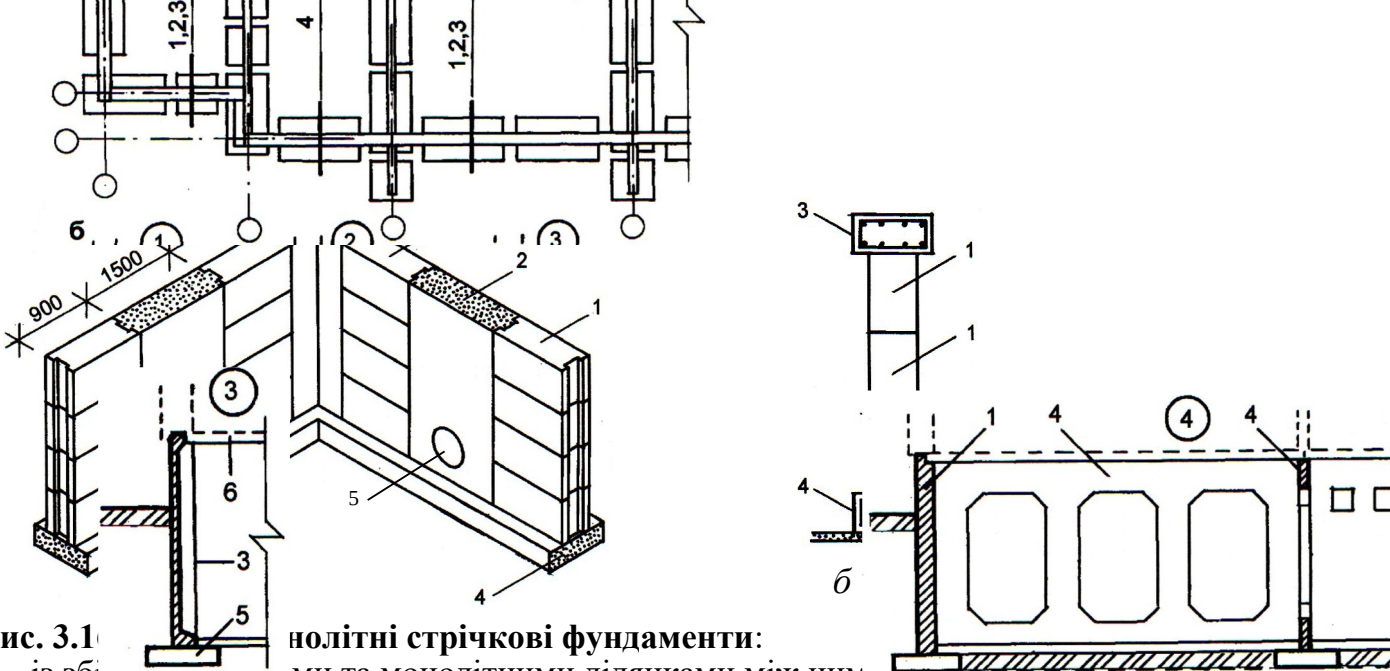


Рис. 3.1 нолітні стрічкові фундаменти:

a – із збірними блоками та монолітними ділянками між ними, бетонними монолітними поясами (обв'язкою і фундаментною плитою);
 1 – збірний стіновий фундаментний блок; 2 – монолітний бетон; 3 – обв'язка;
 4 – монолітна залізобетонна фундаментна плита; 5 – патрубок

Стовпові фундаменти

Стовпові фундаменти влаштовують під окремі опори (колони каркасних будівель, стовпи). **Стовпові фундаменти під залізобетонні колони** за способом виготовлення поділяють на монолітні, збірно-монолітні та збірні (рис. 3.17).

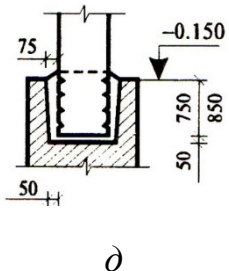
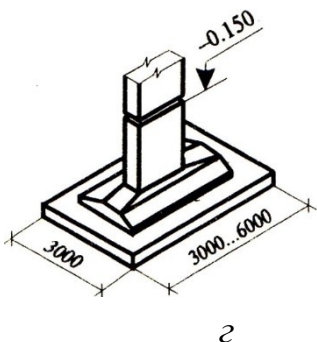
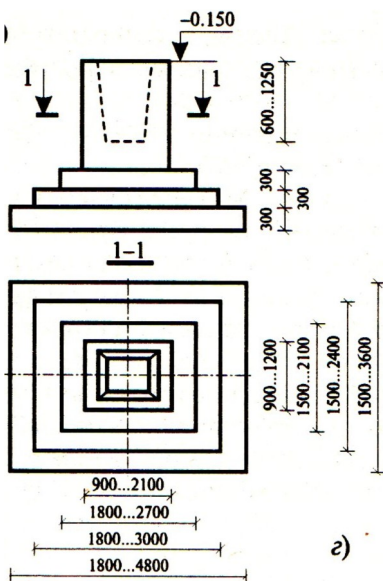
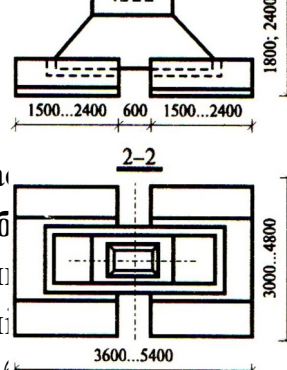


Рис. 3.17. Стовпові фундаменти під залізобетонні колони каркасних будівель:
a – монолітний; *б* – збірний; *в* – у місцях влаштування деформаційних швів;
г – пеньковий; *д* – замурування збірної залізобетонної колони у фундаменті



Під збірні залізобетонні колони каркасних будівель використовують в основному **монолітні залізобетонні стовпові фундаменти**, які складаються з підколонника та одно-, дво- чи тричастини (рис. 3.18). З метою обмеження типорозмірів будівельних конструкцій, а також для чіткішої градації арматурних виробів розміри фундаментів уніфікують.

підколонник

плитна частина

a

ширина колони *b*

в

г

д

Рис. 3.18. Монолітні залізобетонні стовпові фундаменти під збірні залізобетонні колони каркасних будівель:

a, б, в – одно-, дво- і трисхідчасті; *г* – підколонник; *д* – вигляд зверху

Висоту стовпових фундаментів беруть не менш ніж 1,5 м і далі в межах 1,8...4,2 м з інтервалом 600 мм. Розміри уступів у плані та за висотою призначають 300 або 450 мм. Розміри підоснов фундаментів обирають залежно від навантаження, що передається від колони на ґрунтові основи, характеристик ґрунту і конструктивних рішень будівель нижче від нульової позначки. Фундаменти під спарені колони в місцях температурних швів влаштовують у вигляді єдиних будівельних конструкцій, їх не розділяють вертикальним деформаційним швом (рис. 3.17, *в*). Для влаштуванні осадкових швів стовпові фундаменти за висотою розділяють вертикальними осадковими швами.

Для встановлення збірних залізобетонних колон в тілі підколонника виконують поглиблення – **стакани**. Зазори між гранями колон і стінками стаканів беруть по верху 75 мм, а по низу – 50 мм (рис. 3.17, *д*). Після встановлення колон зазори заповнюють бетоном.

З метою уніфікації та скорочення кількості типорозмірів збірних залізобетонних колон верхній обріз фундаментів розміщують на позначці $-0,150$ мм (рис. 3.18, а, б, в). Це дає змогу монтувати колони за умов засипаних котлованів, після влаштування підготовки під підлоги і прокладання підземних комунікацій.

Стовпові фундаменти під монолітні залізобетонні колони виконують у вигляді цільної залізобетонної конструкції з наскрізною робочою арматурою і фундаментними плитами, армованими сталевими сітками (рис. 3.19, а, б).

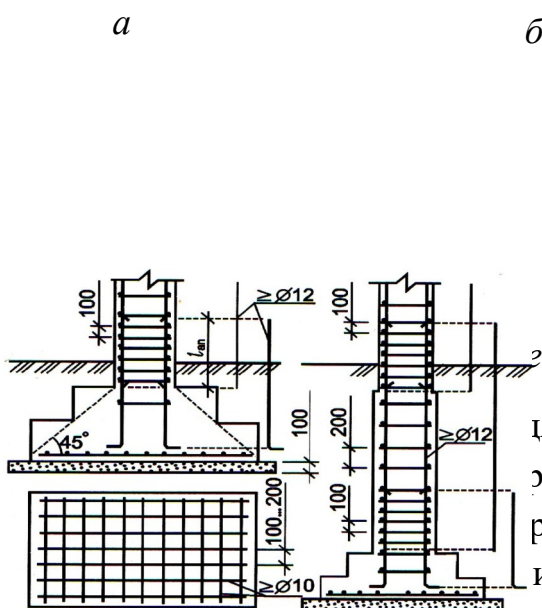


Рис. 3.19. Арматура стовпових залізобетонних фундаментів:

а, б – монолітних під монолітні колони; в, г – монолітних під збірні колони; д, е – збірних під збірні колони

взяють з важкого бетону класів міцності, не рні – С16/20. Їх підшви армують звареними рофілів класів А300С і А400С (рис. 3.19). ить не менш ніж 10 мм, а крок робочих стержнів – 100...200 мм. у разі потреби в заглибленні стовпових фундаментів влаштовують високі підколонники (рис. 3.19 б, г).

Стовпові фундаменти під сталеві колони влаштовують монолітними залізобетонними без стакана, їх називають **пеньковими**. Жорсткого з'єднання сталевих колон з фундаментами досягають за допомогою анкерних болтів, закладених у підколонник, в колонах влаштовують бази – під торці колон укладають сталеві листи для рівномірної передачі навантаження на більшу площу верхнього обрізу фундаменту (рис. 3.20, 3.21). За великих навантажень, для рівномірності тиску по всій площі опорного листа і кращого сприйняття опорного

моменту в колонах влаштовують опорні бази у вигляді траверс, розміри яких визначають розрахунками (рис. 3.20, б). Опорні листи баз колон укладають по шару цементно-піщаного розчину завтовшки 100 мм. Розміри у плані верхнього обрізу стовпових фундаментів пенькового типу беруть такими, щоб відстань від анкерних болтів або опорних закладних деталей до країв підколонників була не меншою за 150 мм.

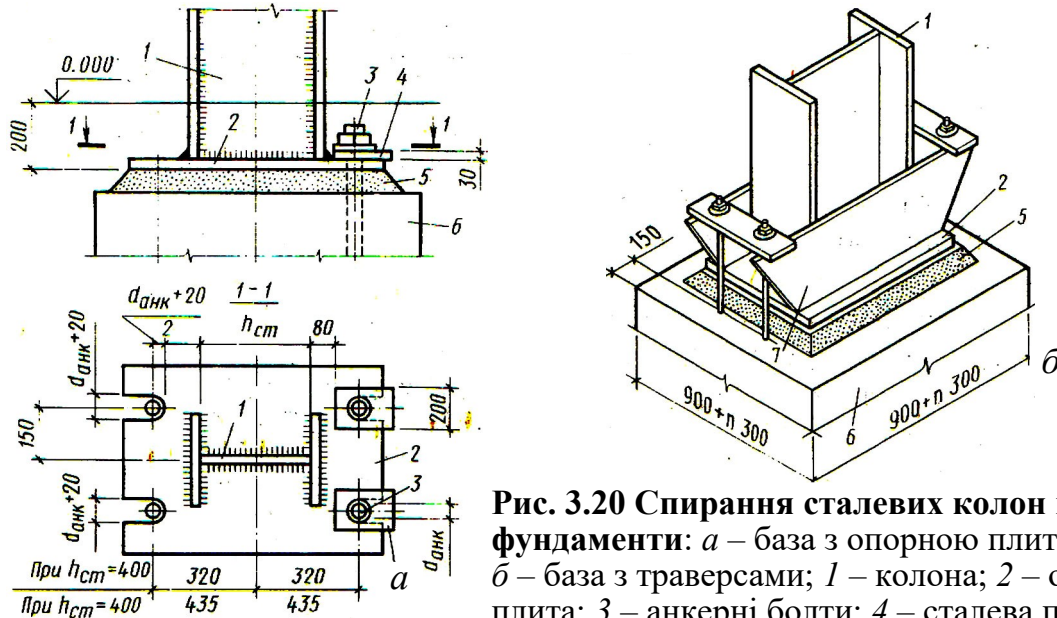


Рис. 3.20 Спирання сталевих колон на фундаменти: а – база з опорною плитою; б – база з траверсами; 1 – колона; 2 – опорна плита; 3 – анкерні болти; 4 – сталевая плитка; 5 – цементний розчин; 6 – бетонний фундамент; 7 – траверса

а

б

в

г

д

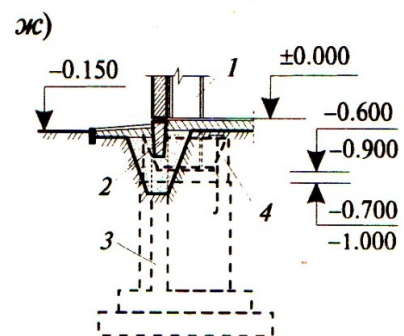
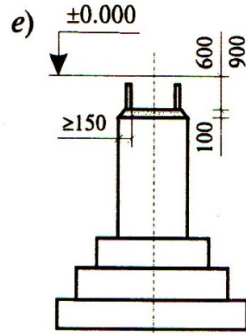
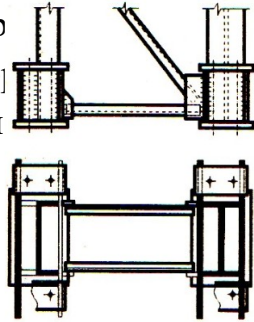
е

є

Рис. 3.21. Бази сталевих колон і способи їх спирання на фундаменти: а, б – бази з опорними плитами; в, г, д – бази з траверсами; е – стовповий фундамент пенькового типу; є – спирання сталевий колони і зовнішньої стіни на фундаментну балку; 1 – колона; 2 – фундаментна балка; 3 – бетонний стовпчик; 4 – бетон

Для звільнення підлоги навколо сталевих колон в приміщеннях будівель та за опорний лист і бетонують (п) пенькового призначають: або -1,000 м.

Для спир будівель вико навантаження



а

б

г

в

д

е

Рис. 3.22. Фундаментні балки:

а – таврового перерізу; б, в – трапецієподібного перерізу (крок колон 6 м і 12 м відповідно); г – схема розміщення фундаментних балок (розріз, план); д, е – деталі спирання зовнішніх стін на фундаментні балки; 1 – набетонка завтовшки 120 мм; 2 – шар цементно-піщаного розчину (20 мм); 3 – бетонний стовпчик; 4 – фундаментна балка; 5 – пісок; 6 – шар щебеню (150 мм); 7 – асфальт (30 мм); 8 – рулонна гідроізоляція; 9 – стінова панель; 10 – колона; 11 – шар бетону; 12 – утеплювач

Збірні залізобетонні фундаментні балки розроблено під цегляні, великоблокові та панельні самонесучі стіни каркасних будівель. Залежно від ваги зовнішніх стін і кроку колон фундаментні балки можуть мати тавровий або трапецієподібний переріз (рис. 3.22, *a, б, в*). Фундаментні балки спирають на стовпчики розміром 300х600 мм, які бетонують на уступах фундаментів (рис. 3.22, *г, д, е*). Ширину стовпчиків беруть не меншу за ширину балки, а позначка верху залежить від висоти фундаментних балок. Довжина фундаментних балок узгоджується з кроком колон, розмірами підколонників і місцями укладання. Наприклад, за кроку колон 6 м довжина балок може бути 5950, 5050, 4750, 4400 і 4300 мм. Верх фундаментних балок розміщують на 30 мм нижче від рівня чистої підлоги (позначка -0,030 м). На цьому рівні влаштовують гідроізоляцію з одного або двох шарів рулонного матеріалу на мастиці (рис. 3.22, *г, д*). В опалюваних будівлях фундаментні балки утеплюють шарами екструдованого пінополістиролу для усунення конденсації вологи в пристінних робочих зонах приміщень будівель. По периметру будівель влаштовують вимощення з асфальту або бетону завширшки 900...1500 мм з похилом від стіни не менш ніж $i = 1 : 12$ (рис. 3.22, *д*).

Плитні фундаменти

Плитні фундаменти проєктують для будівель, які зводять на слабких ґрунтах, якщо стрічкові та стовпові фундаменти не здатні сприймати великі навантаження для створення допустимого тиску на ґрунт; за недопустимої нерівномірної осадки будівель для перерозподілу зусиль на основи і створення рівномірного тиску; з технологічної потреби, наприклад, під час установлення технологічного обладнання, ліфтових шахт тощо; для надійного захисту підземних приміщень від проникнення в них води.

Плитні фундаменти проєктують монолітними залізобетонними. Конструкції плитних фундаментів за формою можуть бути суцільними плоскими, ребристими, коробчастими або оболонковими (рис. 3.23; 3.24).

Суцільну плоску монолітну залізобетонну фундаментну плиту використовують за невеликих навантажень і відстаней між колонами будівель. В таких випадках монолітні залізобетонні колони спирають на фундаментну плиту через підширення за типом капітелей, які використовують для безбалкових перекриттів, а збірні колони затискують у стаканах плити (рис. 3.23, *a, б*). За дещо більших відстаней між колонами і навантажень потрібної жорсткості плитних фундаментів досягають, влаштовуючі ребристі (рис. 3.23, *в, д*) і коробчасті конструкції (рис. 3.23, *е, є*).

Найбільшу несучу здатність мають коробчасті плитні фундаменти, в товщині яких розміщують підземні паркінги, гаражі тощо (рис. 3.23, *е, є*). Використання плит у вигляді циліндричних оболонок збільшує несучу здатність фундаменту (рис. 3.23, *ж*). Для таких фундаментів використовують бетон високого класу з інтенсивним армуванням. Під впливом реактивного тиску ґрунту плитні фундаменти працюють подібно до перевернутих залізобетонних безбалкових перекриттів, в яких колони виконують роль опор, а елементи фундаментної плити зазнають зусиль згину під впливом тиску ґрунту знизу.

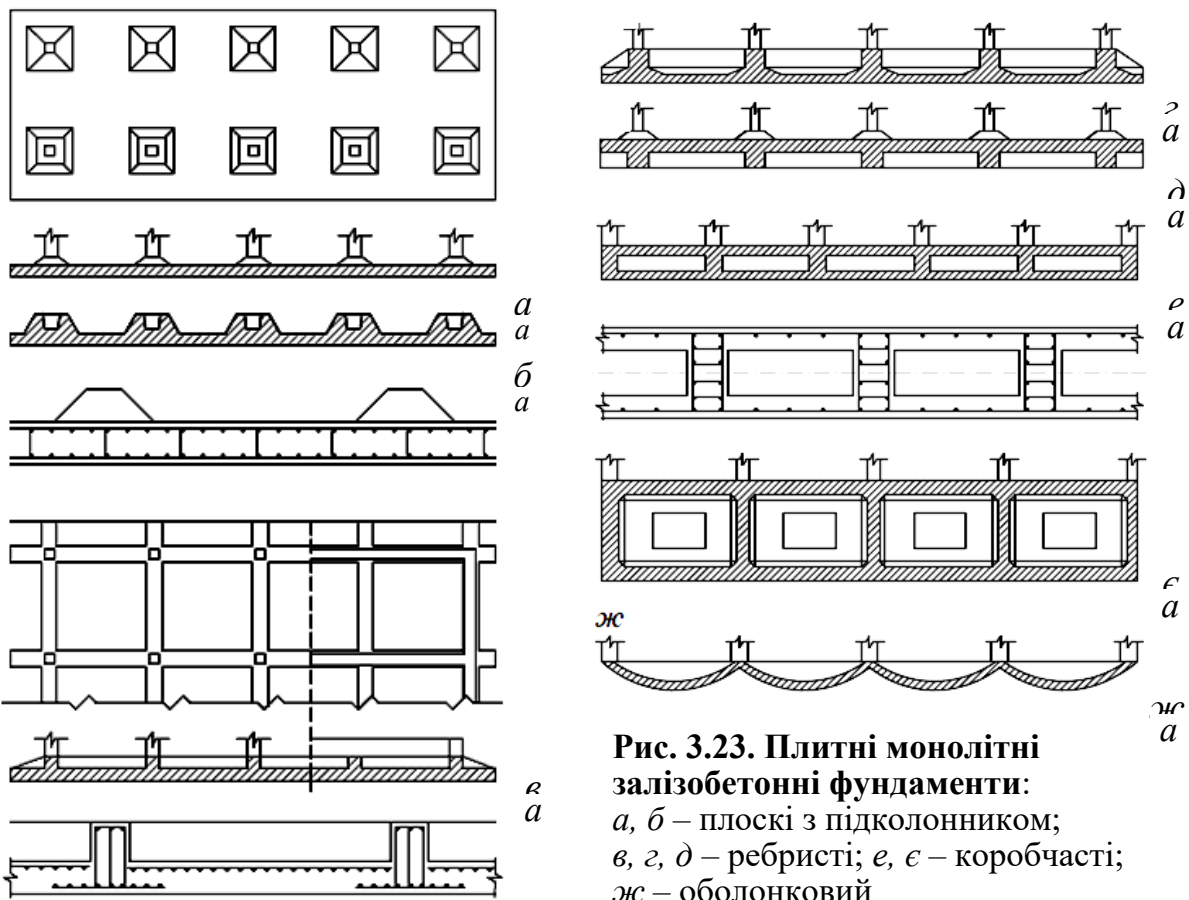


Рис. 3.23. Плитні монолітні залізобетонні фундаменти:
а, б – плоскі з підколонником;
в, г, д – ребристі; *е, є* – коробчасті;
ж – оболонковий

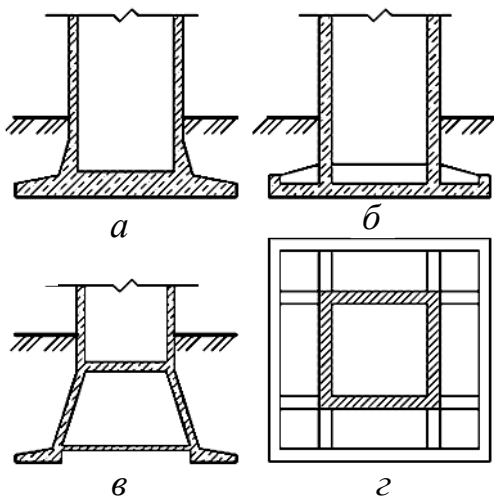


Рис. 3.24. Плитні монолітні залізобетонні фундаменти під стовбури жорсткості будівель:
а – суцільний плоский; *б* – ребристий;
в – оболонковий з пірамідальною (конічною) оболонкою

Суцільні плоскі фундаментні плити армують звареними сітками з робочою арматурою в одному напрямку. Їх укладають одну на другу не більше, ніж у чотири шари, з'єднують унапустку без зварювання у робочому напрямку та без напустки – у неробочому напрямку.

3.6. Фундаменти будівель глибокого закладання

До фундаментів глибокого закладання належать конструкції, які зводять способом «стіна в ґрунті», «зверху-вниз», опускні колодязі, палі та пальові фундаменти.

Зведення фундаментів способом «стіна в ґрунті» виконують двома етапами: розробляють ґрунт в траншеях у вигляді щілин з вертикальними стінками, а потім заповнюють їх матеріалами та збірними елементами.

Щілинні стрічкові фундаменти являють собою суцільні або переривчасті стрічки-опори під стіни будівель (рис. 3.25). Багатощілинні стрічкові фундаменти мають два чи три ряди вертикальних стінок, на які спирають надземні конструкції будівель.

Щілинні стовпові монолітні фундаменти складаються з нижньої

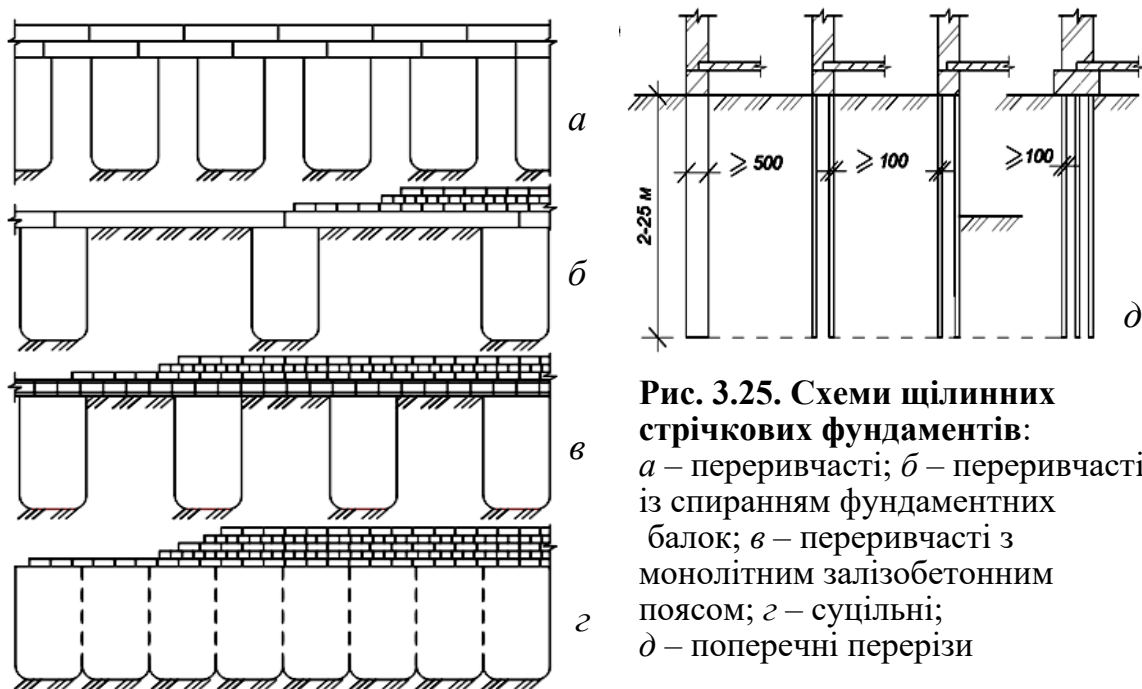


Рис. 3.25. Схеми щілинних стрічкових фундаментів:
a – переривчасті; *б* – переривчасті із спиранням фундаментних балок; *в* – переривчасті з монолітним залізобетонним поясом; *г* – суцільні;
д – поперечні перерізи

частини і підколонника. Нижня частина, яку бетонують у вузьких траншеях (щілинах) у вигляді вертикальних несучих елементів, може мати прямокутний (зокрема подвоєний), хрестоподібний, двотавровий чи коробчастий поперечний переріз (рис. 3.26). Поздовжній розріз нижньої частини фундаментів залежить від способу розроблення траншеї та може бути прямокутним, прямокутним з криволінійною формою підшви або криволінійним. Товщина щілинних фундаментів в окремо розміщених

прямокутних стінках становить 500...1000 мм або 150...200 мм. Глибина траншеї (висота підземної частини фундаменту) – від 2 до 25 м.

У щілинних стовпових монолітних залізобетонних фундаментах збірних залізобетонних колон підколонники можуть спиратися на обріз

Рис. 3.26. Форми перерізів стовпових щілинних фундаментів:

Поперечні розрізи:

- a* – прямокутний;
- б* – хрестоподібний;
- в* – прямокутний подвоєний;
- г* – двотавровий;
- д* – коробчастий.

Поздовжні розрізи:

- e* – прямокутний;
- є* – прямокутний з криволінійною формою подошви;
- жс* – криволінійний

підземної частини фундаменту, заглиблюватися або розміщуватися в ньому (рис. 3.27).

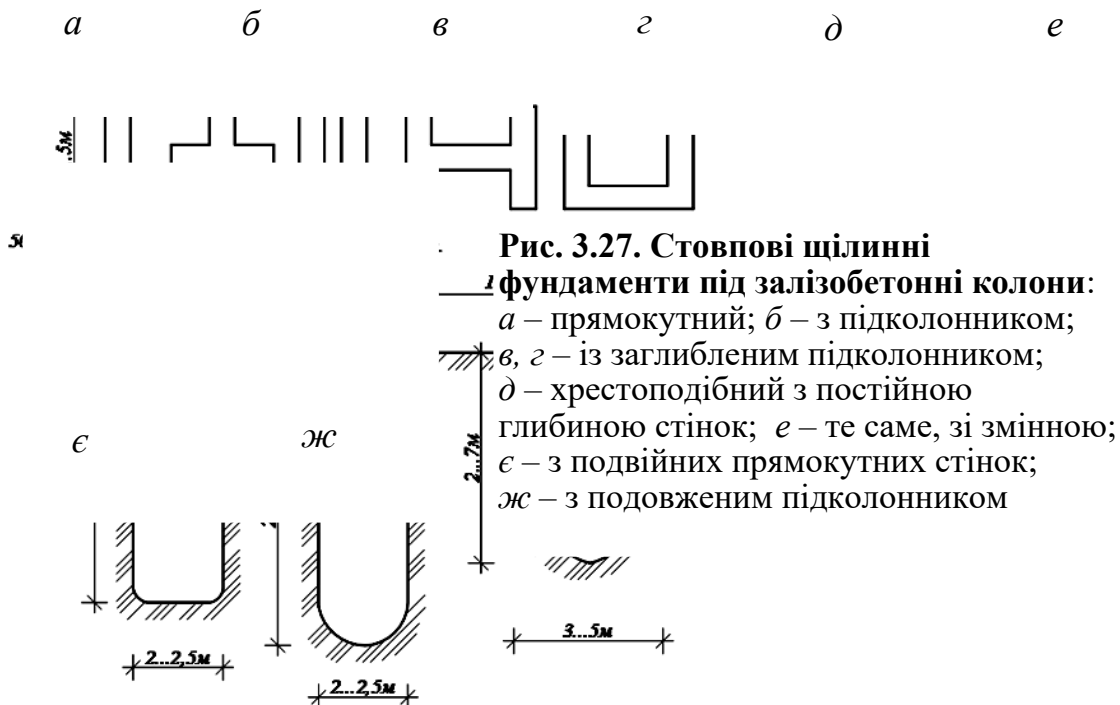
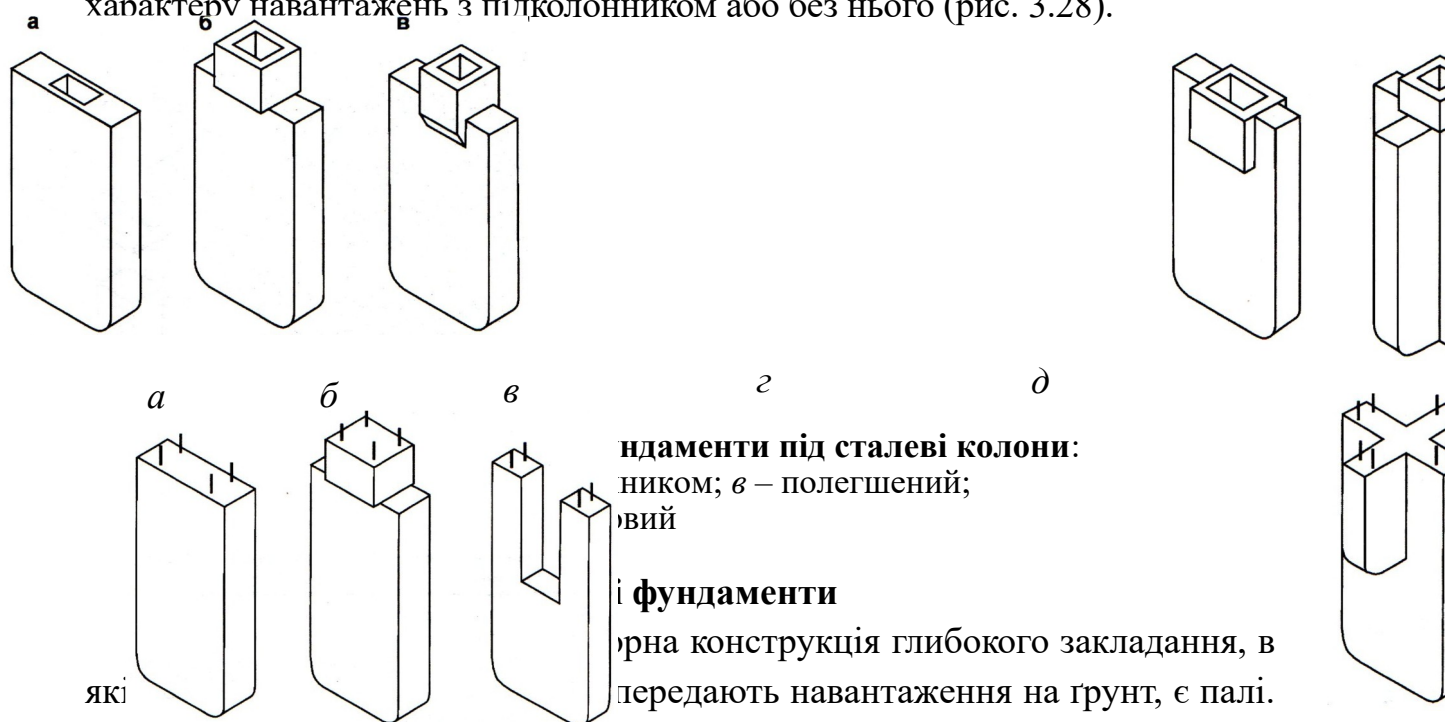


Рис. 3.27. Стовпові щілинні фундаменти під залізобетонні колони:

- a* – прямокутний; *б* – з підколонником;
- в, г* – із заглибленим підколонником;
- д* – хрестоподібний з постійною глибиною стінок; *e* – те саме, зі змінною;
- є* – з подвійних прямокутних стінок;
- жс* – з подовженим підколонником

Щілинні стовпові монолітні фундаменти під сталеві колони конструюють залежно від бази колони, розміщення анкерних болтів і характеру навантажень з підколонником або без нього (рис. 3.28).



Фундаменти під сталеві колони:
а – з підколонником; б – полегшений;
в – вийнятий

Палі-фундаменти

Палі – це фундаментна конструкція глибокого закладання, в якій передають навантаження на ґрунт, є палі. Крім паль фондaмент має ростверк і (або) оголовки. Палі – стержневі елементи, які занурюють у ґрунт або влаштовують у ґрунті для передавання навантажень від будівлі на основи.

За видом основного матеріалу палі бувають залізобетонні, сталеві, бетонні, ґрунтобетонні (ґрунтоцементні), сталеві.

За способом заглиблення в ґрунт розрізняють такі види паль:

- **забивні** (залізобетонні та сталеві), заглиблені в ґрунт без його виймання за допомогою молотів (забиванням), вібровдавлюванням (вібрацією) або вдавленням пристроями (рис. 3.29);
- **бурові** (залізобетонні, бетонні, бето- і ґрунтобетонні), влаштовані у ґрунті методом заповнення пробурених свердловин бетонною сумішшю або встановлення в них залізобетонних елементів (рис. 3.30);
- **набивні** (залізобетонні та бетонні), влаштовані у ґрунті методом укладання бетонної суміші в свердловини, утворені способом примусового обтиску (витіснення) ґрунту (рис. 3.31, а...г);
- **палі-оболонки** (залізобетонні), заглиблені в ґрунт з вийманням ґрунту та заповненням, повністю або частково, бетонною сумішшю (рис. 3.31, д);
- **гвинтові** (з металевими наконечниками), заглиблені в ґрунт спеціальними установками (машинами) під кутом $0...45^\circ$ до вертикалі (рис. 3.31, е).

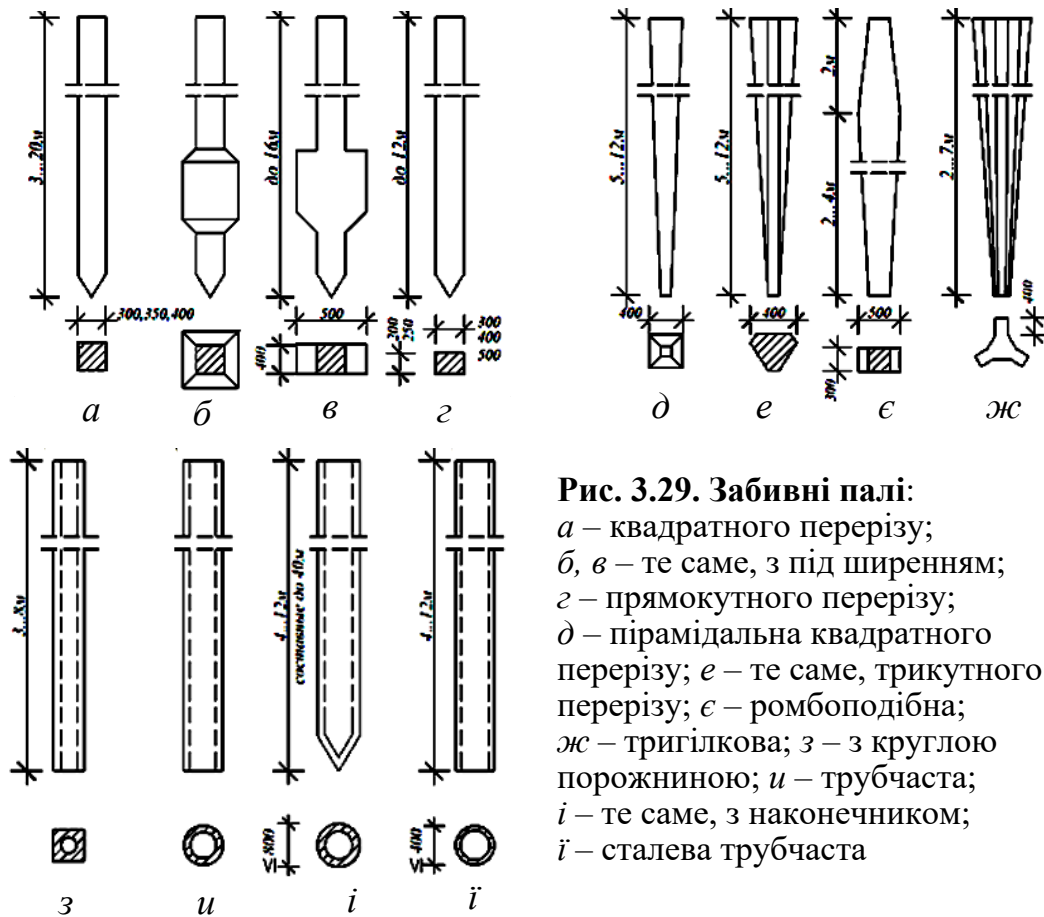


Рис. 3.29. Забивні палі:

а – квадратного перерізу;
 б, в – те саме, з підширенням;
 г – прямокутного перерізу;
 д – пірамідальна квадратного перерізу;
 е – те саме, трикутного перерізу;
 є – ромбоподібна;
 ж – тригілкова; з – з круглою порожниною;
 и – трубчаста;
 і – те саме, з наконечником;
 і̇ – сталева трубчаста

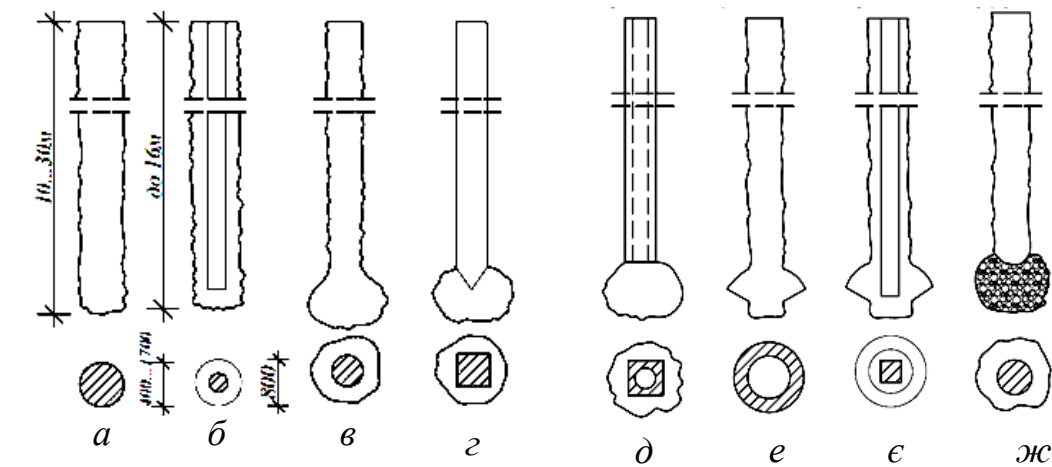
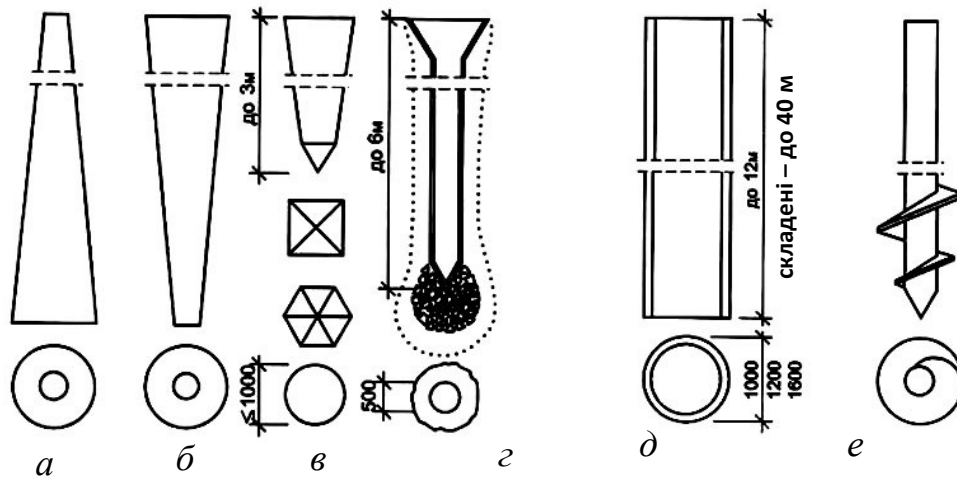


Рис. 3.30 Бурові палі:

а – буронабивна суцільна циліндрична;
 б – буронабивна порожниста;
 в – буронабивна з камуфлетним підширенням п'яти; г, д – буроопускні;
 е – буронабивна з механічним підширенням п'яти;
 є – буроопускна з квадратним залізобетонним осердям;
 ж – буронабивні з трамбуванням в забій щебеню; з – віброштампована;
 и – буроін'єкційна; і – гвинтонабивна;
 і̇ – ґрунтобетонна



3.31. Набивні палі (а...г), паля-оболонка (д) і гвинтова паля (е):
а, б – в розгорнутих свердловинах; *в* – у штампованій свердловині;
г – у пробитій свердловині; *д* – залізобетонна; *е* – сталева

За умовами взаємодії з ґрунтом (умовам роботи) палі поділяють на палі-стояки і висячі палі (палі тертя). Палі-стояки – всі види палей, які спираються на малостисливі ґрунти. Висячі палі (палі тертя) – всі види палей, які спираються на стисливі ґрунти та передають на них навантаження боковими поверхнями (силами тертя) і нижніми кінцями. Для покращення ефективності роботи висячих палей збільшують діаметр палей та їх довжину, розширюють нижні кінці палей та збільшують кількість палей на одиницю площі фундаментів будівель.

Забивні палі та палі-оболонки класифікують так:

- за способом армування – з ненапруженою поздовжньою арматурою та попередньо напружені з поздовжньою арматурою і поперечним армуванням або без нього (рис. 3.32);

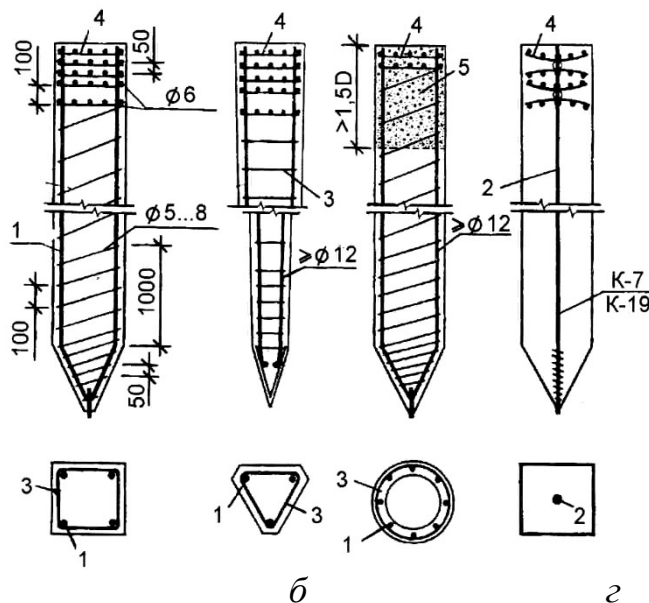


Рис. 3.32. Армування забивних палей:
а, б – суцільні з ненапруженою арматурою; *в* – порожниста з ненапруженою арматурою;
г – суцільна з напруженою арматурою; *1* – поздовжня ненапружена арматура;
2 – те саме, напружена;
3 – поперечна арматура;
4 – сітка; *5* – сталеві фібробетон

- за **формою поперечного перерізу** – квадратні, прямокутні, трикутні, квадратні з круглими порожнинами, порожнисті круглих перерізів, таврових і двотаврових перерізів, три- і чотиригілкові (рис. 3.33, *a*);

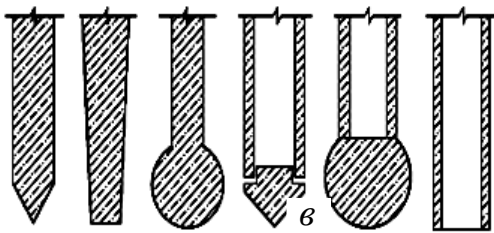


Рис. 3.33. Форми забивних палів:
a – поперечні перерізи; *b* – поздовжні перерізи; *в* – форми нижніх кінців

- за **формою поздовжнього перерізу** – призматичні, циліндричні, пірамідальні, ромбовидні, призматичні з підширенням (рис. 3.33, *b*);

- за **формою та конструкцією нижнього кінця** – із загостреним або плоским нижнім кінцем, з плоским або об’ємним підширенням, порожнисті з відкритим або закритим нижнім кінцем або з камуфлетною п’ятою (рис. 3.33, *в*);

- за **конструктивними особливостями** – цільні або складені з окремих поздовжніх секцій.

Бурові палі за способом влаштування поділяють так:

- **бурунабивні суцільного перерізу** з підширеннями і без них, які бетонують в свердловинах, пробурених у пилювато-глинистих ґрунтах вище від рівня підземних вод без закріплення стінок свердловин, а в інших ґрунтах нижче від рівня підземних вод – із закріпленням стінок свердловин глинистим розчином або інвентарними обсадними трубами, які вилучають (рис. 3.30, *a, e*);

- **бурунабивні порожнисті** круглого перерізу, які влаштовують за допомогою багатосекційного віброструменю (рис. 3.30, *b*);

- **бурунабивні з камуфлетною п’ятою**, які влаштовують шляхом буріння свердловин з подальшим утворенням підширення за допомогою вибуху і заповненням свердловин бетонною сумішшю (рис. 3.30, *в*);



- **буронабивні з ущільненим забосом**, які влаштовують шляхом втрамбовування в забій свердловини щебеню (рис. 3.30, ж);
- **буроопускні**, які влаштовують шляхом буріння свердловини з підширенням або без нього, укладання в них цементно-піщаного розчину та опускання в свердловини циліндричних або призматичних елементів (рис. 3.30, з, д, е);
- **віброштамповані**, які влаштовують шляхом буріння свердловин і ущільнення ґрунту навколо стовбура палі віброштампуванням (спеціальною металевою трубою) в процесі бетонування (рис. 3.30, з);
- **буроін'єкційні**, які влаштовують способом нагнітання (ін'єкції) дрібнозернистої бетонної суміші або цементно-піщаного розчину в пробурені свердловини (рис. 3.30, и);
- **гвинтові**, які виготовляють гвинтовим навиванням по стовбуру свердловини шляхом вгвинчування в неї порожнистого формувального осердя, подальшого його вгвинчування та подавання бетонної суміші в порожнину (рис. 3.30, і);
- **ґрунтобетонні**, які виготовляють шляхом подавання струменя цементного розчину через монітор бурової колони в радіальному напрямку з її обертанням і підняттям (рис. 3.30, і).

Набивні палі влаштовують так:

- **розгортанням** (розсуванням й ущільненням ґрунту) машинами-розкатками без видалення ґрунту і подальшого заповнення порожнини бетонною сумішшю (рис. 3.31, а, б);
- **виштамповуванням** ґрунту свердловин пірамідальної або конусної форми з подальшим заповненням їх бетонною сумішшю (рис. 3.31, в);
- **у пробитих свердловинах** сталевими трубчатими снарядами, підсіпкою та втрамбовуванням щебеню в забої свердловини, заповненням їх бетонною сумішшю й ущільненням (рис. 3.31, г).

Залежно від **розміщення паль на плані** пальові фундаменти проєктують у вигляді:

- **одиначних паль** – під окремо розміщені опори;
- **пальових стрічок** – під стіни будівель з розміщенням паль в один, два або більше рядів (рис. 3.34, а);
- **пальових кущів** під колони з розміщенням паль на плані квадратної, прямокутної, трапецієподібної чи іншої форми (рис. 3.34, б);
- **суцільного пальового поля** – під важкі споруди з рівномірно розміщеними палями під всією будівлею та об'єднаними суцільним ростверком, підосва якого спирається на ґрунт (рис. 3.34, в).

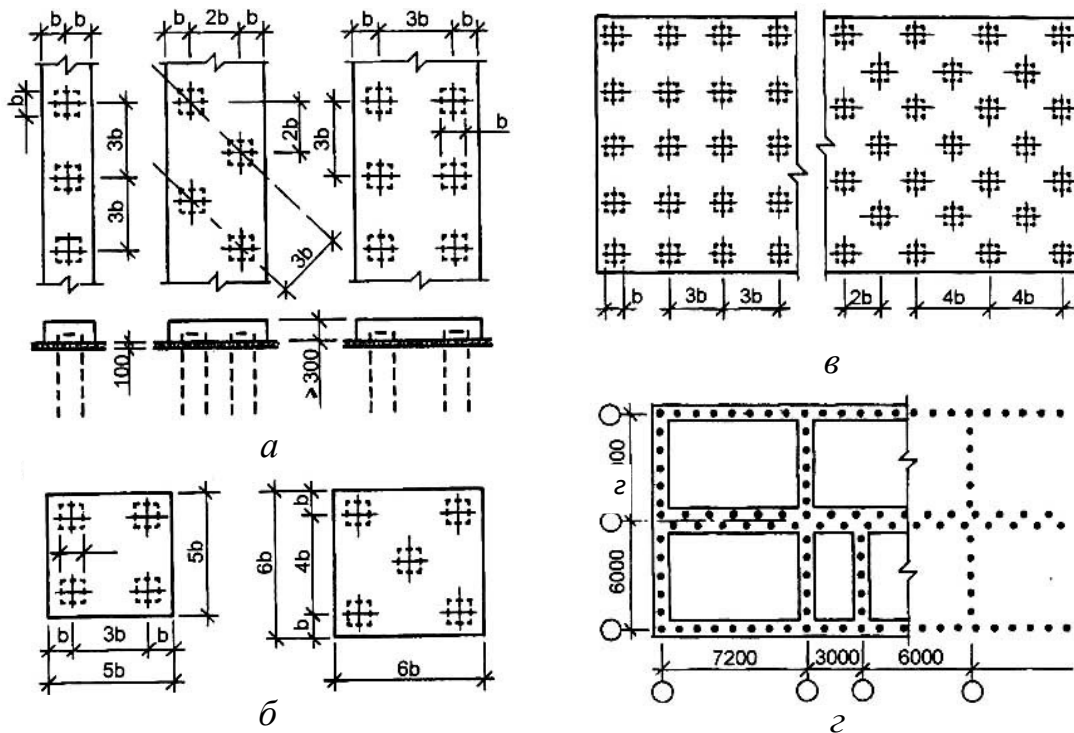


Рис. 3.34. Види фундаментів за розміщенням паль:

а – пальові стрічки; *б* – пальові кущі; *в* – пальові поля; *г* – схема плану пальових фундаментів

Відстані між осями забивних висячих паль беруть не менші за потрійний розмір сторони перерізу палі, а паль-стояків – полуторного їх розміру, бурових, набивних і паль-оболонок – не менші за 1000 мм.

Для влаштування пальових фундаментів використовують залізобетонні монолітні та збірні ростверки, на які спирають несучі конструкції будівель. Глибину закладання підшви пальового ростверку призначають залежно від конструктивних рішень підземної частини будівлі (наявності підвалу чи технічного підпілля), геологічних умов ґрунту, а також висоти ростверку.

Монолітні ростверки (рис. 3.35) виконують із залізобетону з використанням бетону класу, не нижчого за С12/15 і гарячекатаної арматури класу А400С. В будівлях без підвалів підшви ростверків під зовнішні стіни влаштовують на 100...150 мм нижче від планувальних позначок. Монолітні ростверки зводять по підготовці з бетону завтовшки 100 мм, укладеній по ґрунту між палями. На бетонну підготовку укладають арматурні каркаси, в які заводять випуски арматури паль (якщо це передбачено проектом). Стикування ростверку з палями може бути шарнірним (вільним) або жорстким. За шарнірного варіанта палі заробляють у тіло монолітного ростверку на глибину 50 мм без арматурних випусків таким чином, щоб робоча сітка ростверку проходила вище від

паль (рис. 3.35, а, б). За жорсткого стикування голови паль заробляють у ростверк не менше, ніж на 250 мм (за точного забивання). У разі неточного вертикального забивання, голови паль зрубують так, щоб вони були на 50 мм вище від підосви ростверку, а оголену робочу арматуру паль бетонують у ростверку на 250 мм.

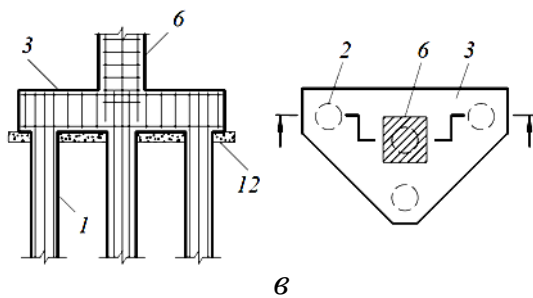
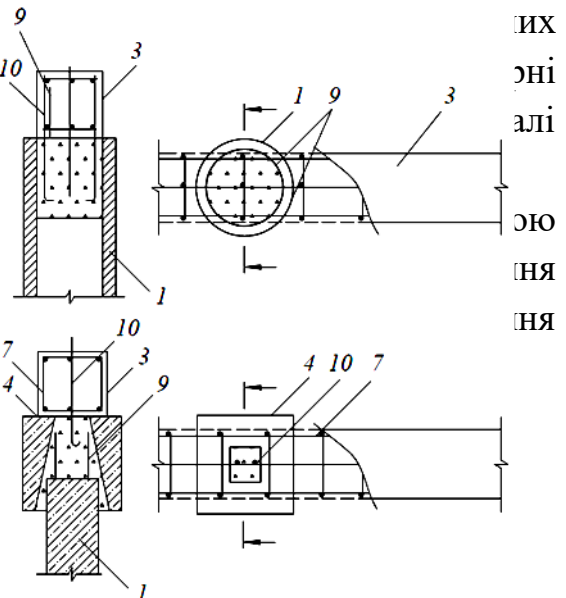


Рис. 3.35. Монолітні ростверки пильових фундаментів:

- a* – стрічковий під стіну; *б, в* – плитні під збірну і монолітну колони;
- г* – стрічковий по трубчастих палях;
- д* – стрічковий по збірних оголовках;
- 1, 2 – забивна і бурова палі;
- 3 – ростверк; 4 – збірний оголовок палі; 5 – стіна; 6 – колона;
- 7, 8 – арматурні каркас і сітка;
- 9 – арматурний випуск палі;
- 10 – додаткові арматурні стержні;
- 11, 12 – бетонні пробка і підготовка

У разі використання трубчастих паль закладання їх у монолітний ростверк виконують аналогічно жс забивних паль. При цьому можуть використувати арматурні стержні, які заводять у бетон ростверк (рис. 3.35, г).

Збірні ростверки (рис. 3.36) використовують велику кількість однотипних елементів фундаментів на забивних палях у зимових умовах високим ростверків вище від поверхні і



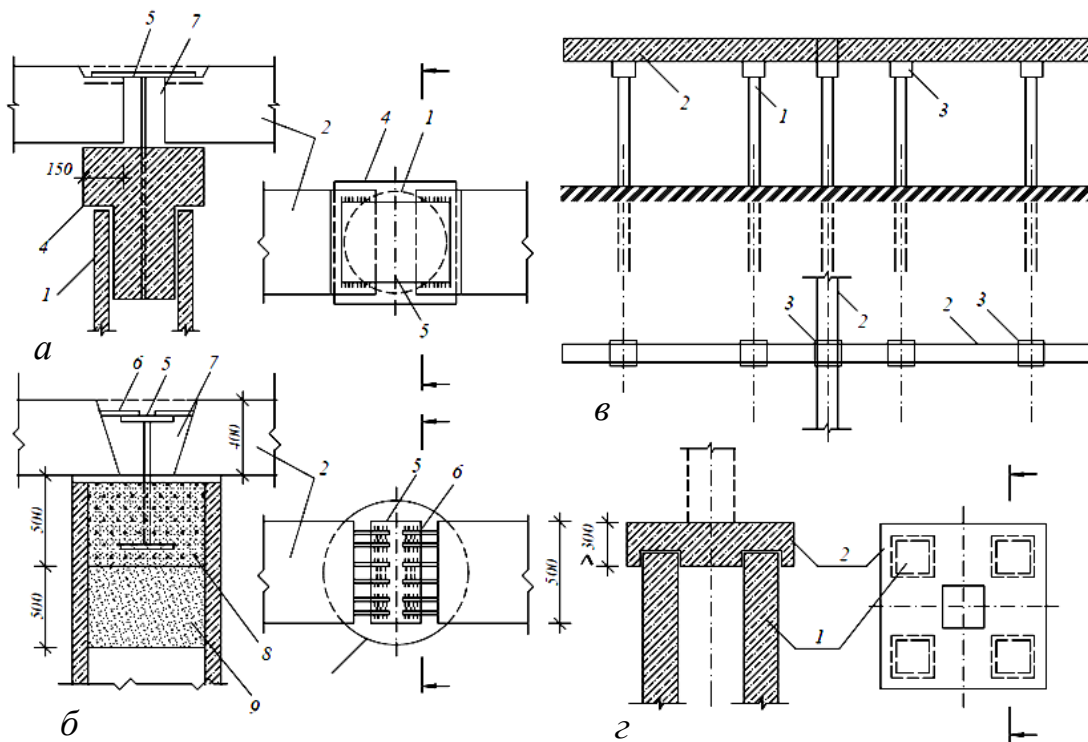


Рис. 3.36. Збірні ростверки палевих фундаментів:

а, б – стрічкові по трубчастих (порожнистих) палях; *в* – високий ростверк фундаменту панельної будівлі; *г* – плитний (кущовий) для спирання колони; *1* – палія; *2* – ростверк; *3* – збірний оголовок; *4* – залізобетонна пробка-блок; *5* – з’єднувальна сталевая пластина; *6* – випуск арматури; *7* – монолітний бетон; *8* – бетонна пробка; *9* – піщана засипка

Обов’язковою умовою використання збірного ростверку є ретельне забивання палів за проектом. В усіх варіантах конструкцій ростверків передбачається, що палі не занурюються точно вертикально до проектної позначки, зазвичай вони її не досягають. Зрізання голів великої кількості палів неможливо виконати точно до єдиної потрібної позначки, тому вирівнювання голів палів виконують **збірними оголовками** (рис. 3.36, *в*), які дають змогу компенсувати відхилення палів у плані в допустимих межах. Для точної установки оголовків використовують інвентарні металеві рамки на головах палів у рівні проектних позначок.

У панельних будівлях використовують збірні високі ростверки із залізобетонними консольними балками, які спираються на оголовки палів. Жорстке кріплення збірного ростверку до оголовків палів потребує встановлення закладних деталей на оголовки і балки ростверку та їх зварювання накладками з листової сталі. Балки між собою з’єднують зварюванням арматурних випусків.

Лекція 4

Несучі стіни будівель.

4.1. Загальні відомості

Стінова конструктивна система є сукупністю вертикальних (стін) і горизонтальних (перекриттів і покриттів) несучих конструкцій, які забезпечують виділення внутрішніх просторів, міцність, просторову жорсткість і стійкість будівлі. Стіни в такій системі виконують головні несучі функції, сприймають всі прикладені до них силові та несилкові навантаження і передають їх на фундаменти. **Стіна** – конструктивний елемент будівлі, вертикальна несуча й огорожувальна конструкція, яка відділяє будівлю від зовнішнього простору (зовнішні стіни) або розділяє внутрішнє середовище на окремі приміщення (внутрішні стіни).

Зовнішні стіни є елементами фасаду будівлі. Тому конфігурація, вертикальні та горизонтальні членування, пропорції окремих елементів, цоколі, карнизи, віконні та дверні прорізи, опорядження зовнішніх стін визначають характер архітектури і тектоніки будівлі.

Впливи на стіни. Зовнішні та внутрішні стіни будівель зазнають впливів від різних факторів, тісно пов'язаних з процесами, які відбуваються всередині та зовні. До силових впливів належать: навантаження від власної ваги стін, перекриттів і покриття; вітрові навантаження (залежно від величини і напрямку тиску вітру на поверхню аеродинамічного коефіцієнта C_{aer}); впливи внаслідок нерівномірної деформації ґрунту (осадки, здимання); сейсмічні впливи. Несиловими впливами є атмосферні опади, водяна пара повітря приміщень, волога ґрунтів, сонячна радіація, температура зовнішнього повітря та її перепади, повітряний шум зовні та всередині будівлі, агресивні речовини в повітрі.

Вимоги до стін. Стіни будівель повинні задовольняти такі вимоги: бути міцними та стійкими; характеризуватися довговічністю, завдяки морозостійкості стінових матеріалів; бути енергоефективними – відповідно до вимог стосовно мінімально допустимого опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [14] та температурно-вологісного режиму в приміщеннях; мати відповідний ступінь вогнестійкості (табл. 1.6); мати достатні звукоізоляційні властивості; характеризуватися сучасними технологічними методами зведення конструкцій; мати мінімально можливу вагу та матеріалоемність; мати належні архітектурно-художні властивості.

Міцність цегляної кладки становить 10...40 % від міцності цегли залежно від розчину. Міцність кладки з каменів неправильної форми на цементно-піщаному розчині становить 5...8 % від міцності каменю.

Теплоізоляційну здатність зовнішніх стін визначають за санітарно-гігієнічними вимогами з огляду на необхідність економного використання теплової енергії для опалювання приміщень. Конструктивне рішення та товщину зовнішніх стін проєктують на підставі теплотехнічних розрахунків, дотримуючись вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [43] і ДСТУ 9191:2022 «Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» [29].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будівель обов'язковим є дотримання умови

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{\text{qmin}}, \quad (4.1)$$

де $R_{\Sigma \text{пр}}$ – зведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $(\text{m}^2\text{K})/\text{Вт}$; R_{qmin} – мінімально допустиме значення зведеного опору теплопередачі огорожувальної конструкції, $(\text{m}^2\text{K})/\text{Вт}$.

Мінімально допустиме значення зведеного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель R_{qmin} встановлюють залежно від температурної зони експлуатації будівлі в Україні (табл. 4.1).

Районування території України за кількістю градусо-днів опалювального періоду за розрахункової для опалення температури внутрішнього повітря основної частини приміщень будівлі 20°K наведено на рис. 4.1 за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [22].



Рис. 4.1. Карта-схема температурних зон України:
Dd – кількість градусо-днів опалювального періоду: I зона – більше, ніж 3501 градусо-днів; II зона – менше, ніж 3500 градусо-днів

Таблиця 4.1

Мінімально допустиме значення зведеного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових і громадських будівель

№ пор.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , ($m^2 \cdot K$)/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Розрахунки зведеного опору теплопередачі зовнішніх стін будівель виконують за I групою граничних станів: розробляють конструкцію стіни (рис. 4.2), призначають матеріали прошарків та їх товщини, визначають опір



теплопередачі конструкції за формулою (4.2), який повинен бути більшим від мінімально допустимого значення, наведеного в табл. 4.1.

Опір теплопередачі термічно однорідної конструкції стіни R_{Σ} , $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$, визначають за формулою

де h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, які беруть для зовнішніх стін відповідно 8,7 і 23;

R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$. Для замкнених повітряних прошарків тепловий опір визначають за табл. 4.2 і 4.3;

d_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, за ДСТУ 9191:2022 «Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» [29];

$i \dots l$ – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Таблиця 4.2

Тепловий опір R замкненого повітряного прошарку залежно від його розміщення, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$

Товщина повітряного прошарку, м	Розміщення прошарку			
	горизонтальне за потоку тепла знизу вгору та вертикальне		горизонтальне за потоку t (4.2) згори донизу	
	середня температура повітря прошарку			
	≥ 0 °К	< 0 °К	≥ 0 °К	< 0 °К
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2 – 0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Таблиця 4.3

Тепловий опір R замкненого повітряного прошарку за встановленої відбивної ізоляції, $(\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}},$$

3	0,34	0,30	0,85	0,82
4	0,41	0,36	1,22	1,09
5	0,48	0,40	1,39	1,25
8	0,70	0,65	1,49	1,37
10	0,84	0,79	–	–
15	–	–	1,67	1,60

Класифікація стін. Залежно від сприйняття навантажень стіни житлових будинків можуть бути несучими, самонесучими, ненесучими (фахверковими і навісними) (рис. 1.4). **Несучі стіни** сприймають вертикальні навантаження від власної ваги, вітру, конструкцій покриття, перекриттів, сходів і передають їх через фундаменти на ґрунтові основи (рис. 1.4, а). **Самонесучі стіни** сприймають навантаження лише від власної ваги всіх зведених вище поверхів будинку та передають їх через свої фундаменти на ґрунтові основи (рис. 1.4, б). **Ненесучі фахверкові стіни** сприймають навантаження від власної ваги в межах одного поверху і передають їх на горизонтальні несучі конструкції будинків – ригелі каркаса або плити перекриттів (рис. 1.4, в). **Ненесучі навісні стіни** сприймають навантаження від власної ваги в межах одного або частини поверху та передають їх на вертикальні несучі конструкції будинків (колони або ригелі каркаса, внутрішні стіни, плити перекриттів, об'ємні блоки) у місцях кріплень (рис. 1.4, г).

За положенням у будівлі стіни поділяють на **зовнішні**, зведені по периметру будівлі, які потрібно утеплювати, та **внутрішні**.

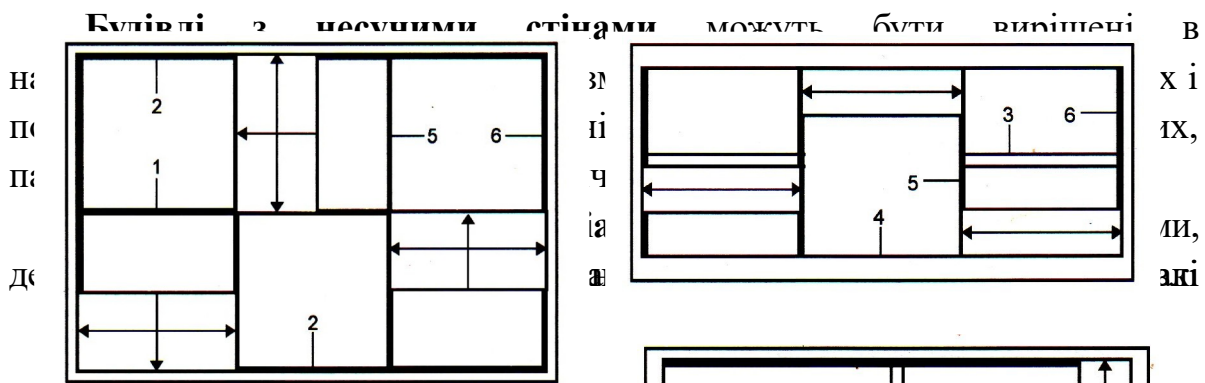


Рис. 4.4. Принципи призначення несучих і самонесучих стін будівель:

a – поздовжні та поперечні стіни несучі;
б – поперечні стіни несучі, поздовжні – самонесучі; *в* – поздовжні несучі,

поперечні – самонесучі; *1, 2* – внутрішня і зовнішня поздовжні несучі стіни;
3 – внутрішня поздовжня самонесуча; *4* – зовнішня поздовжня самонесуча;
5 – внутрішня поперечна несуча; *6* – зовнішня поперечна несуча;
7 – внутрішня поперечна самонесуча; *8* – зовнішня поперечна самонесуча

великоблокові та ланельні (з великих стінових елементів заввишки від $\frac{1}{4}$ до повної висоти поверху і більше); монолітні (з легких і важких бетонів).

За способом зведення розрізняють стіни муровані з дрібноелементних виробів, збірні, монолітні та збірно-монолітні.

За конструктивними ознаками стіни зводять до одношаровими

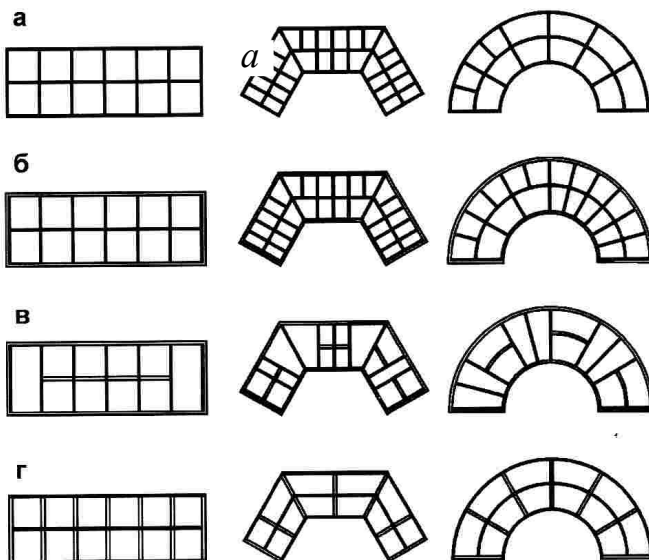


Рис. 4.3. Чотири варіанти конструктивних схем будівель стінової конструктивної системи:
a – всі стіни несучі;
б – внутрішні стіни несучі;
в – поперечні внутрішні стіни несучі; *г* – всі поздовжні стіни несучі

(зазвичай внутрішні), багатошаровими і пустотілими.

4.2. Зовнішні стіни та загальні принципи їх проектування

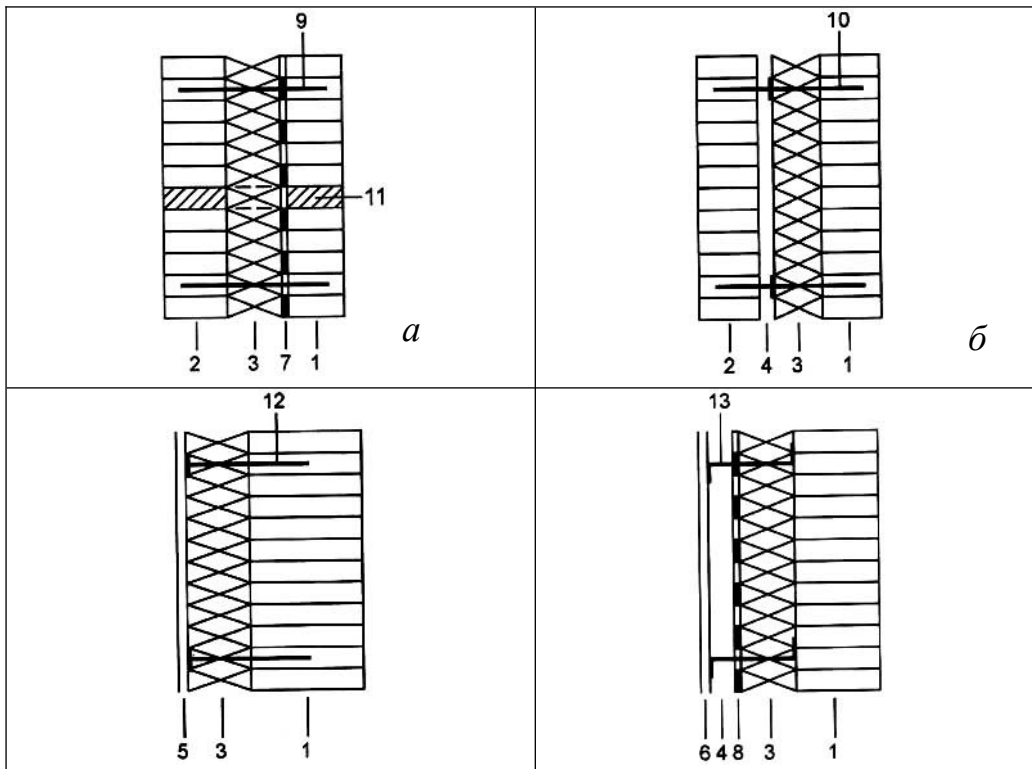
Зовнішня стіна – будівельна конструкція, що відділяє приміщення від зовнішнього простору, захищає їх від несприятливих кліматичних впливів, сприймає навантаження та забезпечує міцність і стійкість будівлі.

За наявністю і розміщенням теплоізоляції зовнішні стіни поділяють на **одношарові** з конструкційно-теплоізоляційних матеріалів (ніздрюватих і легких бетонів, деревини); **багатошарові** з теплоізоляційними шарами всередині стіни, із зовнішнього (фасадного) або внутрішнього боку.

За наявності повітряного прошарку стіни поділяють на **вентильовані** – з повітряними прошарками всередині стіни між утеплювачем і захисним облицюванням (рис. 4.5, *з*); **із замкнутим повітряним прошарком**, який збільшує опір теплопередачі (рис. 4.5, *б*); **без повітряного прошарку** (рис. 4.5, *а, б*).

Рис. 4.5. Принципові схеми конструктивних рішень утеплення зовнішніх стін:

а, б – утеплювач розміщений всередині стіни; *в, з* – те саме, з боку фасаду;
1 – внутрішній несучий шар; *2* – зовнішній захисний шар; *3* – утеплювач;
4 – повітряний прошарок; *5* – захисний декоративний шар штукатурки;
б – захисний декоративний навісний екран; *7* – пароізоляція; *8* – вітрозахисна плівка або тканина; *9* – гнуч в'язь; *10* – гнучка в'язь з фіксатором теплоізоляції; *11* – жорстка в'язь; *12* – дюбель; *13* – несучий профіль



Конструктивні рішення утеплення зовнішніх стін мають певні особливості та правила конструювання.

Тришарові суцільні стіни з утеплювачем всередині конструкції стіни (рис. 4.5, *а, б*) проєктують з використанням різних матеріалів і виробів (деревини, штучних каменів, панелей, монолітного бетону тощо). Внутрішній і зовнішній конструктивні шари з'єднують гнучкими або жорсткими в'язями, які є мітками холоду, що знижують термічний опір стіни. Більш ефективними є в'язі зі склопластику, які мають низьку теплопровідність, високу міцність і корозійну стійкість. У разі використання монолітного утеплювача (наприклад, полістиролбетону), який надійно з'єднується з конструкційними шарами стіни, потреба в установленні в'язів відпадає.

Тришарові стіни без повітряного прошарку (рис. 4.5, *а*) мають недоліки – під час їх експлуатації всередині конструкції конденсується волога. Для запобігання зволоженню утеплювачів на основі мінеральних ват і втрати ними теплоізоляційних властивостей потрібно перед утеплювачем (з боку приміщень) влаштовувати шар пароізоляції, а шар стіни з боку фасаду повинен бути паропроникним.

Тришарові стіни з повітряним невентильованим прошарком (з внутрішньою вентиляцією – рис. 4.5, *б*) мають експлуатаційні переваги: повітряний прошарок сприяє висиханню утеплювача, а тому немає потреби

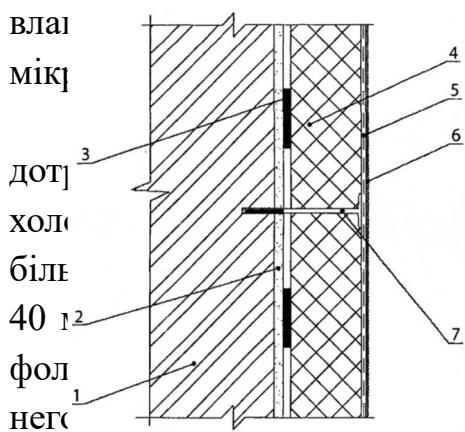


Рис. 4.6. З опорядженням легкими тонкошаровими штукатурками:
 1 – несуча стіна; 2 – штукатурний шар штукатурки; 3 – клейовий шар; 4 – шар теплоізоляції; 5 – захисний шар, армований склосіткою; 6 – опоряджувальне покриття; 7 – елемент механічного кріплення утеплювача (ЕМКУ)

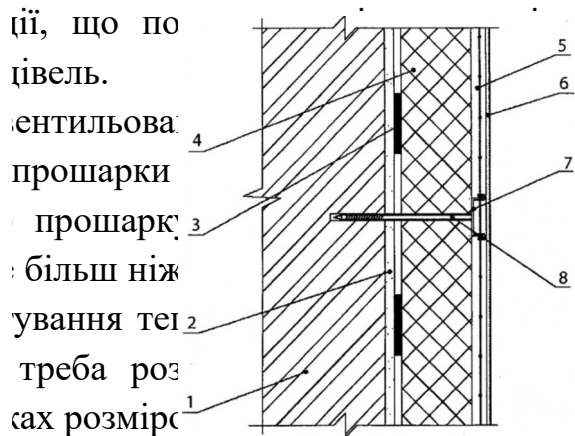


Рис. 4.7. З опорядженням товстошаровими штукатурками:
 1 – несуча стіна; 2 – штукатурний шар; 3 – клейовий шар; 4 – шар теплоізоляції; 5 – захисний шар, армований металевою сіткою; 6 – опоряджувальне покриття; 7 – фіксатор металевої сітки; 8 – ЕМКУ

сприймаються утеплювачем. Збірні системи зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією класифікують за конструктивними ознаками з дотриманням вимог ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» [15]. Приклади конструктивних схем збірних систем зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією (вертикальні розрізи) наведено на рис. 4.6 – 4.11.

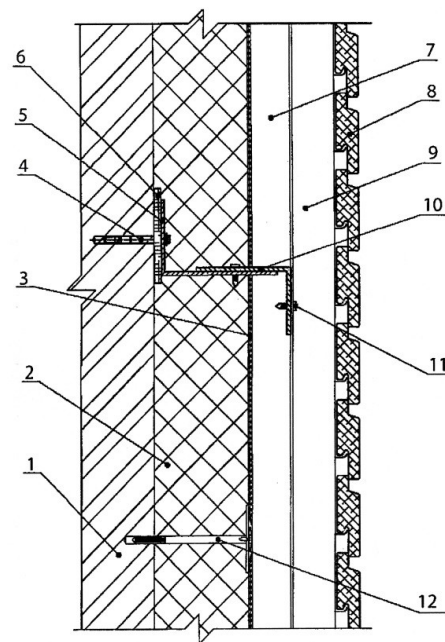
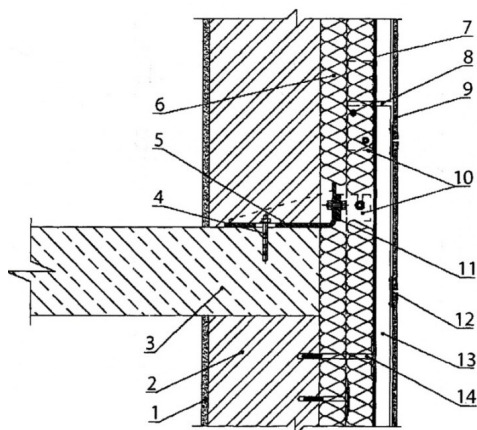
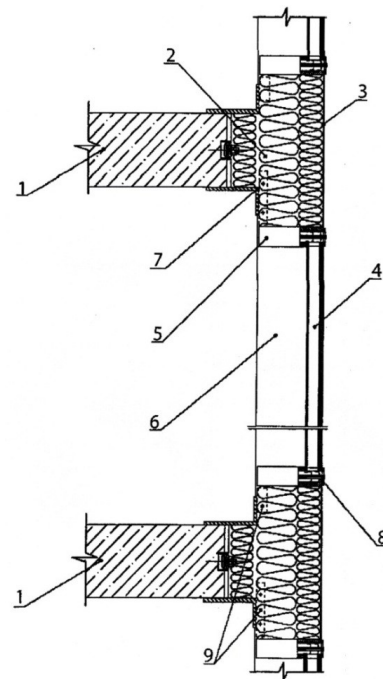
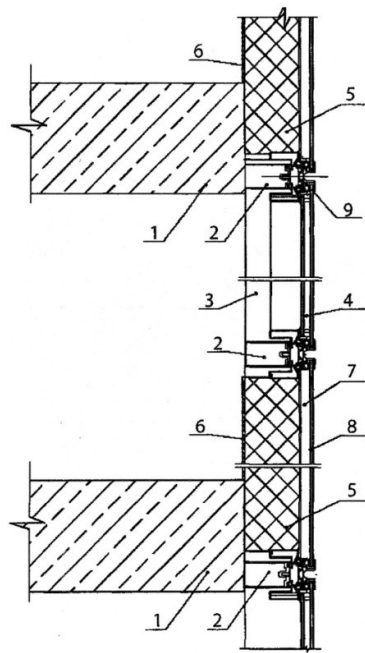


Рис. 4.8. Із стояковим кріпленням зовнішнього шару опорядження:

1 – внутрішня штукатурка;
 2 – фахверкова або несуча стіна;
 3 – монолітна з. б. плита перекриття;
 4 – анкер клиновий;
 5 – кронштейн;
 6 – шар теплоізоляції;
 7 – повітрязахисна плівка;
 8 – повітряний вентиляований прошарок;
 9 – личкувальні елементи;
 10 – елементи з'єднання;
 11 – прокладка;
 12 – кляммер;
 13 – стояк;
 14 – ЕМКУ

Рис. 4.9. Із стояково-ригельним кріпленням зовнішнього шару опорядження:

1 – стіна;
 2 – шар теплоізоляції;
 3 – повітрязахисна плівка;
 4 – анкер;
 5 – кронштейн;
 6 – прокладка паронітова;
 7 – повітряний вентиляований прошарок;
 8 – личкувальні елементи;
 9 – стояк;
 10 – ригель;
 11 – елемент з'єднання;
 12 – ЕМКУ

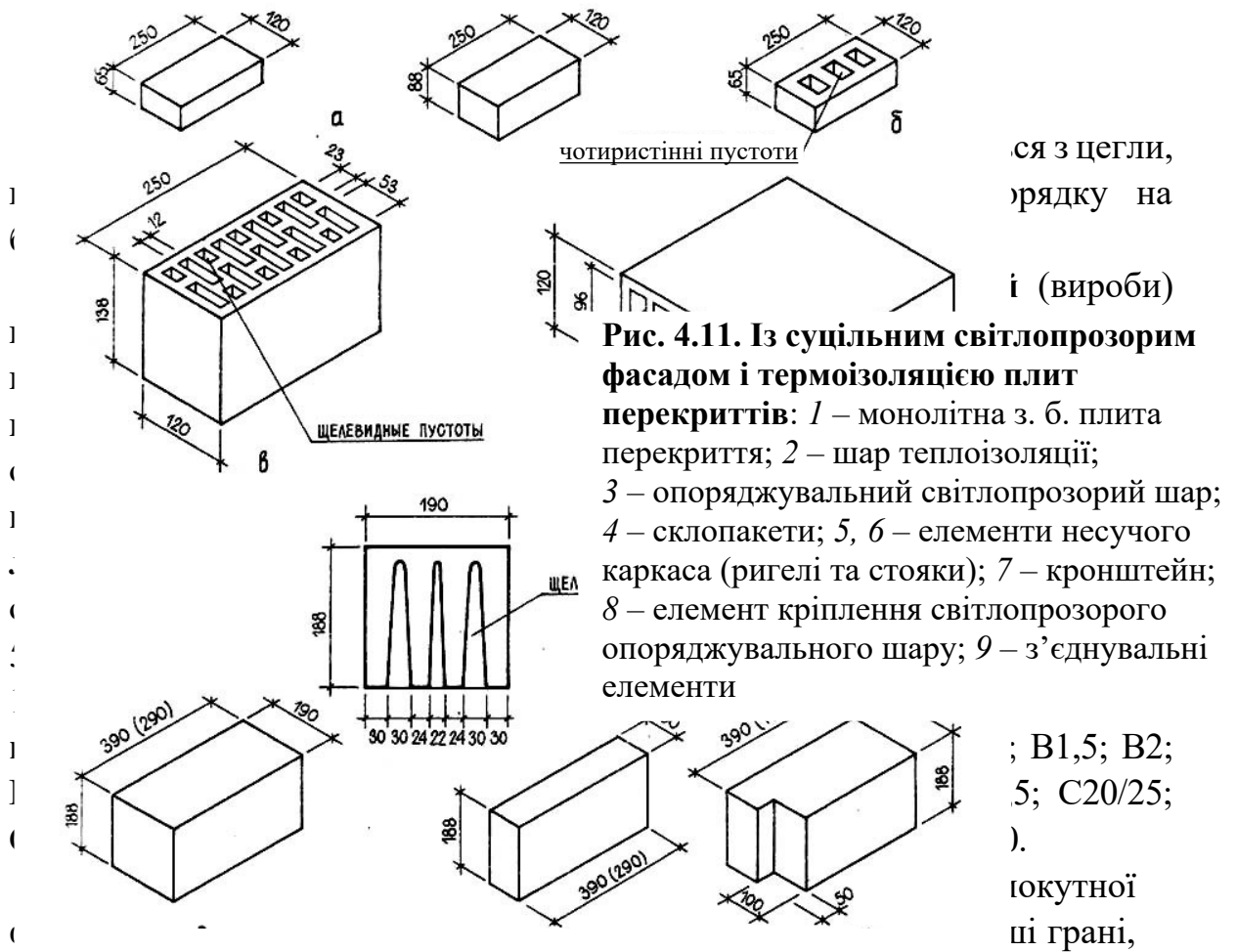


Рис. 4.11. Із суцільним світлопрозорим фасадом і термоізоляцією плит перекриттів: 1 – монолітна з. б. плита перекриття; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальний світлопрозорий шар; 4 – склопакети; 5, 6 – елементи несучого каркаса (ригелі та стояки); 7 – кронштейн; 8 – елемент кріплення світлопрозорого опоряджувального шару; 9 – з'єднувальні елементи

якими вироби кладуть на розчин, називають нижньою і верхньою **постелями**, довгі бокові грані – **ложками**, а короткі – **поперечиками** (тичками). Маса одного каменю або блока не перевищує 31 кг.

а

б

в

г

е

д

є

ж

щілиноподібні пустоти

з

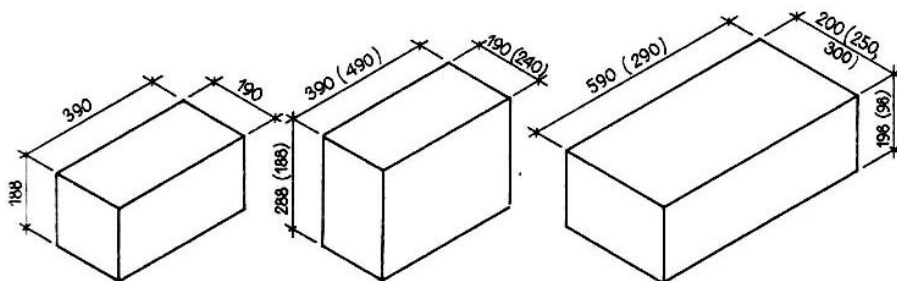
и

і

щілиноподібні пустоти

Цегла – керамічний штучний виріб, що використовують для мурування стін на штучних розчинах. **Цегла нормального формату (НФ)** – виріб з номінальними розмірами 250x120x65 мм, а цегла потовщена

М
М
К
ВІ
Ф



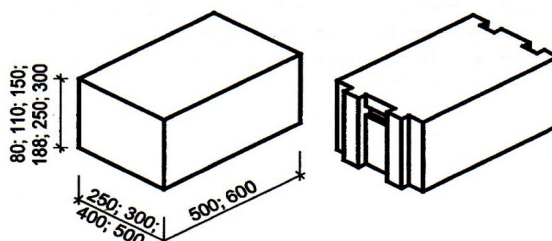
- виріб, що
б). **Камінь**
4.12, в...і).
га лицьові)
пастичного
ових порід

Рис. 4.12. Основні дрібноштучні стінові вироби:

а – цегла глиняна звичайна та силікатна нормальна і потовщена;
б – те саме, з порожнинами; в, г – керамічний камінь з вертикальними і горизонтальними порожнинами; д – цілий бетонний камінь, е – те саме, з пустотами; є – поздовжня половинка бетонного каменю; ж – бетонний камінь із чвертю; з, и, і – бетонні камені

Цеглу керамічну фасонну з круглими і щілиноподібними пустотами (рис. 4.13) використовують для елементів стін – карнизів, поясків, гуртів, пілястр, а також для мурування стовпів, опорядження прорізів, огорожень тощо.

Рис. 4.13. Форми фасадної керамічної цегли

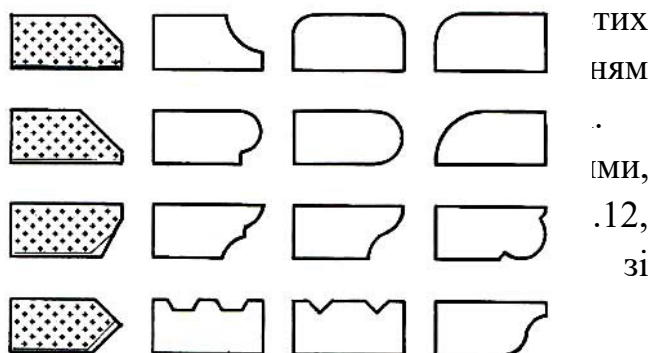


Кольорову фасадну цеглу (суцільну і порожнисту) з гладенькою, рифленою або офактуреною поверхнею виготовляють за допомогою декоративної обробки, що змінює або маскує природне забарвлення.

Цеглу і камені силікатні (повнотілі, порожнисті, рядові та лицьові) виготовляють способом пресування матеріалів і вапна або інших добавок або без них з подальшим

Бетонні камені та блоки

лицевими і рядовими, виготовлені в...і). Кращі теплоізоляційні щілиноподібними пустотами (рис



Блоки з ніздрюватих бет

ють форми прямокутних паралелепіпедів, а торцеві поверхні їх можуть бути плоскими або мати профіль «паз – гребінь» (рис. 4.14). Блоки з ніздрюватих бетонів мають різні розміри: довжину – 400, 500 і 600 мм; товщину – від 100 до 500 мм з градацією 50 мм; висоту – 190, 200, 250, 288, 300, 400, 500 і 600 мм.

Рис. 4.14. Форми і розміри бетонних блоків з ніздрюватих бетонів

За призначенням ніздрюваті бетони поділяють на дві групи: конструкційно-теплоізоляційні (густина в сухому стані $\rho_0 = 300 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$) та теплоізоляційні (густина в сухому стані $\rho_0 = 200 \dots 300 \text{ кг/м}^3$). Що більша густина, то міцніший матеріал, але менший опір теплопередачі. Марки і класи ніздрюватих бетонів автоклавного і неавтоклавного тверднення за густиною D наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Марки і класи ніздрюватих бетонів за міцністю на стиск

Марка бетону за густиною	Середня густина, кг/м^3	Клас бетону за міцністю на стиск	
		автоклавного	неавтоклавного
D 500	Від 420 до 530 включно	B1,5; B2; B2,5	B1,5; B2
D 600	Понад 530 «630»	B2; B2,5; B3,5	B1,5; B2; B2,5
D 700	«630» «740»	B2,5; B3,5; B5	B1,5; B2; B2,5
D 800	«740» «840»	B3,5; B5; B7,5	B2; B2,5; B3,5
D 900	«840» «950»	не рекомендовано	B2,5; B3,5; B5

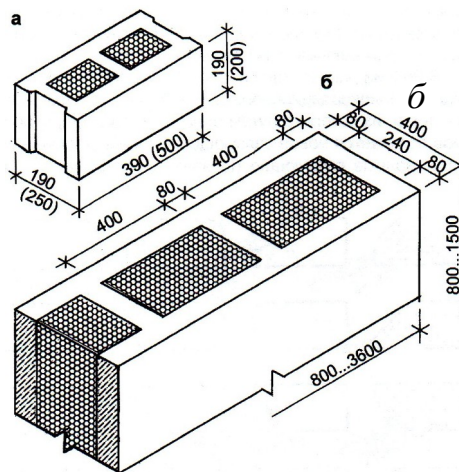
Стінові камені, що їх отримують з гірських порід, залежно від способу видобування і точності форми поділяють на види: розпиляні та чистого тесання – виступи до 2 мм; напівчистового тесання – виступи до 10 мм; грубого тесання – виступи до 20 мм; грубопоколоті та плитняк – дві приблизно паралельні грані; камінь бутовий рваний – неправильна форма. Найпоширенішими у будівництві є природні камені правильної форми, випиляні з масиву гірських порід (вапняку і вулканічного туфу) або отримані розпилюванням блоків заготовок. Номінальні розміри повномірних (рядових) каменів: 400x200x200, 500x250x200 і 400x200x300 мм. Крім того, виготовляють добірні камені – половинки і три чверті завдовжки. Стінові камені з гірських порід поділяють на класи за міцністю на стиск: B0,35; B0,75; B1; B1,5; B1,5; B2; B2,5; B3,5; B5; B7,5; C8/10; C10/12,6; C12/15; C16/20; C18/22,5; C20/25; C25/30.

Блоки гіпсобетонні або керамічні з термовкладками з пінополістиролу використовують для зовнішніх стін малоповерхових будівель (рис. 4.15). Такі вироби виготовляють з гіпсобетону на основі гіпсовапняношлакового в'язучого або кераміки з вертикальним термовкладками (утеплювачем) з пінополістиролу або базальтового волокна. Випускають блоки дрібнорозмірні (390x190x190 мм, 500x250x200 мм) і великорозмірні завдовжки від 800 до 3600 мм, завтовшки 400 мм і заввишки від 800 до 1500 мм. Клас міцності на стиск – В5 і В7,5; морозостійкість – F25 і F35.

Кам'яна кладка та правила перев'язування

Кам'яна кладка (муровання) – це неоднорідне тіло, що складається з каменів, розділених горизонтальними і вертикальними швами, заповненими будівельним розчином (цементно-піщаним, вапняним, цементно-вапняним). **Кладка** – сукупність елементів, розміщених у певному порядку і з'єднаних

Рис. 4.15. Блоки гіпсобетонні та керамічні з термовкладками з пінополістиролу або базальтового волокна:
a – дрібний блок; *б* – великий блок



будівельним розчином. Проектування кам'яних конструкцій виконують, дотримуючись правил ДБН В.2.6.-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення» [17].

Кладку виконують окремими горизонтальними рядами, укладаючи цеглу на постіль (рис. 4.16). В деяких випадках, наприклад, під час муруванні карнизів цеглу укладають на ребро – бокову ложкову грань. Каміні, викладені довгим боком – довжиком уздовж стін, утворюють **довжиковий ряд**, коротким боком – тичком – **тичковий ряд**, а відносно фасаду будівлі вони утворюють **зовнішню і внутрішню версти** кам'яної кладки. Заповнення між верстами називають **забуткою**. Простір між каменями, заповнений розчином, називають **швом**. Розрізняють **горизонтальні та вертикальні** поздовжні та поперечні шви.

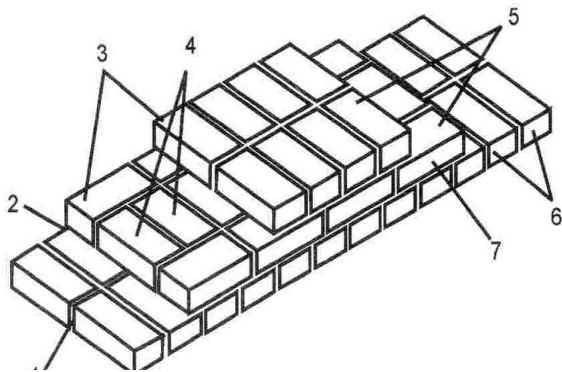
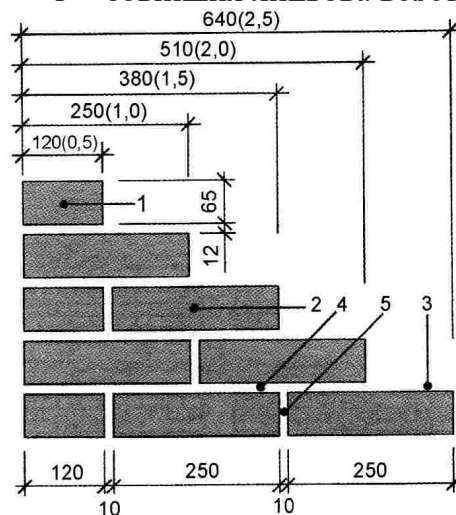


Рис. 4.17. Формування товщини цегляної кладки стін:

1 – поперечик; 2 – довжик;
3 – постіль; 4 – горизонтальний шов; 5 – вертикальний шов

Рис. 4.16. Елементи цегляної кладки:
1 – вертикальний шов;
2 – горизонтальний шов;
3 – зовнішня лицьова верста:



Висота рядів муровання за середньої товщини шва (12 мм) становить: для кладки з цегли завтовшки 65 мм – в середньому 77 мм, а для кладки з модульної цегли завтовшки 88 мм – 100 мм. З цегли завтовшки 65 мм на 1 м кладки за висотою виконують 13 рядів кладки, а з цегли завтовшки 88 мм – 10 рядів.

Ширина кладки, яку називають товщиною стіни, має бути кратна 0,5 цеглини (рис. 4.19) або каменя: в одну цеглину – 250 мм; півтори – 380 мм; дві – 510 мм; 2,5 – 640 мм тощо. Перегородки викладають у півцеглини – 120 мм. Суцільну цегляну кладку застосовують для зведення стін, простінків і стовпів, перегородок, улаштування перемичок та карнизів і виконують з повнотілої або порожнистої цегли, одинарної (250 x 120 x 65 мм) або потовщеної (250 x 120 x 88 мм).

Міцності конструкції стіни досягають завдяки міцності цегли (каменю) та розчину на стиск й укладанню каменів горизонтальними рядами

по шару розчину з взаємною перев'язкою вертикальних швів. Внаслідок виникнення складного напружено-деформативного стану кладки в конструктивних елементах будівель її міцність на стиск значно менша, ніж міцність на стиск каменю або цегли. Наприклад, міцність цегляної кладки на слабких вапняно-піщаних розчинах становить 10...15% міцності цегли, а на цементно-піщаних розчинах високої міцності – 30...40% міцності цегли. У разі використання каменю збільшених розмірів міцність кладки суттєво

Зб. ка. Ш Му бі пе мі ка. ро ка.	Вид фасада	Вид с торца или разрез при толщине кладки, мм		
		250	380	510
Однорядная цепная				
Многорядная				
Трехрядная				

тором вигину і зрізуванням кількістю горизонтальних швів впливають на міцність кладки через складних умов роботи

форми становить 5...8% контакту через розчин між перев'язки з виникненням хаотичного розміщення швів

Однак, міцність каменю і розчину міцність муровання з каменю правильної форми в 3,5 раза вища, ніж кладки з рваного буту.

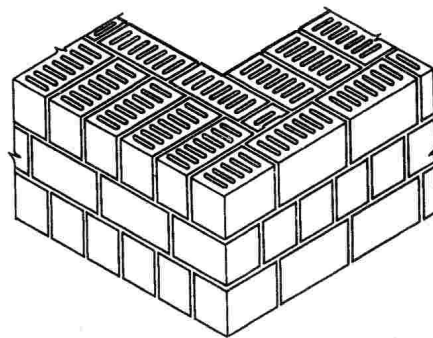
Якість заповнення швів і міцність кладки залежить також від пластичності розчину. Міцність кладки на пластичних розчинах вища від міцності на жорстких розчинах, а тому для розчинів використовують пластифіковані та водоутримувальні добавки у вигляді вапна, глини тощо.

Система перев'язування швів кам'яної кладки – це порядок укладання цегли або каменів відносно один до одного. Розрізняють перев'язування вертикальних швів – поздовжніх і поперечних. **Перев'язування поздовжніх швів** виконують для того, щоби кам'яна кладка не розшаровувалась уздовж стіни на тонші стінки, а напруження в муруванні від навантажень рівномірно розподілялось по ширині стіни. **Перев'язування поперечних швів** створює поздовжній зв'язок між цеглинами, розподіл навантажень на сусідні ділянки кладки і монолітність стін за нерівномірних осадок, температурних деформацій тощо. Для перев'язування цегляної кладки чергують поперечикові та ложкові ряди. Для зведення стін і стовпів із цегли використовують три системи перев'язування: дворядну ланцюгову, багаторядну і чотирирядну (рис. 4.18).

Вигляд з боку
фасаду

Вигляд з торця або розріз
за товщини кладки, мм

Дворядна ланцюгова система і утворюється чергуванням поперекових і поперечикових рядів. Поперечиковий ряд утворюється, коли бокові грані каменів або цегли, поперечні до фасаду стіни виходять довгі бокові грані каменів. У ланцюговій системі кожний шов нижчого ряду перекривається швом вищого ряду, які розміщені вище. При цьому поперечні вертикальні шви зміщують на $1/4$ цеглини відносно швів суміжного по вертикалі ряду, а вертикальні поздовжні – на $1/2$ цеглини. Така система перев'язування відрізняється простотою виконання і високою точністю мурування, але потребує великих витрат праці.



Багаторядна (шестирядна) система перев'язування полягає в перекриванні в суміжних рядах усіх поперечних вертикальних швів. Поздовжні вертикальні шви перекривають тільки через п'ять рядів, тобто п'ять ложкових рядів чергують за висотою з одним поперечиковим. При цьому поперечні вертикальні шви в ложкових рядах перекривають не на $1/4$ каменя, як за ланцюгової системи, а на $1/2$ каменя. Багаторядна система перев'язування швів є менш трудомісткою, простішою, виконуваною швидше, ніж ланцюгова, економічно вигіднішою, тому що потребує значно меншої кількості $3/4$ цеглин, на заготовлення яких потрібна ціла цеглина. Міцність такої кладки порівняно з ланцюговою трохи менша.

Конструктивно для досягнення міцності багаторядної кладки потрібно дотримуватися таких умов перев'язування швів: для суцільної цегли завтовшки 65 мм – один поперечиковий ряд на п'ять довжикових; для порожнистої цегли завтовшки 65 мм і суцільної цегли завтовшки

88 мм – один поперечиковий ряд на чотири довжикових; для каменів – один поперечиковий ряд на три довжикових. Для мурування стін з керамічних каменів зі щілинами та на ділянках з великими місцевими навантаженнями рекомендується використовувати дворядну ланцюгову кладку (рис. 4.19).

Рис. 4.21. Опорядження швів кладки:

a – упідріз; *б* – трикутником;
в – валиком; *г* – викруткою

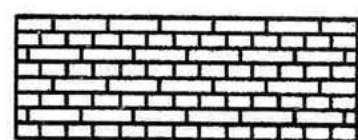
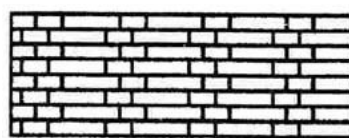
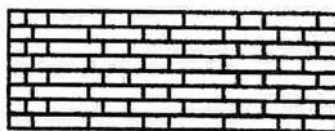
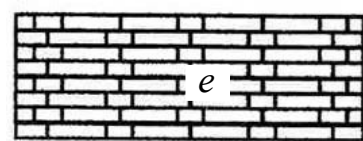
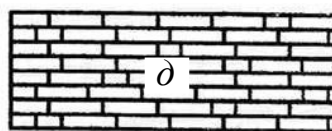
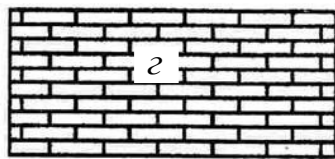
У декоративному оформленні фасадів будівель бажаного ефекту можна досягти чергуванням ложкових і поперечикових рядів або комбінацією ложків і поперечиків в одному ряді. Традиційні опоряджувальні перев'язування цегляної кладки наведені на рис. 4.20.

Рис. 4.19. Дворядна ланцюгова кладка зі щілиноподібних керамічних каменів

a

б

в



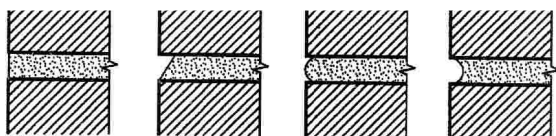
Лицьові шви опоряджують

швом

упідріз з поверхнею стіни (рис. 4.21, *a*). Для покращення декоративних властивостей фасадних поверхонь стін шви розширюють, ущільнюють

Рис. 4.20. Опоряджувальні перев'язування цегляної кладки:

a – довжикової; *б* – «дикої» (з неправильним чергуванням довжикових і поперечикових рядів); *в, г* – бранденбурзьких; *д* – готичної; *е* – хрестової



а б в г

Кам'яні стіни будівель мурують суцільними або з віконними і дверними прорізами. Стіни з прорізами та виступними елементами можуть мати обрізи, уступи, пілястри, пояски, карнизи, борозни, ніші, прорізи і простінки. **Обріз кладки** влаштовують з відступом від лицьової поверхні чергового ряду мурування. Стіна вище від обрізу має меншу товщину, ніж до обрізу. Обріз кладки виконують у місцях переходу від цоколя до стіни та зменшення товщини стін у верхніх поверхах багатопверхових будівель. **Уступом кладки** називають місця, де лицьова площина однієї частини стіни виступає в той чи інший бік від лицьової площини іншої частини. **Чверті** виконують випусками із зовнішньої ложкової версти цегляної кладки на довжину чверті цеглини – 65...70 мм (рис. 4.22).

Пілястра – вузький вертикальний виступ з площини стін у місцях зосереджених навантажень або з боку фасаду будівлі з метою їх композиційного членування, обрамлення вікон, дверей тощо. **Напуском** називають місця кладки, де черговий ряд розміщений не в площині раніше укладених цеглин, а з виступом на лицьову поверхню стіни. Напуски

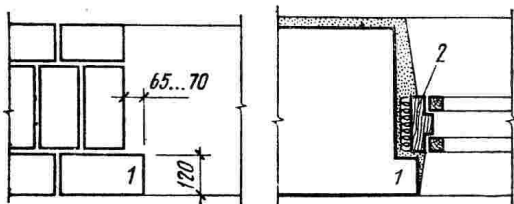


Рис. 4.22. Кладка прорізів з чвертями:

а – кладка укосу прорізу;

б – розміщення віконного блока в

прорізі; *1* – чверть; *2* – віконний блок

в виконують не більше, ніж на т] ді
кладки. Напуском декількох рядів кладки утворюють **пояски**, **карнизи**, **сандрики** та інші архітектурно-конструктивні елементи стін. **Борозни** в стіні влаштовують для розміщення трубопроводів, електричних та інших прихованих мереж. Вертикальні борозни завширшки і завглибшки виконують кратними половині цеглини, горизонтальні – кратними одному чи декільком рядам кладки за висотою і половині цеглини за глибиною. **Ніша** – наскрізне поглиблення в стінах для розміщення вбудованих шаф, пристроїв опалення тощо. **Простінком** називають ділянку стіни між двома сусідніми прорізами.

Мурування стовпів виконують за однорядною чи трирядною системами перев'язування швів (рис. 4.23). Для збільшення несучої

здатності стовпи армують сітками зі стержнів діаметром 3...5 мм з чарункою 40...60 мм через 2...5 рядів кладки.

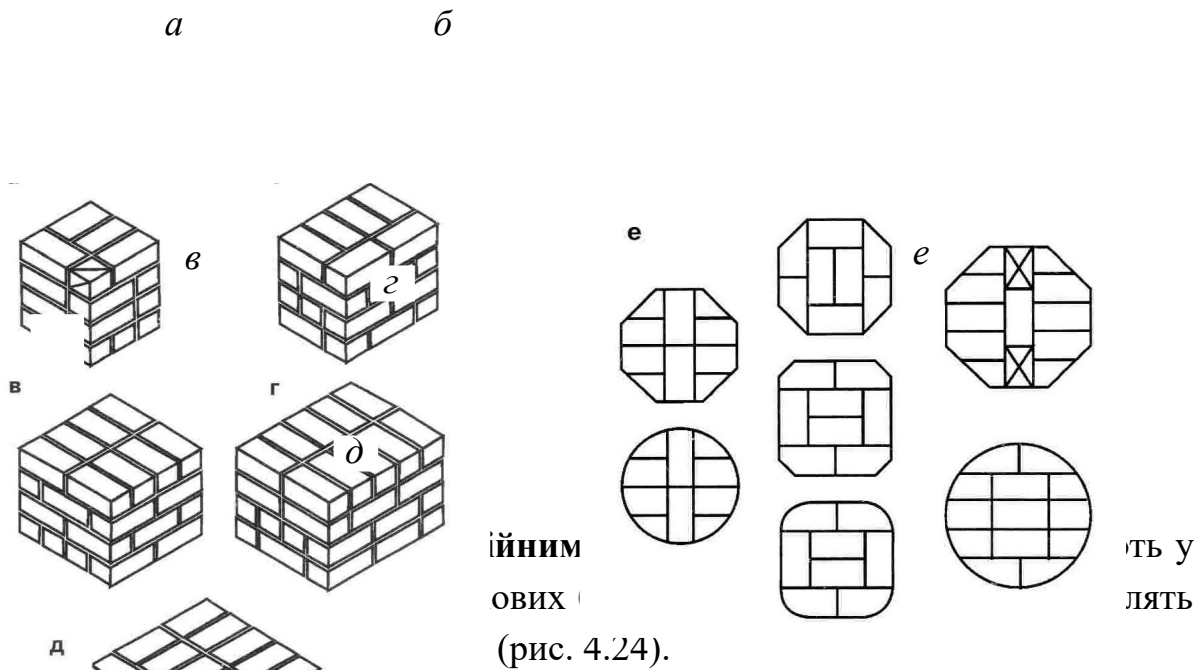


Рис. 4.23. Кладка стовпів: *а* – 380 x 380 мм; *б* – 380 x 510 мм; *в* – 510 x 510 мм; *г* – 510 x 640 мм; *д* – 640 x 640 мм; *е* – форми стовпів з фігурної цегли

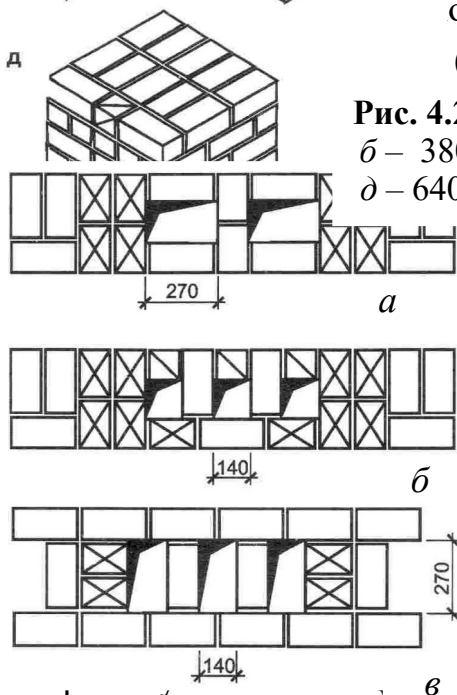


Рис. 4.24. Вентиляційні та димові канали в цегляних стінах:

а, б – перерізом 270 x 140 мм і 140 x 140 мм в стінах завтовшки 380 мм; *в* – перерізом 140 x 270 мм в стіні завтовшки 510 мм

а димові канали розміщують залежно від товщини стіни: уздовж – за товщини 380 мм або упоперек – за товщини 510 мм. Товщина стінок каналів і розсічень між ними повинна бути не меншою за 120 мм (0,5 цеглини). Канали виконують вертикальними. Допускаються відведення каналів на відстань уздовж стіни не більш ніж 1 м під кутом до горизонту, не меншим за 60°.

Товщину та конструктивні вирішення кам'яних стін визначають з огляду на достатню міцність, стійкість, тепло- та звукоізоляційні властивості. Розрахунки кам'яних конструкцій виконують методами граничних станів за вимогами *ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення»* [17]: за несучою здатністю – для всіх конструкцій; за деформаціями – для конструкцій, використання яких обмежується величиною деформацій; за утворенням або розкриттям тріщин – для конструкцій, експлуатація яких не допускає утворення тріщин або їх розкриття обмежується. Стійкість кам'яної стіни залежить від співвідношення її товщини, вільної довжини і висоти. Гнучкість стін і стовпів обмежується співвідношенням $l \leq 2,5 H$.

Стійкості й жорсткості кам'яних зовнішніх стін досягають їх просторовою взаємодією з внутрішніми несучими стінами, конструкціями перекриттів і покриття. Для просторової взаємодії зовнішні стіни жорстко зв'язують з усіма внутрішніми стінами перев'язкою шарів кладки. Плитні перекриттями із залізобетонних настилів опирають на несучі стіни не менш ніж на 90 мм крізь шар цементно-піщаного розчину завтовшки 10 мм. Кам'яні стовпи і стіни з'єднують з перекриттями і покриттями сталевими анкерами перерізом не менш ніж на $0,5 \text{ см}^2$, які установлюють в опорних зонах балок і ферм, у швах між збірними залізобетонними плитами перекриттів з кроком не більш ніж 6 м вздовж стіни. В будівлях з балковими перекриттями балки опирають на несучі стіни на 150...220 мм і через одну зв'язують анкерами з кладкою. Кінці балок, сперті на кам'яні внутрішні стіни і стовпи, з'єднують сталевими накладками.

У місцях прикладання значних місцевих навантажень на кладку (опори балок, ферм, плит тощо) укладають розподільчі залізобетонні пояси завтовшки не менш ніж 150 мм, які зв'язують з кладкою анкерами (рис. 4.27, б). В багатоповерхових будівлях з цегляними стінами за особливих умов експлуатації (підвищена сейсмічність, просідання ґрунтів, підроблені території) для створення сумісної роботи стін і перекриттів проєктують безперервні армовані монолітні залізобетонні пояси. Їх

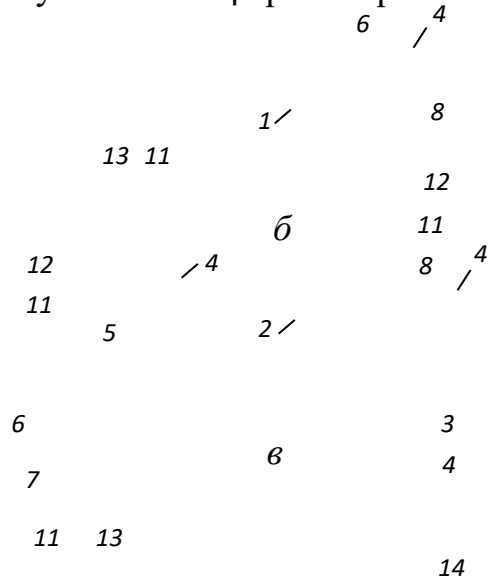


Рис. 4.25. Монолітні залізобетонні пояси в цегляних стінах: *a* – фрагмент плану перекриття; *б, в, г* – розрізи по зовнішніх і внутрішній стінах; *1, 2* – зовнішні несуча і самонесуча стіни; *3* – внутрішня самонесуча стіна; *4* – плита перекриття; *5* – шпонка плити; *6* – петля плити; *7* – арматурний стержень; *8, 9, 10* – з. б. монолітні пояси; *11* – каркас монолітного поясу; *12* – анкер; *13* – додаткові арматурні стержні; *14* – арматура для зв'язку з. б. поясу зі стіною

розміщують в усіх несучих² стінах у рівнях і під конструкціями перекриттів та покриттів, а в самонесучих – у рівнях перекриттів (рис. 4.25). Монолітні залізобетонні пояси виконують з бетонів класів не нижче за С12/15, армують просторовими каркасами з арматури класів не нижче за А300, А400.

Крок поперечних внутрішніх стін – діафрагм жорсткості, які надають стійкості поздовжнім фасадним стінам, залежить від міцності кладки і конструктивного вирішення перекриттів. Зокрема, у малоповерхових будівлях з дерев'яними балковими перекриттями крок поперечних стін не повинен перевищувати 12 м, а в будівлях з монолітними залізобетонними перекриттями – 30...40 м.

Види армування і підсилення кладки

Армування кам'яної кладки підвищує міцність і стійкість несучих стін багатоповерхових будівель. Використовують два види **армування кам'яної кладки: поперечне сітчасте** – з розміщенням арматурних сіток

в горизонтальних швах кладки; **поздовжнє** – з розміщенням арматури в борознах або нішах, які залишають в кладці.

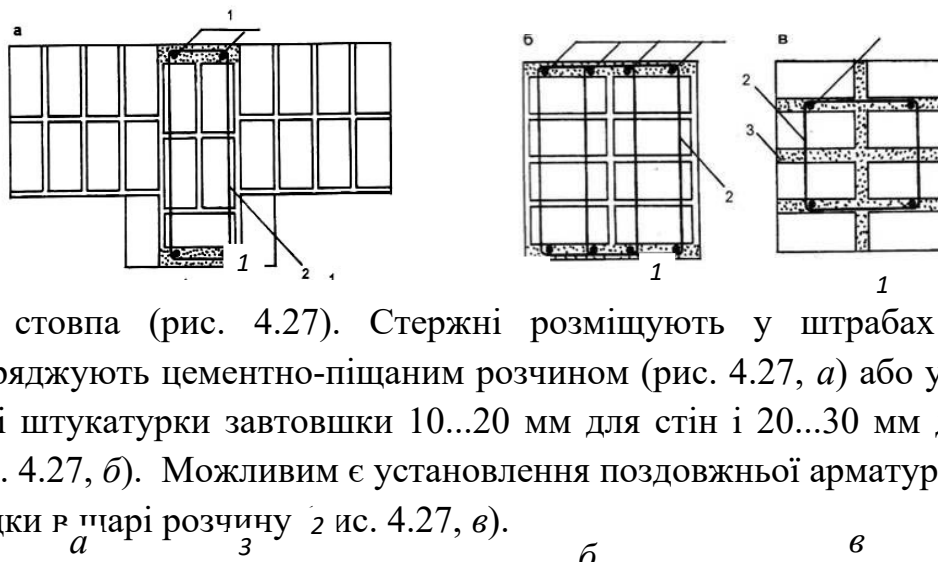
Поперечне армування кам'яної кладки виконують сталевими сітками, які укладають в горизонтальні шви (рис. 4.26). Використовують прямокутні зварені сітки з дротяної арматури класу Вр-1 діаметром стержнів 3...6 мм або типу «зигзаг» з арматури класу А240С діаметром 8 мм. Розмір чарунок сіток беруть у межах 80...120 мм. Відстань між сітками за



та перевищувати 400 мм. Таке поперечне армування кам'яної кладки на розтягування і зрізання, а також збільшити міцність муровання у 2...3 рази.

Рис. 4.26. Поперечне армування кам'яної кладки сітками:
1 – сітка з квадратними чарунками; 2 – сітка типу «зигзаг»

Поздовжнє армування кладки виконують окремими стержнями або каркасами, розміщуючи арматуру всередині або зовні конструкції стіни



або стовпа (рис. 4.27). Стержні розміщують у штрабах кладки й опоряджують цементно-піщаним розчином (рис. 4.27, а) або у захисному шарі штукатурки завтовшки 10...20 мм для стін і 20...30 мм для стовпів (рис. 4.27, б). Можливим є установлення поздовжньої арматури всередині кладки в шарі розчину (рис. 4.27, в).

Поздовжнє армування використовують в кам'яних стінах, стовпах, перемичках будівель для сприйняття зусиль розтягування у позacentрово

Рис. 4.27. Поздовжнє армування кам'яних конструкцій:
а – з розміщенням арматури у штрабі кладки; б, в – із зовнішнім та внутрішнім розміщенням арматури; 1 – поздовжня арматура; 2 – хомути; 3 – цементно-піщаний розчин

стиснутих (за великих ексцентриситетів) і згинних елементах, а також для сприйняття зусиль розтягування за сейсмічних впливів і в гнучких елементах. Сумісної роботи стержнів і кам'яної кладки досягають, встановлюючи хомути. Кількість поздовжньої арматури в розтягнутих елементах повинна бути не меншою за 0,05% площі перерізу елемента, в стиснутих – не менш ніж 0,1%. Діаметр стиснутої поздовжньої арматури беруть не меншим за 8 мм, розтягнутої арматури та хомутив – не менш ніж 3 мм.

Комплексні конструкції виконують з кам'яної кладки, підсиленої в пазах залізобетоном (рис. 4.28). Використовують повнотілу цеглу марки, не ою ніж 100, цементно-піщаний розчин марки, не нижчої за 50, бетон

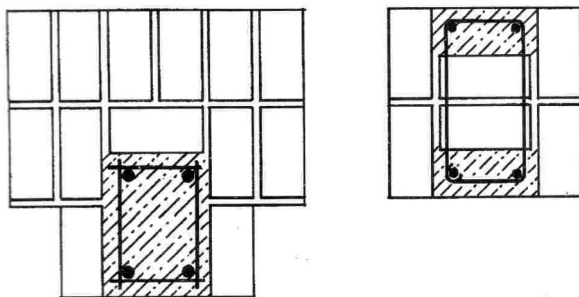


Рис. 4.28. Комплексні кам'яні конструкції, підсилення залізобетонними елементами:
а – з однобічним розміщенням залізобетону;
б – з розміщенням залізобетону в штрабах кладки

класів не нижче, ніж С10/12,5, й арматурну сталь класу А240С. Такі конструкції за умови включення в роботу залізобетону мають вищу несучу здатність на стискання, розтягування і згинання порівняно із звичайними кам'яними.

а *б*

Кам'яну кладку підсилюють обоймами у разі потреби збільшити несучу здатність перерізу стовпа або ділянки стіни без збільшення її площі (рис. 4.29). Таке армування використовують для підсилення конструктивних елементів під час ремонту і реконструкції будівель, коли внутрішні напруги в кладці перевищують допустимі нормативні, за наявних дефектів розшарування муровання, недостатньої перев'язки швів, тріщин в стінах. Найбільш ефективними є сталеві (рис. 4.29, *а*) і залізобетонні обойми (рис. 4.29, *б*).

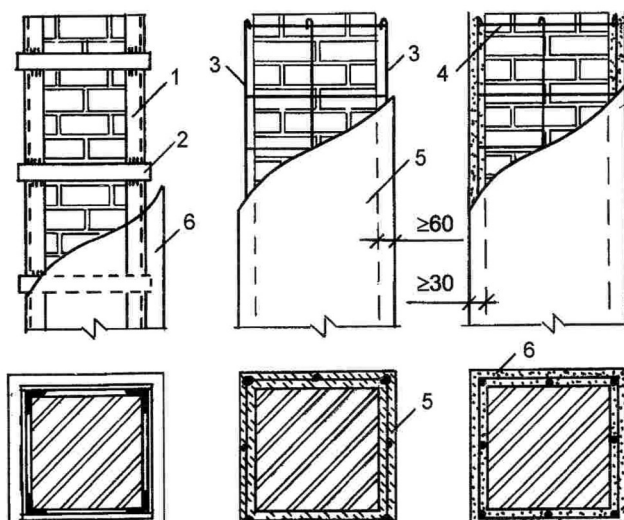


Рис. 4.29. Схеми підсилення цегляних стовпів обоймами:
а – сталеві;
б – залізобетонні;
в – армованою штукатуркою;
 1 – кутик; 2 – планка;
 3 – поздовжні стержні;
 4 – хомути; 5 – бетон;
 6 – штукатурка

С а леві об'єкти виготовляють з вертикально розміщених сталевих кутиків або швелерів, які з'єднують планками зі смугової сталі кожні 200...500 мм у висоту, для сприйняття горизонтальних зусиль і сумісної роботи з кам'яною кладкою. Сталеві об'єкти захищають від корозії шаром цементно-піщаного розчину по сталевій сітці або опоряджуючи плитками. Залізобетонну об'єкт виконують завтовшки 60...100 мм з дрібнозернистих бетонів класів С20/25...С35/45 та армують сітками зі стержнів діаметром 6...12 мм і хомутами діаметром 4...10 мм з кроком 100...150 мм. Конструктивне рішення штукатурної об'єкти аналогічне конструкції залізобетонної об'єкти з армуванням. Захисний шар штукатурки завтовшки 30...40 мм виконують з цементно-піщаного розчину марок 75...100.

Конструкції мурованих кам'яних стін

Згідно з вимогами теплоізоляції зовнішні кам'яні стіни будівель в Україні проєктують багатошаровими. Одним із способів зведення зовнішніх цегляних стін є колодязна кладка, яка складається з двох поздовжніх стінок, з'єднаних поперечними стінками і заповненням утворених колодязів бетоном або засипним матеріалом. Така традиційна

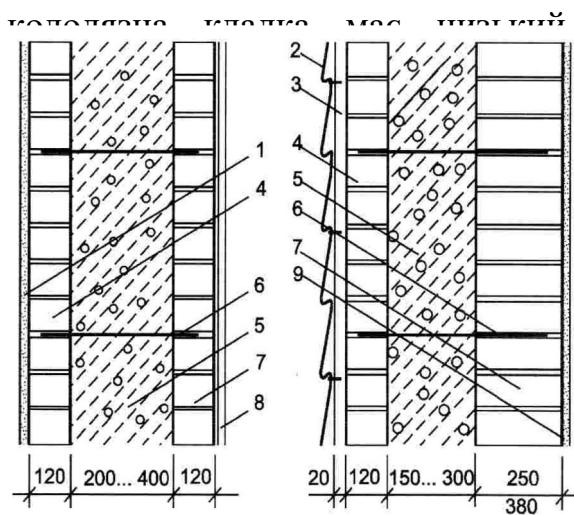


Рис. 4.30. Цегляні стіни з утеплювачем з ніздрюватих або легких бетонів:
 а – для малоповерхових будівель;
 б – для будівель середньої поверховості; 1 – зовнішня штукатурка; 2 – зовнішня обшивка; 3 – повітряний прошарок; 4 – зовнішній шар кладки; 5 – ніздрюватий або легкий бетон; 6 – склопластові стержневі зв'язки або металева сітка; 7 – внутрішній шар кладки; 8, 9 – внутрішній шар опорядження

а

б

Багатошарові цегляні стіни з влаштуванням теплоізоляції між несучими шарами кладки дають змогу використовувати дешевші

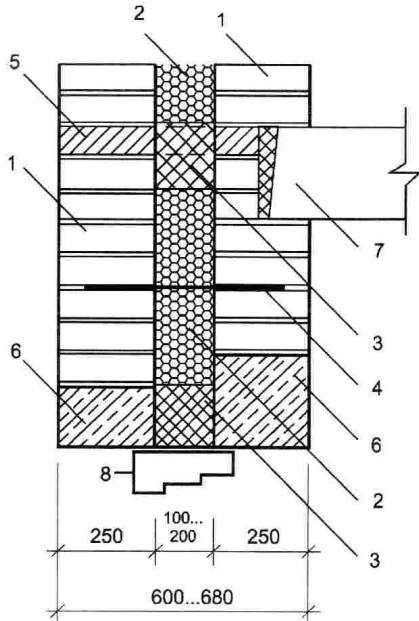


Рис. 4.31. Багатошарова цегляна стіна з внутрішнім утеплювачем:

1 – цегляна кладка; 2 – утеплювач;
3 – протипожежна розсічка з негорючого утеплювача; 4 – гнучкий зв'язок; 5 – з. б. зв'язковий елемент; 6 – з. б. перемичка;
7 – з. б. плита перекриття; 8 – віконний блок

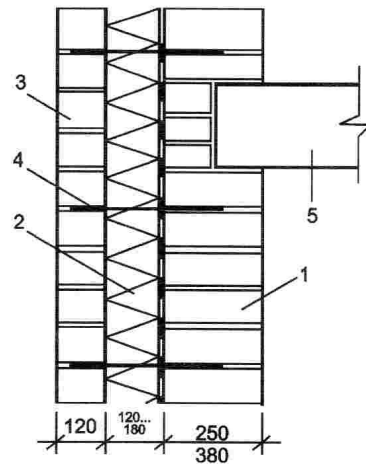


Рис. 4.32. Багатошарова цегляна стіна з внутрішнім утеплювачем, опоряджена самонесучим шаром цегли:

1 – несучий шар кладки;
2 – плитний утеплювач;
3 – опоряджувальний шар кладки; 4 – гнучкий зв'язок;
5 – плита перекриття

утеплювачі на основі мінеральної вати чи пінопластових плит (рис. 4.31 і 4.32). Такі конструктивні рішення стін придатні для малоповерхових будівель заввишки до 9 м або для верхніх поверхів багатоповерхових заввишки до 26,5 м.

Багатошарові несучі цегляні стіни – це конструктивні рішення, в яких шар теплової ізоляції кріплять до несучої частини стіни завтовшки 250 мм для малоповерхових будівель і 380 мм для будівель середньої поверховості (рис. 4.32). Цегляне фасадне опорядження стін з'єднують з внутрішнім шаром із цегли або каменів поперечними рядами цегли кожні 4...6 рядів або гнучкими в'язями (поперечними стержнями) з дроту класу Вр-11 або склопластику. Можливе використання гнучких в'язів з базальтопластику, які підтримують утеплювач в проектному положенні, з кроком по горизонталі 500 мм, а по вертикалі – кожні вісім рядів кладки.

Конструктивні рішення цегляних стін із зовнішньою штукатурною теплоізоляцією та з фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним

прошарком і опорядженням індустриальними елементами за ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» [15] наведено на рис. 4.6 – 4.11.

Збірні системи з опорядженням штукатурками виконують з тепловою ізоляцією, закріпленою на несучій частині стіни, з опорядженим шаром на

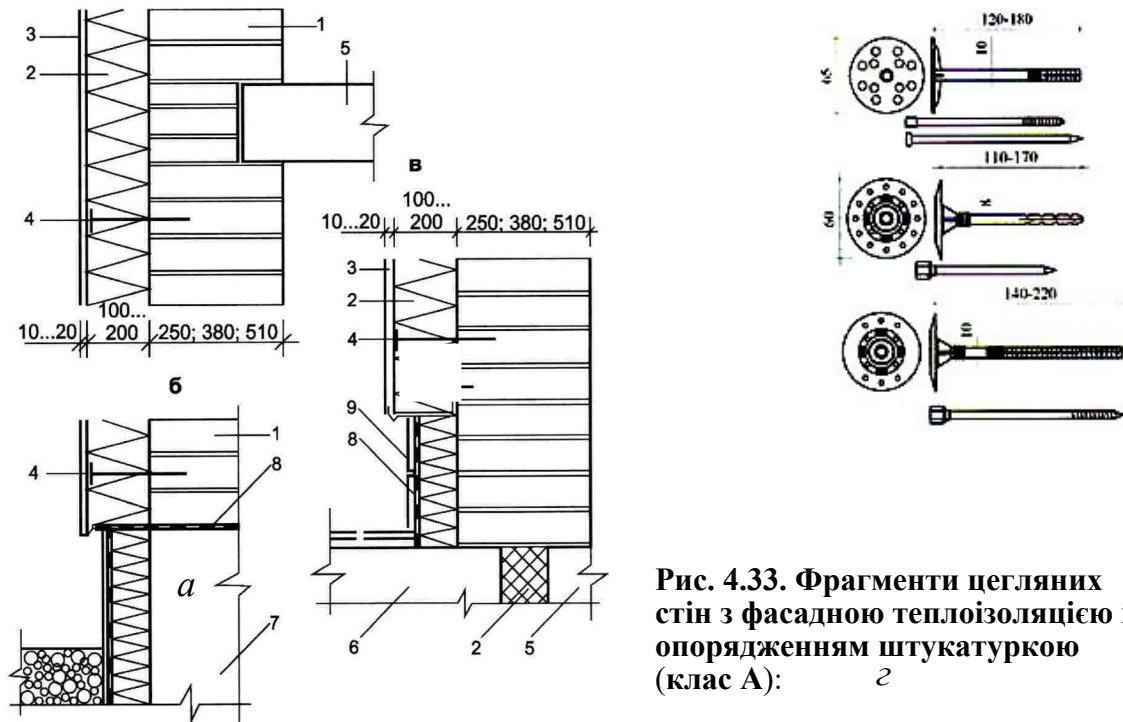


Рис. 4.33. Фрагменти цегляних стін з фасадною теплоізоляцією і опорядженням штукатуркою (клас А): 2

поверхні шару теплової ізоляції. Комплект складається з клейових матеріалів, теплоізоляційного матеріалу, механічних засобів кріплення теплової ізоляції, армувальної сітки та опоряджувального покриття (рис. 4 б).

а, б – в рівнях перекриття і прилягання до цоколю; в – в зоні балконної плити; з – дюбелі для кріплення плит утеплювача; 1 – цегляна кладка; 2 – утеплювач; 3 – штукатурка; 4 – дюбель; 5 – плита перекриття; 6 – балконна плита; 7 – фундамент; 8 – гідроізоляція; 9 – керамічна плитка

У конструкціях зовнішніх стін з навісною фасадною системою теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком й опорядженням індустриальними елементами (клас В) шар теплоізоляції прикріплюють до стіни кріпильними елементами каркаса, на які навішують опоряджувальні індустриальні непрозорі елементи з утворенням фіксованого за товщиною повітряного прошарку (40 ... 100 мм) між опоряджувальним шаром і шаром теплової ізоляції з обов'язковим влаштуванням його вентиляції (рис. 4.34).

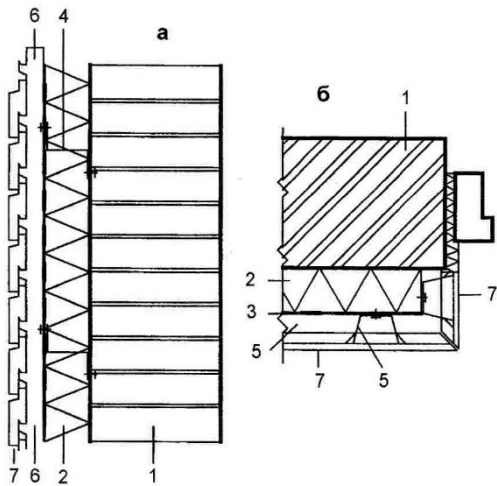


Рис. 4.34. Цегляна стіна з навісною фасадною системою теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком і опорядженням індустріальними елементами:

a – фрагмент вертикального розрізу;
б – те саме, горизонтального біля віконного прорізу; *1* – цегляна кладка; *2* – утеплювач; *3* – вітрозахисна плівка; *4* – ригель для кріплення фасадного опорядження; *5* – вертикальний елемент системи; *6* – повітряний прошарок; *7* – шар опорядження

Конструктивні рішення зовнішніх стін будівель з ніздрюватих бетонних каменів і блоків наведено на рис. 4.37. Якщо товщина таких стін є не відповідною вимогам теплотехнічних розрахунків, слід влаштовувати додаткові теплоізоляційні шари (рис. 4.36, 4.37).

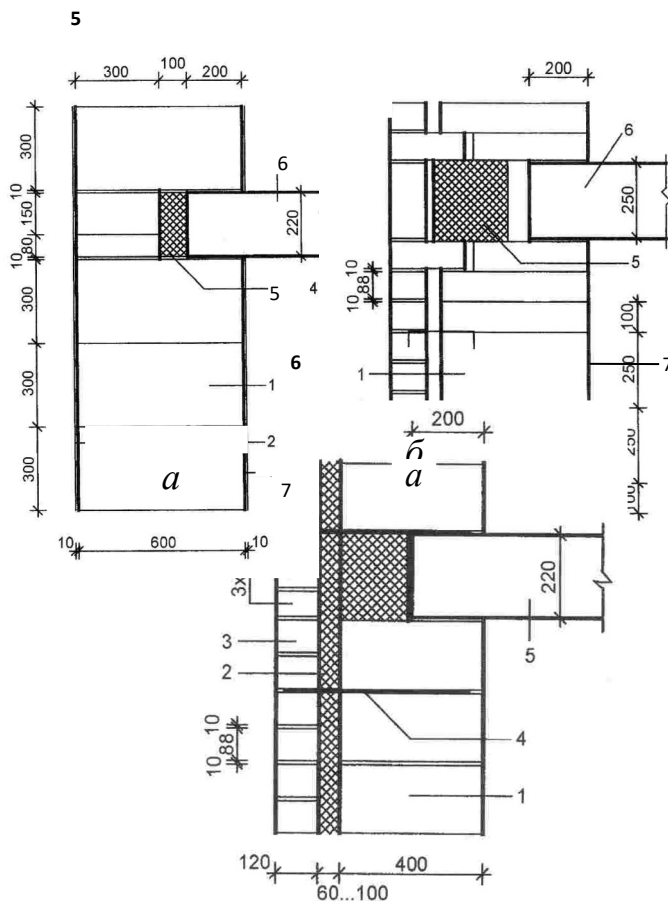


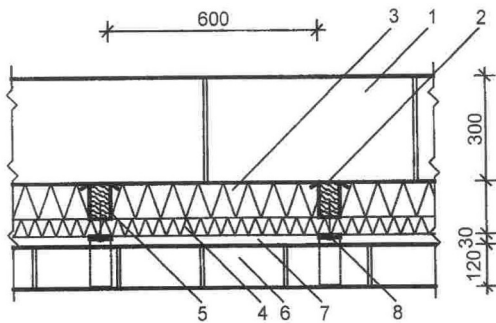
Рис. 4.35. Вертикальні розрізи зовнішніх стін з ніздрюватих бетонних блоків:

a – одношарова; *б* – з личкуванням цеглою; *1* – кладка з ніздрюватих блоків; *2* – повітряний прошарок; *3* – кладка з лицьової цегли; *4* – скоба з нержавіючої сталі; *5* – мінераловате вкриття; *6* – цегляна кладка; *7* – цегляна кладка; *8* – цегляна кладка; *9* – цегляна кладка

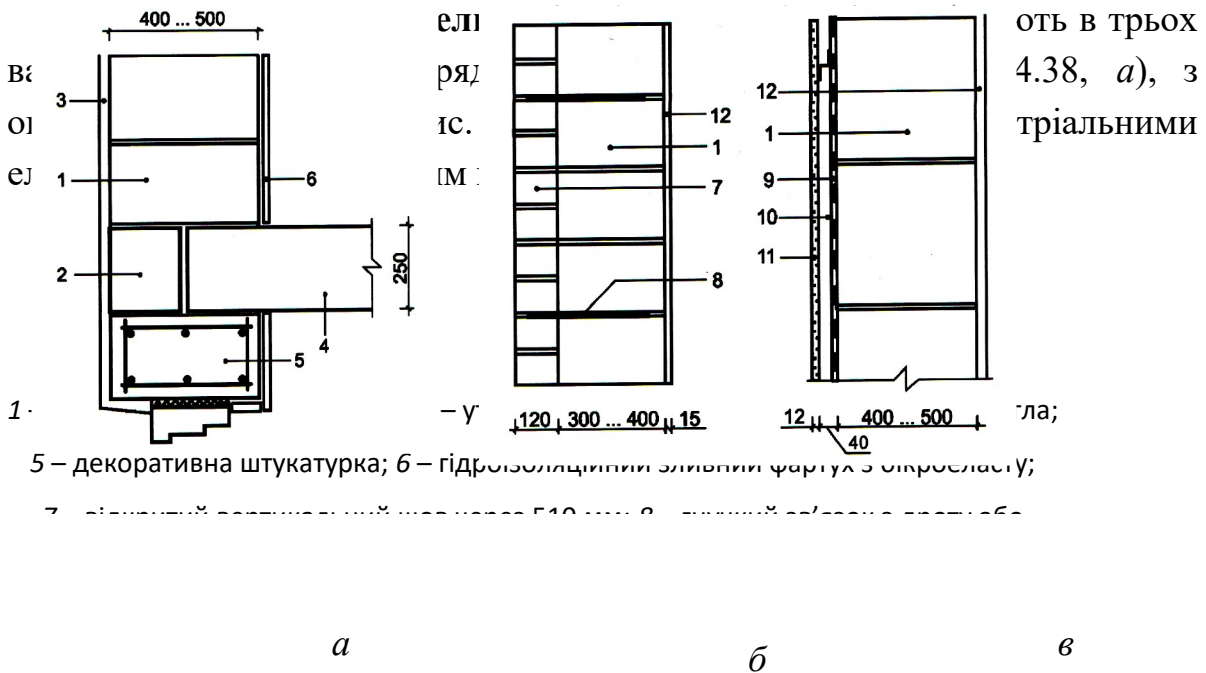
a

б

Рис. 4.37. Горизонтальний розріз тришарової зовнішньої стіни з блоків із ніздрюватого бетону, внутрішнім утеплювачем і повітряним вентиляльованим прошарком:



1 – блок; 2 – гідроізоляційна плівка; 3 – утеплювач; 4 – шар утеплювача з вітрозахисною плівкою; 5 – дерев'яний брус; 6 – личкувальна цегла; 7 – повітряний прошарок; 8 – металева в'язь

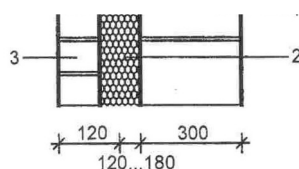


5 – декоративна штукатурка; 6 – гідроізоляційний зливний фартух з бікроеласту; 7 – цегляний ряд; 8 – гнучка в'язь через 510 мм; 9 – вітрозахисна плівка; 10 – повітряний прошарок; 11 – зовнішній опоряджувальний шар з індустріальних елементів; 12 – внутрішній опоряджувальний шар

Рис. 4.38. Опорядження зовнішніх стін з пінобетонних блоків:
a – фасадною штукатуркою; *б* – цеглою; *в* – індустріальними елементами з вентиляльованим прошарком; 1 – основний блок; 2 – добірний блок; 3 – декоративно-захисна штукатурка; 4 – плита перекриття; 5 – армована штукатурка; 6 – внутрішній опоряджувальний шар; 7 – шар цегли; 8 – гнучка в'язь з дроту або склопластику; 9 – вітрозахисна плівка; 10 – повітряний прошарок; 11 – зовнішній опоряджувальний шар з індустріальних елементів; 12 – внутрішній опоряджувальний шар

Рис. 4.36. Варіанти вертикальних розрізів тришарових зовнішніх стін з блоків ніздрюватих бетонів і внутрішнім утепленням:

1 – кладка з блоків; 2 – утеплювач; 3, 4 – личкувальна і звичайна цегла; 5 – декоративна штукатурка; 6 – гідроізоляційний зливний фартух з бікроеласту; 7 – відкритий вертикальний шов через 510 мм; 8 – гнучка в'язь з дроту або склопластику; 9 – залізобетонна плита перекриття



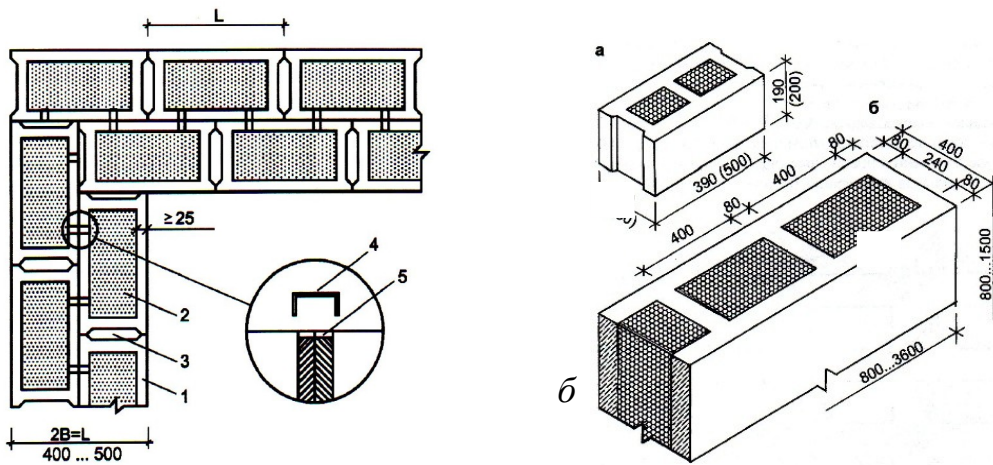


Рис. 4.39. Зовнішні стіни з блоків з термовкладками: *a* – фрагмент імі
 1) плану; *б* – дрібний і великий блоки; 1 – блок-опалубка; 2 – термовкладка ого
 (залівний утеп а звач); 3 – шпонка; 4 – сталева скобка; 5 – пк в

) з важкого, легкого бетону або гіпсобетону, яка сприймає навантаження, і заповнення з теплоізолювальних заливних матеріалів (піноцемент, пінополістирол тощо). Кладка стіни з ложкових рядів блоків запобігає виникненню містків холоду (рис. 4.39). Перев'язку поздовжніх швів виконують за допомогою П-подібних скоб, якими з'єднують зовнішній і внутрішній шари муровання крізь пази в стінках блоків і установлюють через два ряди за висотою. У мурованні суміжних рядів на половину довжини блока пази розміщують один проти одного.

4.4. Елементи мурованих кам'яних стін

Елементами зовнішніх стін будівель є цоколі, віконні та дверні прорізи, карнизи або парапети (рис. 4.40). Внутрішні стіни містять тільки елементи дверних прорізів і отворів для прокладання інженерних мереж, вентиляційних каналів і каналів димовидалення.

Цоколем називають нижню частину стіни, розміщену безпосередньо над фундаментом. В стрічкових фундаментах цоколем може бути верхня частина самого фундаменту (рис. 4.41). Розмір цокольної частини будівлі визначається відстанню від верху стіни підвалу (підпілля) до рівня землі (вимощення). Його висоту рекомендовано брати не меншу за 500 мм.

Цоколь має архітектурно-конструктивне призначення. В архітектурному відношенні цокольна частина виражає стійкість будівлі та має тектонічне значення. В конструктивно-утилітарному значенні цоколь утворює горизонтальну базу стіни для захисту її від бризок води, що стікає з покриття, від розталого снігу та випадкових механічних пошкоджень. На висоті 150...200 мм від рівня тротуару або вимощення по периметру всіх стін будівель укладають горизонтальну гідроізоляцію з двох шарів руберойду на мастиці або цементно-піщаного розчину, яка захищає наземну частину стін від міграції капілярної ґрунтової та атмосферної вологи. Другий ряд горизонтального гідроізоляційного шару прокладають поверху цоколя в рівні низу цокольного чи підвального перекриття. Зовнішню поверхню цоколів виконують з міцних і морозостійких матеріалів (природного каменю, керамічної плитки, добре випаленої цегли, морозостійкої штукатурки). Існує три конструктивних рішення цоколів кам'яних стін: потовщення нижньої частини стіни (личкуванням стіни плитами або штукатуркою); западистий цоколь тобто цоколь меншої ширини, ніж стіна, та цоколь в одній площині зі стіною (рис. 4.41).

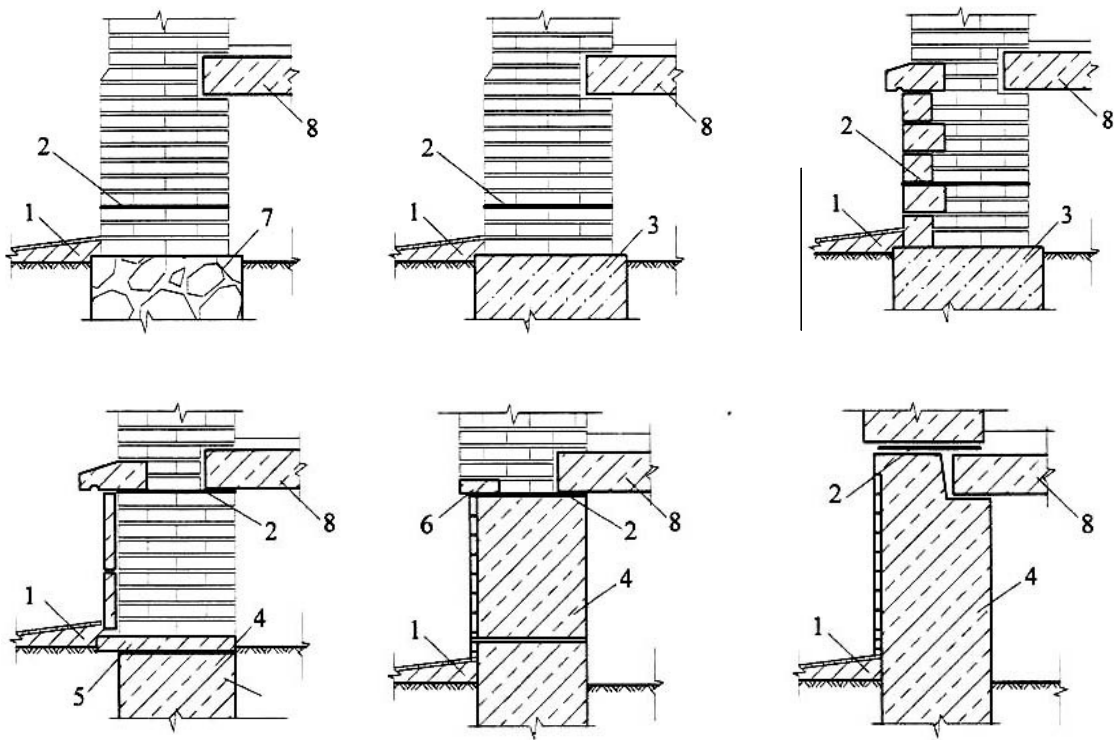


Рис. 4.41. Конструктивні рішення цоколів (термоізоляція умовно не показана): *a* – виступний цегляний; *б* – виступний оштукатурений; *в, г* – виступні цегляні з опорядженням природним каменем і плитами; *д, е* – западисті з бетонних стінових фундаментних блоків цокольних панелей, опоряджених керамічною плиткою на цементно-піщаному розчині; *1* – вимощення; *2* – горизонтальна гідроізоляція; *3* – монолітний бетонний фундамент; *4* – стіновий бетонний фундаментний блок; *в, 5, б* – залізобетонні плитка і брусок; *7* – фундамент з бутобетону;

Цоколі з потовщенням нижньої частини стіни проєктують у будівлях з бутовими, бутобетонними і монолітними бетонними фундаментами (рис. 3.43, *a...г*). **Опорядження цоколів плитами або цементно-піщаною штукатуркою** підвищує міцність і довговічність нижньої частини кладки стіни. Як опоряджувальний матеріал використовують закладні бетонні плити, плоскі плити природного каменю, керамічну або скляну плитку, цементно-піщаний розчин. Опорядження Г-подібними закладними бетонними плитами виконують одночасно з кладкою стін: перев'язування виконують закладанням у кладку хвостової частини плити на глибину не менш ніж 75 мм. Опоряджувальні плити з природного каменю кріплять до вертикальної арматури кладки, яку закріплюють у швах стін петельними випусками стержнів що 500 мм по вертикалі та горизонталі за допомогою анкерів. Для захисту цоколя від попадання вологи за площину опоряджувального шару використовують накривні камені з похилом верхньої поверхні $i = 3...4^\circ$ і влаштовують крапельник або металеве покриття з міді, цинку або оцинкованої сталі. Опорядження керамічною, скляною або кам'яною плиткою виконують по шару цементно-піщаного розчину на арматурній сітці, яку прикріплюють до стіни сталевими стержнями у швах кладки.

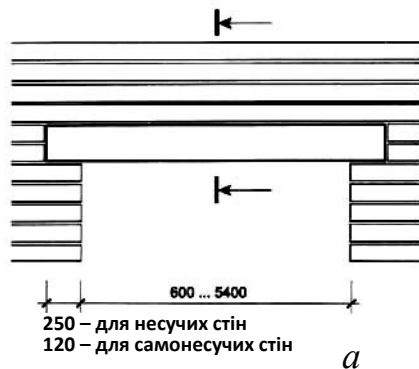
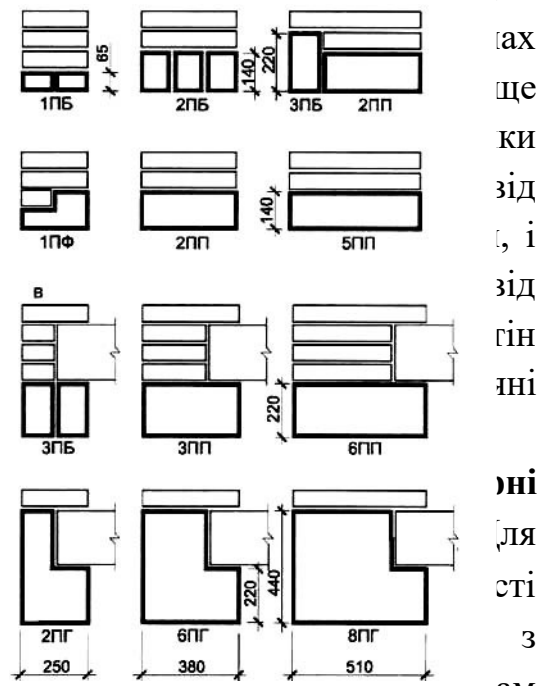
Западисті цоколі (рис. 4.41, *д, е*) проєктують у будівлях з фундаментами із стінових фундаментних блоків, цокольних панелей або монолітного залізобетону та розміщують з відступом від фасадної поверхні стіни: 30 мм – за наявності напустки нижнього поперечикового ряду і 70 мм – у разі використання спеціальних залізобетонних плит або брусків. Ділянки звисання стін над цоколем підсилюють: за висоти будівлі до дев'ятого поверхів – три ряди кладки на всю товщину стіни мурують із суцільної цегли ланцюгової перев'язки вертикальних швів та армують у першому горизонтальному шві сіткою зі сталевий арматури; за висоти будівлі понад дев'ять поверхів – укладають залізобетонні плити завтовшки 80...100 мм з армуванням сітками.

Прорізи віконні та дверні в кам'яних стінах виконують для встановлення віконних і дверних блоків. Частину стіни між прорізами

називають **простінком**. Одвірки дверей у зовнішніх і внутрішніх стінах будівель виконують переважно без чвертей. Нижню частину дверних прорізів найчастіше вирішують так: з порогом – вхідні двері до будівель або квартир і без порогів – внутрішньоквартирні.

Для кращої герметизації віконних коробок зі стінами у бокових і верхніх одвірках віконних прорізів зовнішніх кам'яних стін (з боку фасадів) влаштовують чверті (рис. 4.22, 4.40). Віконні коробки заходять за грані чвертей на 37,5 мм. Нижню частину віконних прорізів (підвіконня) обладнують: з боку приміщення підвіконною дерев'яною дошкою або плитою із залізобетону, каменю або пластику, а з боку фасаду – металевим підвіконним зливом з оцинкованої сталі або сталі, захищеної полімерним покриттям по шару цементно-піщаного розчину з похилом не менше $i = 5\%$ (рис. 4.40). Над віконними і дверними будівель влаштовують **перемички** для розміщених ділянок стін, перекриттів і поділяють на **несучі** (в несучих стінах) ваги частини стіни над прорізом, **коненесучі** (в самонесучих стінах), які сі ваги частини стіни над прорізом. використовують перемички: збірні залізобетонні (клинчасті, лучкові, арочні тощо).

Найбільшого поширення у мурі залізобетонні перемички у вигляді використання перемичок потрібно розроблено номенклатуру збірних поперечними перерізами різного розміру і довжини, кратної розмірам елементів кладки разом зі швами.



б

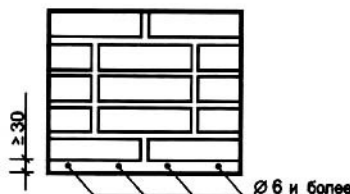


Рис. 4.43. Перемички зі сталевих кутиків:

а – спирання личкувальної цегли на полицку кутика; *б* – навішування нижнього ряду цегли на кутик

Збірні залізобетонні перемички поділяють на типи: **брусківі (ПБ)** для **самонесучих стін** – 38 марок завдовжки 1030...5960 мм, завширшки 120 мм і заввишки 65; 90; 140; 190; 220 і 290 мм; **брусківі (ПБ)** для **несучих стін** – 20 марок: довжина – 1290...5960 мм, ширина – 120 і 250 мм, висота – 190; 220; 290 і 585 мм; **плитні (ПП)** для **самонесучих стін** – 26 марок: довжина – 1160...2980 мм, ширина – 380 і 510 мм, висота – 65; 90; 140; 190; 220 і 290 мм; **плитні (ПП)** для **несучих стін** – 20 марок: довжина – 1420...2720 мм, ширина – 380 і 510 мм, висота – 190 і 220 мм; **фасадні з чвертю**

Рис. 4.42. Збірні залізобетонні перемички: *а* – загальний вигляд; *б, в* – можливі схеми встановлення в самонесучих і в несучих стінах



(ПФ) для **самонесучих стін** – 28 марок завдовжки 1030...5960 мм, завширшки 120 мм і заввишки 65; 90; 140; 190; 220 і 290 мм; **Рядові армовані перемички з цегляної кладки** – 13 марок: довжина – 1030...5960 мм, ширина – 250; 380 і 510 мм, висота – 290; 440 і 585 мм.

Сталеві перемички – це кутики з рівними або нерівними полицками, сперті на простінки стіни не менше, ніж на 250 мм та, опоряджені штукатуркою (рис. 4.43). Такі перемички використовують під час зведення багат шарових стін з опорядженням фасадів лицьовою або профільною цеглою.

Рядові армовані перемички (рис. 4.44) викладають з відбіркою цілої цегли. Висота рядової перемички – 4...6 рядів кладки, а довжина на 500 мм

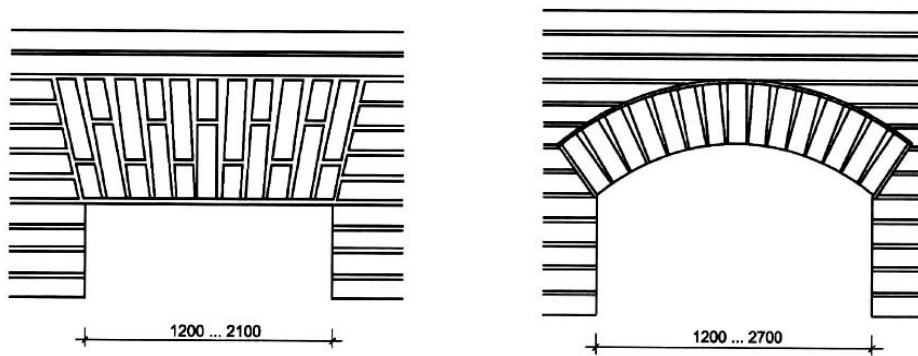
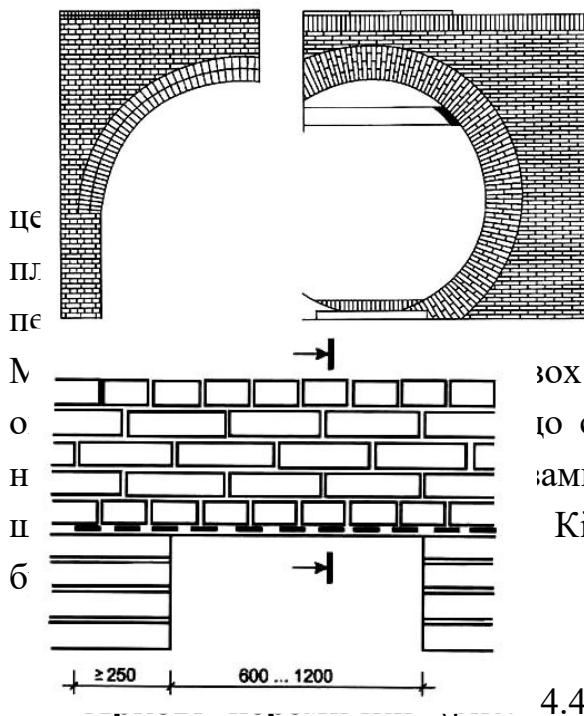


Рис. 4.45. Цегляні перемички: *а* – клинчаста; *б* – лучкова

більш

тно-

піщаного розчину завтовшки 20...30 мм укладають стержні арматури діаметром 6 мм з розрахунку один стержень перерізом 0,2 см² на кожні пів цеглини стіни. Рядові перемички прорізів до 2 м влаштовують за допомогою тимчасової опалубки.

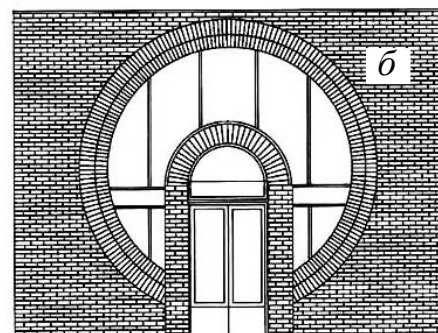


ли (рис. 4.45) викладають із звичайної лять вертикально відносно верхньої оподібні шви, товщина яких внизу мм, а вгорі – не більше за 25 мм.

зох боків прорізу, поперечними рядами по ю середини центрального каменю, який амковий ряд цегла має входити туго та Кількість рядів кладки перемички має

4.46) використовують для художнього вирішення фасадів будівель. Кладку аркових перемичок ведуть по опалубці відповідної форми за тією самою технологією, що й кладку лучкових перемичок, – від п'ят до замка.

а



a

б

Рис. 4.46. Аркові цегляні перемички:

a – в стіні над проїздом або проходом; *б* – над віконним прорізом у комбінації з самонесучою декоративною перемичкою дверного прорізу

Керамо-залізобетонні перемички – це комбіновані елементи, які складаються зі спеціальних керамічних виробів (цегли), об’єднаних в заводських умовах шарами цементно-піщаного розчину з армуванням стержнями (рис. 4.47). Такі перемички випускають розмірами, кратними розмірам цегли: завширшки 120 мм і заввишки, як товщина цеглини (65 або 88 мм) або як три ряди цегли (220 або 290 мм).

a

Рис. 4.47. Керамо-залізобетонні перемички:

a – заввишки як товщина цеглини;
б – заввишки, як три ряди цегли

б **нцеві верхні частини зовнішні**

ізів

(рис. 4.48, *a, б, в, г*) – для зовнішнього водовідведення з покриття будівель або **парапетів** (рис. 4.48, *д, е*) – переважно для внутрішнього водовідведення. Карнизи і парапети, призначені для захисту фасадних поверхонь стін від атмосферних опадів, завершують стіни, оформлюють перехід від стін до покриття, є важливими архітектурно-композиційними елементами будівель.

Карниз – горизонтальний профільний виступ верхньої частини стіни. В будівлях до п’ятих поверхів включно (за висоти карниза від планувальної відмітки землі до 18 м) влаштовують **зовнішнє організоване водовідведення** із застосуванням карнизних (настінних) жолобів або підвісних лотків, водостічних труб і стандартних деталей їх закріплення (рис. 4.48, *a, б, в*). В будівлях до двох поверхів включно (за висоти карниза до 7 м) допускається влаштування **зовнішнього неорганізованого**

і
(
і
і
і
і
і
і

за за площину стіни не менше, ніж на
єктують трьох типів: напуском рядів
зобетонних плит, звисанням елементів
із з рядової кладки влаштовують для
гуповим напуском цеглин у кожному
кни за умови, щоб загальний винос
перевищував половини товщини стіни

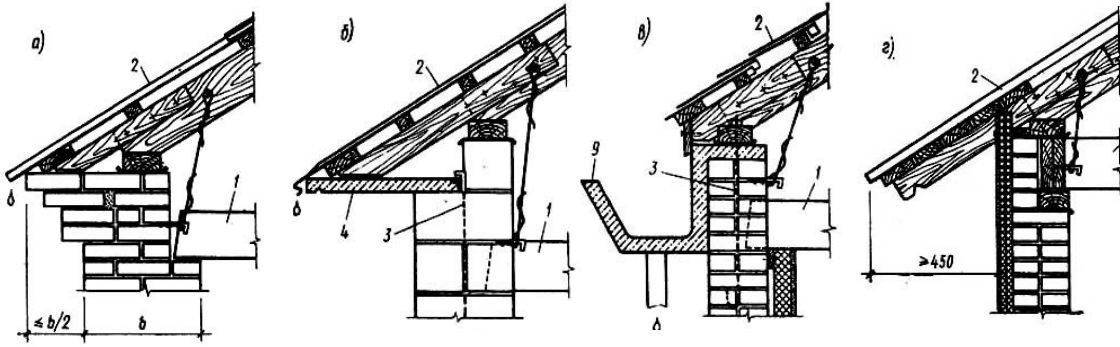


рис. 4.48, а). За потреби у влаштуванні карнизів з більшим виносом цегли, використовують збірні залізобетонні плити (рис. 4.48, б, в), організують звисання кобилки цегли (рис. 4.48, з) або звисання цегли в декілька рядів кладки і звисанням кобилки.

Парапети з цегли із суцільної кладки, піднесена над рівнем даху на не менше 450 мм (за меншого підвищення влаштовують звисання цегли). Зовнішню стіну в зоні парапету беруть зменшеною до однієї цеглини. Парапети проєктують двох типів: з влаштуванням стоку води від парапету до лійки внутрішнього водовідведення (рис. 4.48, е) або з водовідведенням з фасадних боків будівлі крізь спеціальні прорізи за допомогою лотків-скидів (рис. 4.48, д). Верхню площину кладки парапетів захищають від зволоження зливниками з оцинкованої сталі, металевих листів, захищених полімерними покриттями, або бетонними парапетними каменями.

300

1

600

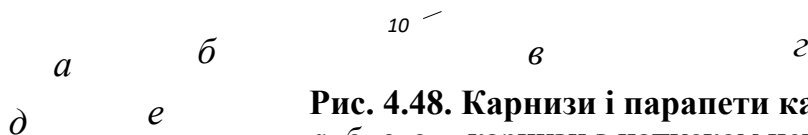


Рис. 4.48. Карнизи і парапети кам'яних стін:

а, б, в, з – карнизи з напуском цеглин, з карнизною і лотковою з. б. плитами, із звисанням покрівлі; д, е – парапети з водовідведенням крізь консольні лотки і до лійок; 1 – горищне перекриття; 2 – покрівля; 3 – сталевий анкер; 4 – з. б. карнизна плита; 5 – сталевий лист парапету; 6 – сталеві смуги, прибиті дюбелями; 7 – лоток водостоку; 8 – бетонний парапетний камінь; 9 – з. б. лоток; 10 – труба водовідведення

Пілястри – вузькі в будівель для композицій вхідних і балконних дверей. Пілястри з прямокутними і інших конфігурацій викор

Вертикальні деформаційні шви в мурованих кам'яних стінах розділяють стіни будівель вздовж та на всю висоту і допускають вільні переміщення у своїй площині (рис. 4.49).

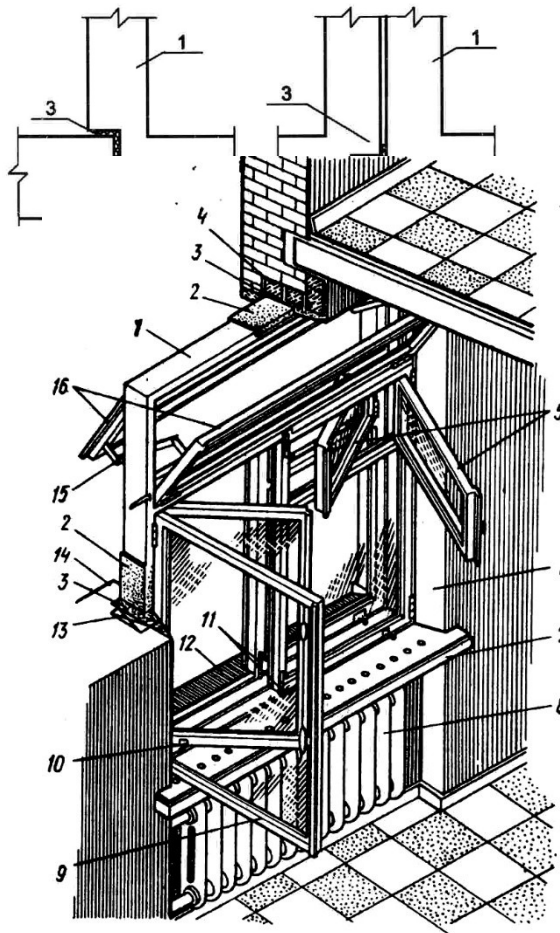


Рис. 4.50. Заповнення віконного прорізу в цегляній стіні:
 1 – віконна коробка; 2 – гідроізоляція віконної коробки; 3 – монтажна піна; 4 – залізобетонна перемичка; 5 – кватирка; 6 – віконний укiс; 7 – підвіконна дошка; 8 – опалювальний пристрій; 9 – стулка віконної рами; 10 – вітровий упор; 11 – шпінгалет; 12 – підвіконний зовнішній зливник; 13 – дерев'яна пробка в стіні для кріплення коробки; 14 – віконна чверть; 15 – штанга фрамуги; 16 – фрамуга

а *б*

Вертикальні деформаційні шви в стінах, спричинених температурними осадками ґрунтових основ. Для шви в зовнішніх стінах влаштовують прокладками з мінеральної вати, скловати тощо. З боку фасадів шви заповнюють пружними прокладками, наприклад, шнуром з вілатурму і опоряджують пружними нащільниками.

Рис. 4.49. Вертикальні деформаційні шви в мурованих стінах:

а – за одиночної поперечної стіни; *б* – за спарених поперечних стін; 1 – поперечна стіна; 2 – поздовжня зовнішня стіна; 3 – прокладка з утеплювача

4.5. Вікна і балконні двері

Вікна є елементами стінових конструкцій будівель, призначені для візуального зв'язку приміщень з навколишнім середовищем. Вікно являє собою проріз у стіні з косяками, віконний блок, гідроізоляцію від

гігроскопічної вологи стіни, систему ущільнення монтажних швів, підвіконну дошку, деталі зливу і личкування зазорів (рис. 4.50).

Балконні та терасні двері – це частково засклені, а частково заповнені дверним полотном конструкції в зовнішніх стінах, призначені для сполучення внутрішніх приміщень з балконами, лоджіями або терасами.

Традиційна конструкція заповнення віконного прорізу складається із стаціонарної контурної обв'язки – **коробки**, вставлених в неї засклених елементів – **стулок** і **підвіконної дошки**. Із зовнішнього боку вікна розміщується відлив, який перешкоджає проникненню води у простір між стулкою і коробкою (рис. 4.50). **Віконна рама** – елемент стулки, призначений для членування поля засклення, зміцнення або декоративного оформлення стулки. За площі прорізів понад 2 м² для достатньої жорсткості заповнення коробки доповнюють вертикальними, а іноді горизонтальними елементами – **імпостами**, або **середниками**. Коробку з навішеними на неї заскленими віконними стулками називають **віконним блоком**.

Розміри вікон визначають за вимогами забезпечення природної освітленості, економії експлуатаційних витрат на опалення будівель та архітектурної композиції фасадів. В Україні відношення площі вікон житлових кімнат і кухонь до площі підлог цих приміщень не повинно перевищувати 1:5,5. Мінімальне їх співвідношення повинно бути не меншим як 1:8. Зазвичай верхній край підвіконної дошки проєктують на висоті 800 мм від підлоги, а верхній край віконного прорізу – на 200 мм нижче від стелі для розміщення перемички, кріплення гардин або ролетних коробок.

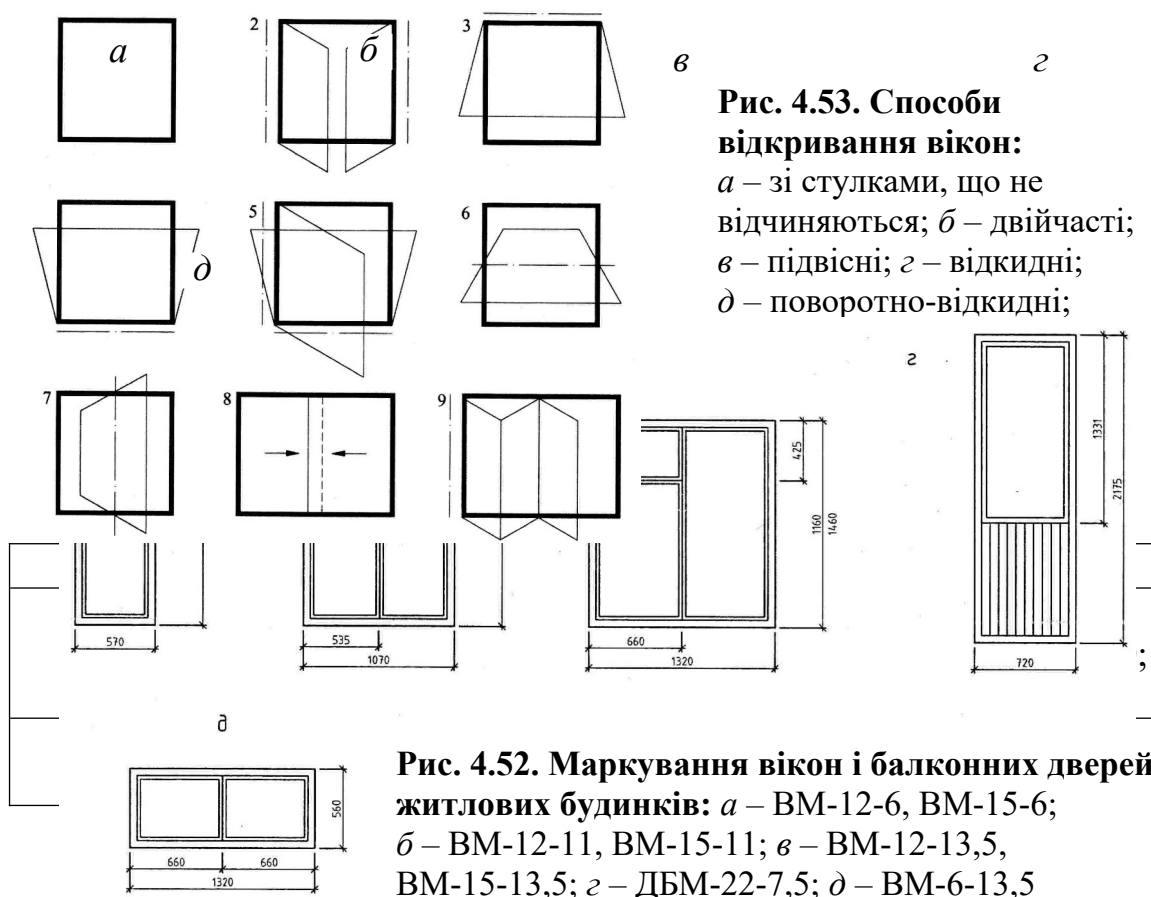
На основі чинного в Україні міждержавного стандарту розміри віконних і балконних дверних прорізів рекомендовано брати кратними будівельному модулю (як виняток – півмодуля) $M = 100$ мм: за шириною – 6M; 7,5M; 9M; 11M; 12M; 13,5M; 15M; 18M; 21M; 24M; 27M; за висотою – 6M; 9M; 12M; 13M; 15M; 18M; 21M; 22M; 24M; 28M.

Конструктивні розміри віконного заповнення мають бути меншими за прорізи для них відповідно на 40 мм за висотою і 30 мм за шириною для виконання робіт з його встановлення. На планах поверхів будівель маркують всі вікна і балконні двері (рис. 4.52).

ГЛОВИХ БУДИНКІВ
наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Рекомендовані розміри вікон і балконних дверей житлових будинків



За кількістю стулок вікна, залежно від їх розмірів, можуть бути: одно-, дво- і тристулковими. За способом відкривання (рис. 4.53) вікна поділяють на глухі – стулки не відчиняються; двійчасті – стулки повертаються навколо вертикальної осі; підвісні – стулки повертаються навколо горизонтальної осі; відкидні – стулки повертаються навколо горизонтальної середньої або нижньої осі; поворотно-відкидні – стулки повертаються навколо вертикальної та нижньої горизонтальної осей; розсувні – стулки переміщуються горизонтально; підйомні – стулки переміщуються у вертикальній площині; середньоповоротні – стулки

повертаються навколо середньої вертикальної або горизонтальної осі; із складчастими стулками.

За особливостями конструктивного виконання – з одинарною рамою, із спареними рамами, з роздільними рамами (рис. 4.54).

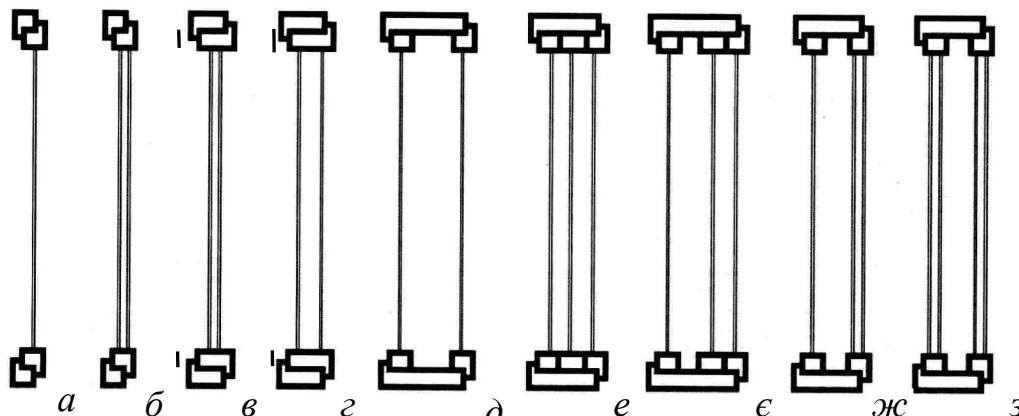


Рис. 4.54. Схеми вікон за конструкцією рам і застосуванням скла:

а – одинарна рама з листовим склом; б – те саме, зі склопакетом; в – спарена рама зі склопакетом; г – те саме, з подвійним листовим склом; д – роздільна рама з подвійним листовим склом; е – те саме, з потрійним листовим склом; є – роздільно-спарена рама з потрійним листовим склом; ж – роздільна рама з листовим склом і склопакетом; з – роздільна рама з двома склопакетами (я неопалюваних приміщень), з подвійним або багатошаровим застосуванням у вигляді склопакетів (рис. 4.54). За варіантом заповнення світлопрозорі частини виробу – з листовим склом, із склопакетами, з листовим склом і склопакетами. За напрямками відкривання стулок – всередину приміщень, назовні, двобічного відкривання, а також правого, лівого або симетричного відкривання. За конструкціями пристроїв для провітрювання та регулювання температурно-вологісного режиму приміщення – з кватирками, із стулками з відкидним або поворотно-відкидним регульованим відкриванням, з фрамугами, з клапанними стулками, з вентиляційними або кліматичними клапанами, із системами самовентиляції. За матеріалом елементів рам – дерев'яні, з алюмінієвих сплавів, сталеві, полівінілхлоридні (ПВХ), металопластові, комбіновані (дерев'яноалюмінієві, дерев'янополівінілхлоридні тощо).

Мінімально допустиме значення зведеного опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон, балконних дверей, вітражів тощо) будівель в Україні наведено в табл. 4.1.

Державними стандартами України передбачено такі конструктивні типи дерев'яних вікон і балконних дверей: з подвійним застосуванням роздільних віконних рам і дверних полотен (рис. 4.55, а); з подвійним застосуванням спарених віконних рам і дверних полотен (рис. 4.55, б); з

подвійно зашкеленими склопакетами, вмонтованими в одинарні віконні рами або дверні полотна (рис. 4.56, а); з потрійним зашкеленням роздільно-спарених віконних рам або дверних полотен (рис. 4.55, б, в); з потрійним зашкеленням склопакетом і склом роздільних віконних рам або дверних полотен (рис. 4.56, б). Конструктивні рішення дерев'яних вікон з роздільними рамами і зашкеленням склопакетами мають кращі тепло- та звукоізоляційні властивості порівняно з вікнами із спареними рамами і зашкеленням листовим склом.

Конструктивні рішення з устанавлення, кріплення та герметизації дерев'яних вікон і балконних дверей в стінах панельних і цегляних будівель наведено на рис. 4.57. Для надійної герметизації віконних коробок із зовнішніми стінами у бокових і верхніх одвірках віконних прорізів (з боку фасадів) влаштовують чверті розміром 65 x 120 мм. Нижню частину віконних прорізів обладнують з боку приміщення підвіконною дерев'яною дошкою або плитою, а з боку фасаду – металевим підвіконним зливом з оцинкованої сталі або сталі, захищеної полімерним покриттям, який влаштовують по шару цементно-піщаного розчину з похилом не менше $i = 5\%$.

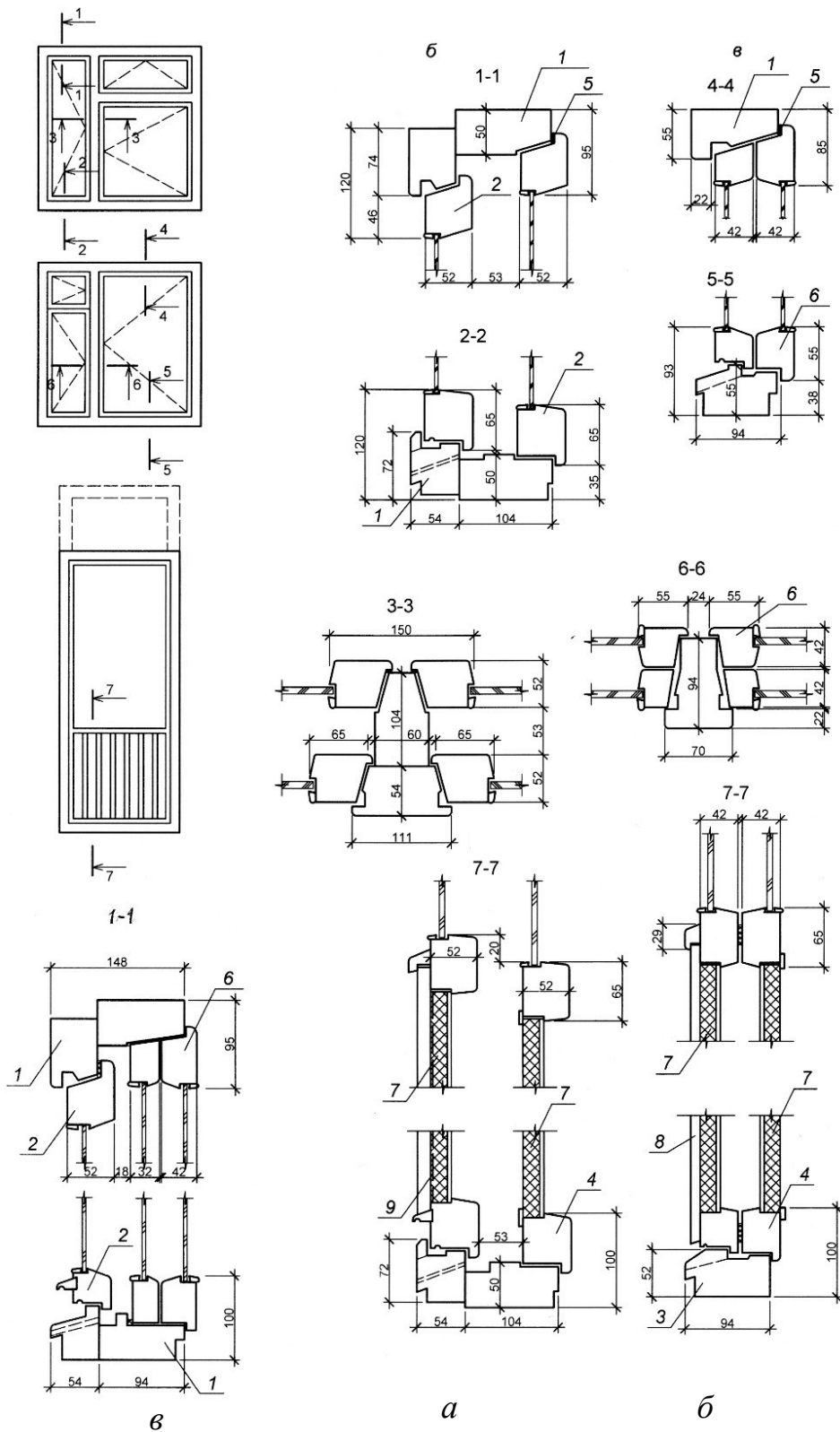


Рис. 4.55. Дерев'яні віконні та балконні дверні блоки:

а – з роздільними рамами; *б* – зі спареними рамами; *в* – з роздільно-спареними рамами з потрійним заскленням; 1 – коробка віконна; 2 – рама віконна; 3 – коробка дверна; 4 – рама балконних дверей; 5 – ущільнювальна прокладка; 6 – наплав рами; 7 – плита деревоволокниста; 8 – обшивка; 9 – гідроізоляційний прошарок

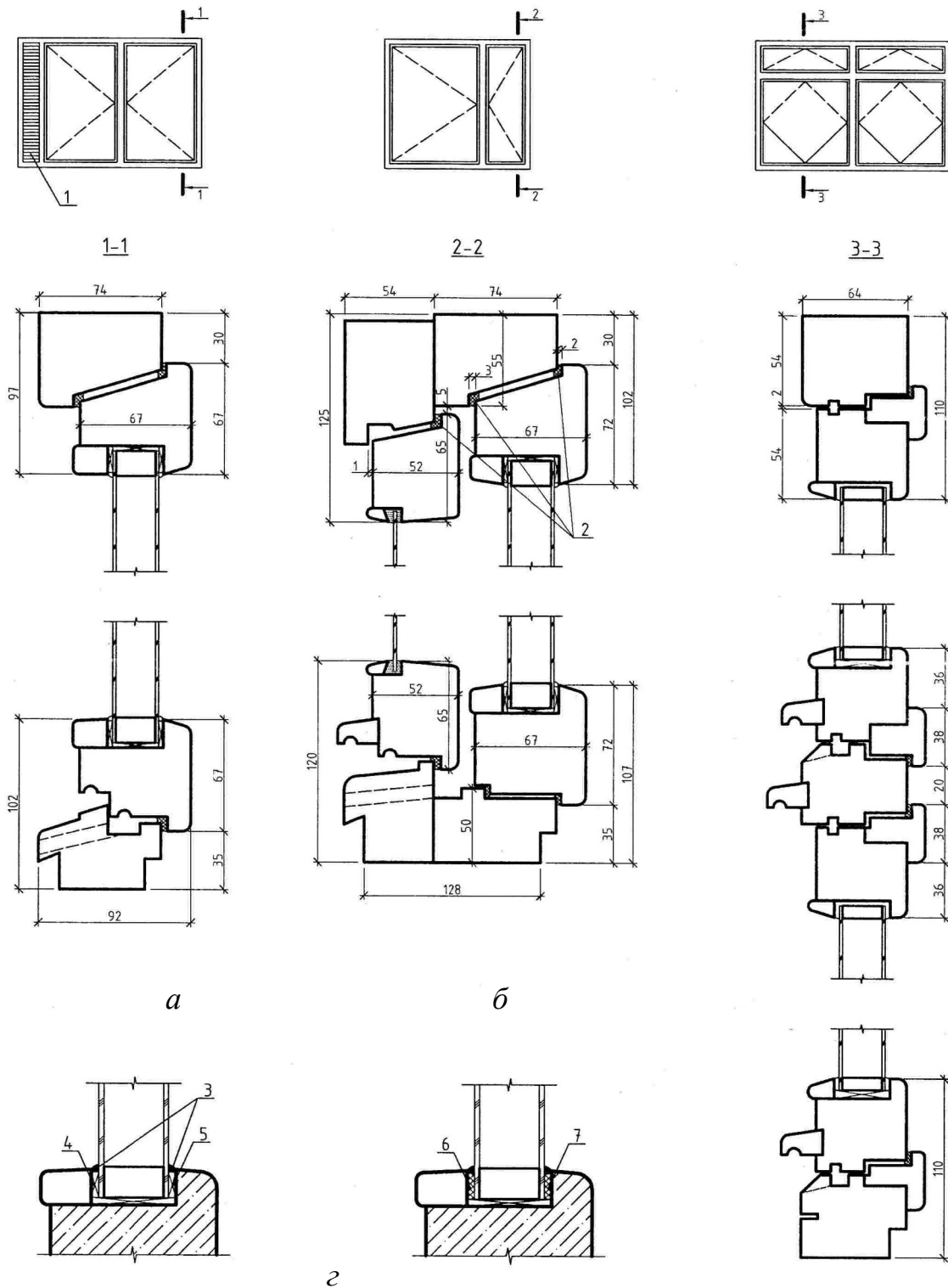


Рис. 4.56. Дерев'яні вікна зі склопакетами:

а – з аераційним клапаном; *б* – з двійчастими стулками; *в* – із середньопідвісними стулками; *г* – способи герметизації засклення вікна; 1 – аераційний клапан; 2 – ущільнювальна прокладка з пінополіуретану; 3 – герметизувальна мастика, що не твердне; 4 – фіксувальна прокладка; 5 – опорна прокладка; 6 – герметик; 7 – ущільнювальна прокладка з гуми

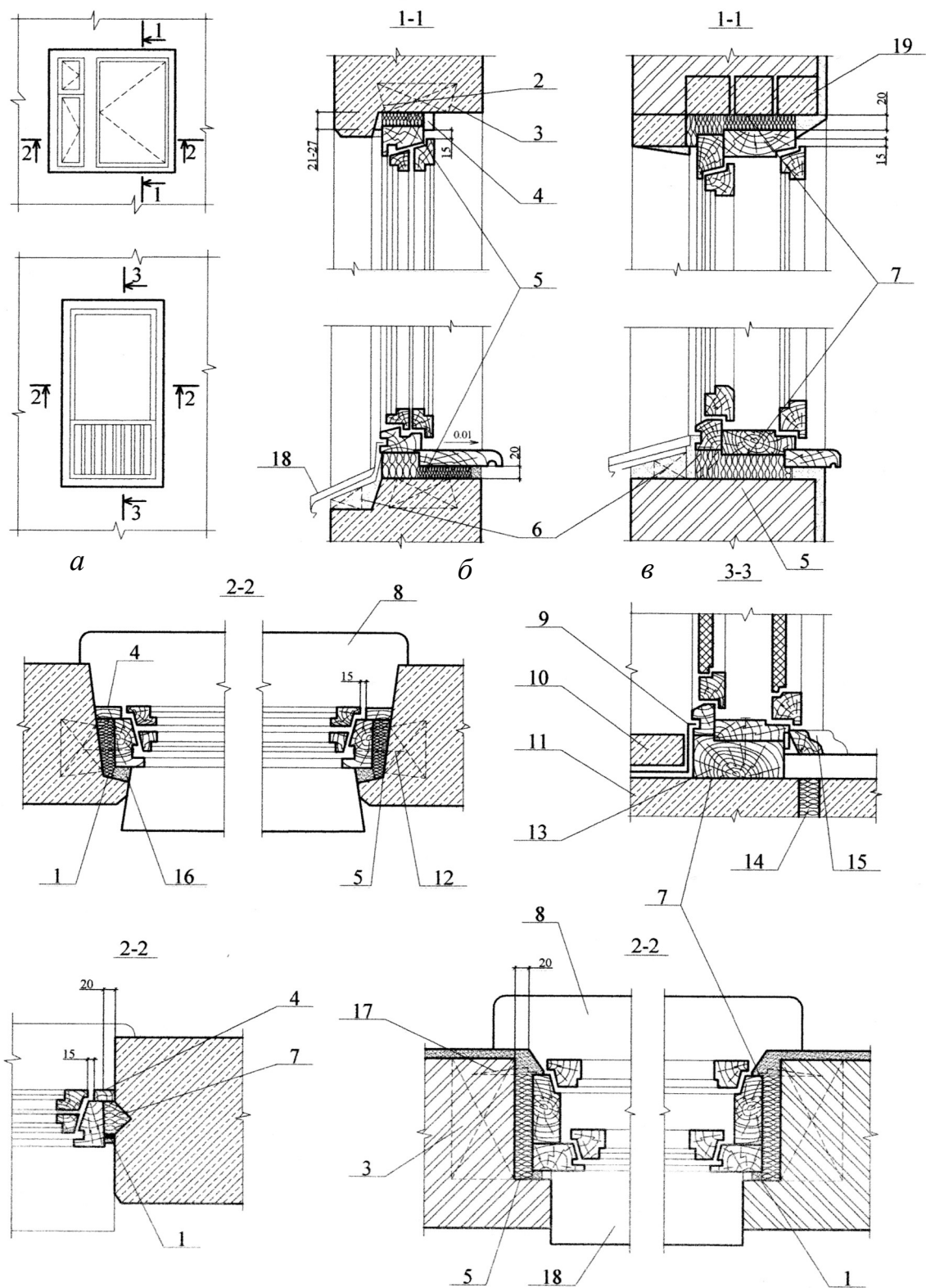


Рис. 4.57. Дерев'яні віконні та балконні дверні блоки:

а – зображення на фасадах; *б* – із спареними рамами в панельних стінах; *в* – з роздільними рамами в цегляних стінах; 1 – герметик; 2 – шуруп; 3 – антисептована дерев'яна пробка; 4 – наличник; 5 – монтажна піна; *б* – дерев'яна бобишка з кроком 60 мм; 7 – руберойд; 8 – підвіконна плита; 9 – металевий фартух; 10 – сходиць балкона; 11 – плита балкона; 12 – анкер; 13 – віконна коробка; 14 – утеплювач; 15 – плінтус; 16 – цементно-піщаний розчин; 17 – костьіль; 18 – злив з листа металопласту; 19 – брускова перемичка

В Україні широко використовують **вікна з ПВХ**, які називають металопластиковими. За своєю конструкцією ПВХ-вікна в загальних рисах подібні до дерев'яних, але для виготовлення окремих елементів використовують не суцільні дерев'яні бруски, а порожнисті багатокамерні пластикові профілі (рис. 4.58), які виготовляють методом екструзії.

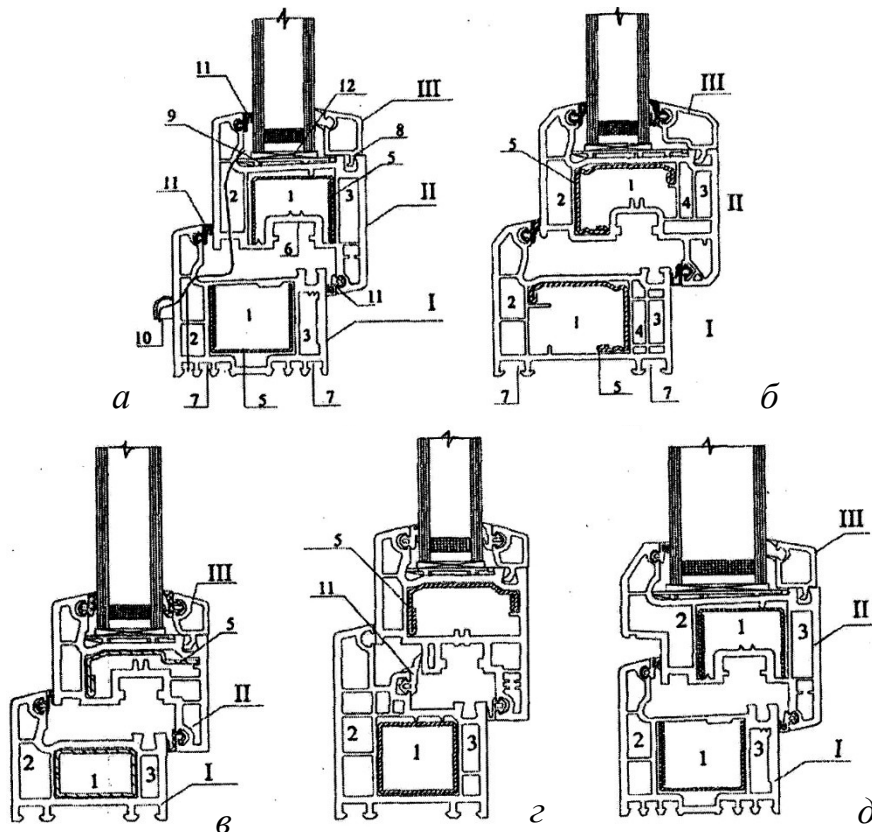


Рис. 4.58. Конструктивні рішення віконних профілів з ПВХ:

а, б – трикамерна і чотирикамерна коробки та стулки; *в* – трикамерна коробка і двокамерна стулка; *г* – комбінація коробки і стулки із середнім ущільненням; *д* – одноплщинна комбінація коробки і стулки; I – профіль рами; II – профіль стулки; III – штапик; 1 – основна камера; 2 – дренажна камера; 3 – камера для кріплення фурнітури; 4 – додаткова камера для збільшення термічного опору; 5 – армування; 6 – паз для кріплення фурнітури; 7 – пази для кріплення додаткових профілів; 8 – паз для кріплення штапика; 9 – нахилений фальц для відведення води; 10 – водовідвід; 11 – ущільнення; 12 – підкладка під склопакет

Найпоширенішими є профілі, які мають три камери (рис. 4.58, *а*) – основну, дренажну і камеру для кріплення фурнітури. Часто виробники пропонують різні варіації профілів, які різняться кількістю камер, що дає проєктувальнику можливість більш гнучко враховувати конкретні кліматичні та інші вимоги. Профілі можуть бути доповнені додатковими камерами для збільшення їх термічного опору (рис. 4.58, *б*), одна з камер

може використовуватися для більшого армування (рис. 4.58, *в*) та для сприйняття профілем підвищених статичних навантажень. Рама і стулка можуть мати зовнішні поверхні в одній площині або зміщені відносно одна одної. Конструкції з розміщенням рам і стулок в одному рівні називаються **одноплосинними** (рис. 4.58, *д*). В них завдяки цьому можливі додаткові камери – **передкамери**, що дає змогу установлювати скло більшої товщини. **Основна камера** потрібна для розміщення підсилювальної вкладки (в подальшому – армування). Переріз підсилювальної вкладки і товщину стінок визначають на підставі розрахунку профілю на дію вітрових навантажень, а також зважаючи на ймовірність температурних деформацій. Вкладки армування виготовляють з оцинкованої сталі, іноді з алюмінію для запобігання надлишковим прогинам профілів внаслідок низького значення модуля пружності ПВХ.

Установлення металопластикового вікна в конструкції тришарової цегляної стіни наведено на рис. 4.59.

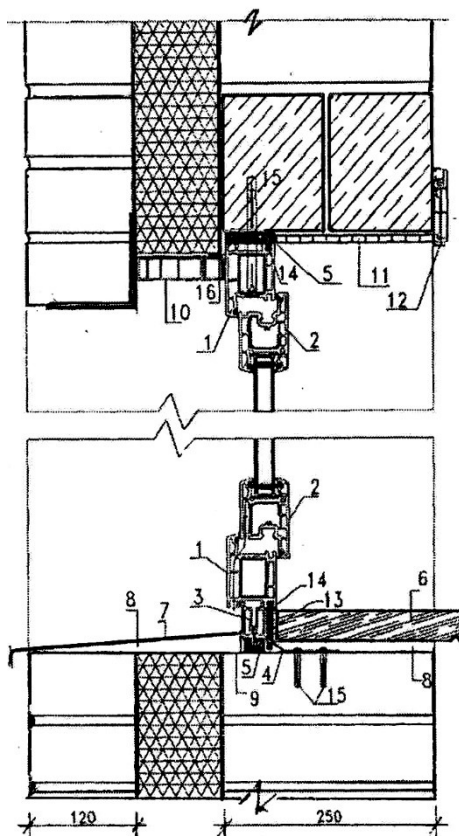


Рис. 4.59. Установлення металопластикового вікна в конструкції тришарової цегляної стіни з ефективним утеплювачем:

1 – віконна коробка; 2 – стулка;
 3 – опорний профіль; 4 – відведення води з профілів; 5 – попередньо стиснута ущільнювальна стрічка; 6 – підвіконна дошка; 7 – віконний злив; 8 – цементно-піщаний розчин; 9 – додатковий захист утеплювача від зволоження ущільнювальною стрічкою з фольги; 10, 11 і 12 – личкувальні профілі; 13 – монтажна піна; 14 – герметик; 15 – кріплення анкерами; 16 – монтажна пластина

Лекція 5

Перекриття, підлоги та сходи будівель

5.1. Перекриття. Загальні відомості

Перекриття – основні горизонтальні конструктивні елементи будівлі, що розділяють її за висотою на рівні (поверхи) і виконують несучі функції. Конструкції перекриттів утворюють горизонтальні жорсткі диски (діафрагми), об'єднують вертикальні несучі конструкції будівель для їх сумісної роботи (рис. 5.1).

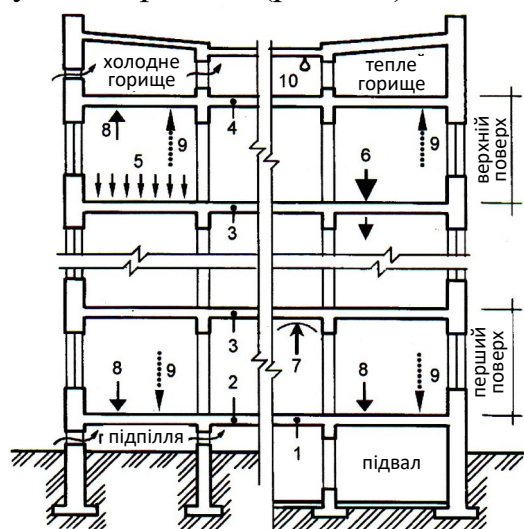


Рис. 5.1. Види перекриттів і впливи на них: 1 – надпідвальне; 2 – цокольне; 3 – міжповерхове; 4 – горищне; 5 – силове навантаження; 6 – ударний шум; 7 – повітряний шум; 8 – тепловий потік; 9 – дифузія водяної пари; 10 – капання з покриття

Розрахункові впливи на перекриття: силові – маса конструктивних елементів перекриттів, підлог і перегородок та тимчасові навантаження від обладнання і меблів; несилкові – внутрішній шум, різниця температур (для підвальних і горищних перекриттів), вода (для приміщень з вологими режимами), водяна пара (для підвальних і горищних перекриттів).

Силові впливи спричиняють напружений стан і деформації елементів перекриття, які проявляються у прогинах. Несилкові впливи зумовлюють потреби в наданні перекриттям відповідних теплотехнічних, акустичних, гідроізоляційних, вогнезахисних та інших властивостей.

Класифікація перекриттів

За розміщенням у будівлі та експлуатаційним призначенням перекриття поділяють на **надпідвальні**, які відділяють перший поверх від підвалу; **цокольні**, що відділяють перший поверх від підпілля або наскрізного поверху (над проїздами); **міжповерхові**, які розділяють поверхи за висотою; **горищні**, що відділяють верхні поверхи від горища.

Перекриття складаються з несучих конструктивних елементів, огорожувальної частини, стелі та підлоги. За матеріалом основних елементів перекриття можуть бути **дерев'яними, залізобетонними, сталезалізобетонними і сталебетонними**. За способом зведення –

збірними, збірно-монолітними, монолітними. Збірні перекриття за розмірами будівельних виробів виконують з **дрібнорозмірних елементів** (переважно в малоповерховому будівництві); з **великорозмірних елементів** (для багатоповерхових будівель).

За конструктивним рішенням перекриття поділяють на: **балкові**, що складаються з несучої частини (дерев'яних, сталевих або залізобетонних балок) і заповнення, або настилу; **плитні** (безбалкові), які складаються з однорідних елементів – плит. За теплотехнічними характеристиками перекриття поділяють на **утеплені** (надпідвальні, цокольні, горищні) та **неутеплені** (міжповерхові). За способом досягнення достатньої звукоізоляції в приміщеннях будівель перекриття поділяють на **акустично однорідні** та **акустично неоднорідні**.

Вимоги до перекриттів

Перекриття повинні бути **міцними** – витримувати навантаження, які впливають на них. Експлуатаційні властивості перекриттів визначають їх **жорсткість**, яку оцінюють за відносним прогинанням – відношенням абсолютного прогинання до величини прогону. Прогинання елементів перекриттів (балок, прогонів, плит, настилів) обмежується естетично-психологічними вимогами і не повинне перевищувати таких величин: за прогонів 3 м – 1/50 частина прогону; 6 м – 1/200; 12...24 м – 1/250.

Противожежні вимоги до перекриттів мають бути відповідні ступеням вогнестійкості будівель (табл. 2.1). За вимогами *ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»* [9] **межа вогнестійкості** міжповерхових, надпідвальних і горищних перекриттів для будівель I ступеня вогнестійкості повинна бути не меншою за REI 60; для II, III і IIIб – REI 45; для IIIа, IV і IVа – REI 15; для V – не нормують.

Теплозахисні вимоги висувають до перекриттів, які відокремлюють приміщення будівель від неопалюваних просторів (горищних, цокольних, надпідвальних). Вимоги **звукоізоляції** до перекриттів висувають для захисту приміщень будівель від ударного і повітряного шуму. Конструктивні рішення перекриттів повинні бути економічними, технологічними та **індустріальними**.

Залежно від функціонального призначення приміщень до перекриттів можуть бути **спеціальні вимоги: водонепроникності** – для перекриттів у санітарних вузлах, душових, банях, пральних; **негорючості** – в пожежонебезпечних приміщеннях; **газонепроникності** – за розміщення в нижніх поверхах приміщень, які виділяють гази тощо. Для дотримання поставлених вимог у більшості випадків проєктують багатошарові

конструкції перекриттів. Від складу, структури і товщини окремих шарів залежать функціональні властивості та висота перекриття.

У загальному вигляді перекриття має три функціональних шари (рис. 5.2): несуча конструкція, яка зазвичай складається з плит і балок перекриття; підлога з настилом, яка ізолює і розподіляє навантаження шарами; стеля, що є підвісною або підшивною конструкцією нижньої площини перекриття.

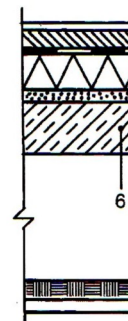
Рис. 5.2. Склад перекриття у загальному вигляді:

- 1 – покриття підлоги; 2 – стяжка;
- 3 – ізоляція (гідро-, паро-);
- 4 – утеплювач; 5 – вирівнювальний шар; 6 – плита; 7 – балка;
- 8 – повітряний прошарок; 9 – прокладка; 10 – опорядження

5.2. Дерев'яні перекриття

Дерев'яні перекриття проєктують для будівель з дерев'яними стінами або дерев'яним каркасом і малоповерхових будівель з кам'яними стінами.

Для дерев'яних перекриттів характерною є **балкова конструктивна схема**, основу якої становлять балки з прогоном, меншим за 6 м (рис. 5.3).



сходи

Рис. 5.3. План розміщення дерев'яних балок перекриття

Дерев'яні перекриття складаються з несучої конструкції та огорожувального заповнення, що дає змогу раціонально використовувати деревину з високими механічними властивостями для несучої частини та матеріали з високими акустичними і теплотехнічними показниками для заповнення. Балки виконують переважно з лісоматеріалів хвойних порід (сосни, ялини, піхти, модрина) у вигляді колод, брусів або дощок. Залежно від виду деревини (цільної або клеєної) та кількості прибитих черепних брусків балки поділяють на типи (рис. 5.4): БЦО – балка з цільної деревини без черепних брусків; БЦ1 – балка з цільної деревини з одним черепним бруском; БЦ2 – балка з цільної деревини з двома черепними брусками; БК0 – балка з клеєної деревини без черепних брусків; БК1 – балка з клеєної деревини з одним черепним бруском; БК2 – балка з клеєної деревини з двома черепними брусками. Для кріплення черепних брусків розміром 50х40 мм використовують будівельні цвяхи кожні 200 мм.

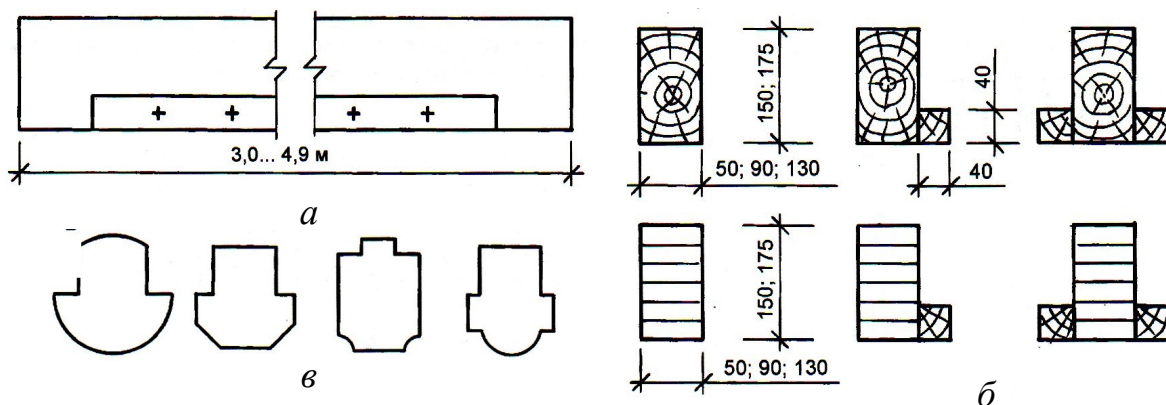


Рис. 5.4. Дерев'яні балки перекриттів:

а – загальний вигляд балки; *б* – перерізи балок із цільної та клеєної деревини; *в* – можливі перерізи балок

Переріз балок (табл. 5.1) призначають залежно від величини прогону, відстані між балками, навантаження на 1 м^2 перекриття. Для призначення розмірів балок виходять з міркувань, що їх висота повинна становити $1/16 \dots 1/20$ прогону, а ширина – $1/2 \dots 1/3$ висоти. Оптимальні розміри прогонів для дерев'яних балкових перекриттів – $3000 \dots 4500$ мм. За прогонів понад 4500 мм перерізи балок збільшують.

Відстані між дерев'яними балками беруть 500 мм, якщо по балках безпосередньо настиляють дошки підлоги і збільшують до 1000 мм, якщо по балках укладають лаги, на які настиляють дошки підлоги. Кінці дерев'яних балок, які спирають на кам'яні або бетонні стіни, обмотують гідроізоляційним рулонним матеріалом (не закриваючи торців), а простір ніші навколо балки заповнюють ефективним утеплювачем. Довжина опорних кінців дерев'яних балок повинна бути не меншою за 120 мм.

Мінімальні перерізи дерев'яних прямокутних балок, мм

Величин а прогону, мм	Відстань між балками, мм					
	500			1000		
	Розподілене загальне навантаження, кПа					
	1,5	2,5	3,3	1,5	2,5	3,5
3000	50x120	50x140	50x160	100x120	100x140	100x160
3500	50x140	50x160	50x180	100x140	100x160	100x180
4000	50x160	50x180	100x170	100x160	100x190	100x210
4500	50x180	100x17 0	100x190	100x180	100x210	100x230
5000	100x160	100x19 0	100x210	100x200	100x230	100x260
5500	100x220	160x22 0	160x240	100x230	100x260	100x280

Основні варіанти спирання дерев'яних балок на зовнішні та внутрішні стіни зображено на рис. 5.5 і 5.6.

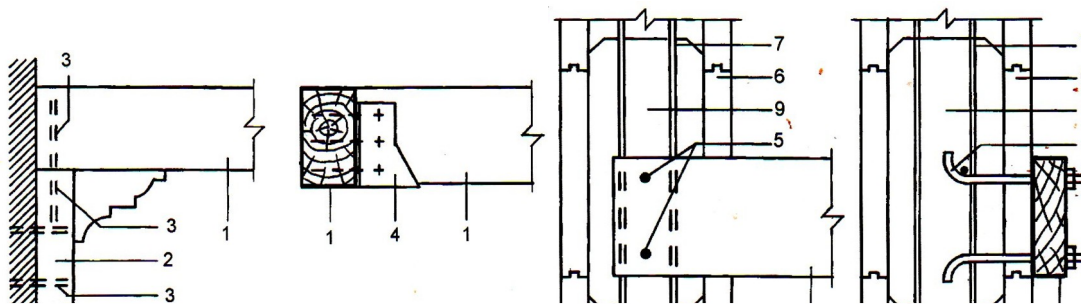


Рис. 5.5 Спирання дерев'яних балок перекриттів на зовнішні стіни:

a – за допомогою прибоїв, *б* – на дерев'яну балку за допомогою сталеві фасонки; *в*, *г* – на збірно-монолітні стіни; *1* – балка; *2* – дерев'яний опорний прибій; *3* – вклеєний склопластовий стержень; *4* – сталеві фасонні деталі; *5* – анкерний стержень; *6* – полістирольний опалубний блок; *7*, *8* – вертикальна та горизонтальна арматура; *9* – монолітний бетон

б

в

г

a

Дерев'яні конструкції перекриття в приміщеннях піддаються вологістю (ванни, туалети, душові) захищають від зволоження: чисту підлогу проєктують водонепроникною з плитки; під покриттям укладають шар водоізоляційного килима з рулонних матеріалів; забезпечують провітрювання конструкції припливно-витяжною вентиляцією. Для дотримання вимог щодо звукоізоляції в дерев'яних перекриттях ущільнюють шви між елементами настилів і підшивок спаюванням у шпунт чи чверть або укладають у два шари. Для запобігання резонансних коливань від ударних навантажень підлоги влаштовують з дощок завтовшки понад 34 мм, вводять шари звукопоглинальних матеріалів з мінераловатних або м'яких деревоволокнистих плит і пінополіетиленові прокладки

	ЦОІ	ГЬ
1	ККИ	ИИ
2	та	4]
3	ЦЦІ	ГО
Г		

a

д

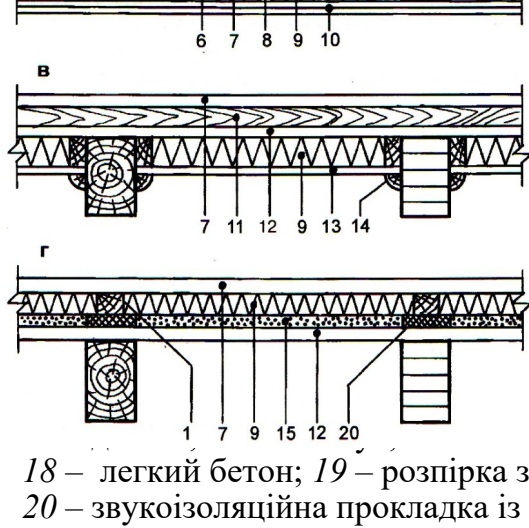
б

Рис. 5.6. З'єднання дерев'яних балок перекриттів для спирання на
виступі стіни за допомогою: *a* – бокових сталевих накладок; *б, в* –
міжповерхові з прихованими і з
частково

в

є

Рис. 5.6. З'єднання дерев'яних балок перекриттів для спирання на
виступі стіни за допомогою: *a* – бокових сталевих накладок; *б* – скоби;
***в* – верхньої сталевої пластини; *г* – бокових цвяхових плит**



ками; *д* – міжповерхові в приміщеннях з гоюві з високими акустичними властивостями; ірозахисна плівка; 3 – пароізоляція; і – фанера; 7, 12 – ДСП; 8 – повітряний іпсоволокнисті листи; 11 – лаги; к; 16 – керамічні кахлі; 17 – стяжка; 18 – легкий бетон; 19 – розпірка з дощок 50x20 мм кожен 1,2 м; 20 – звукоізоляційна прокладка із спіненого поліетилену

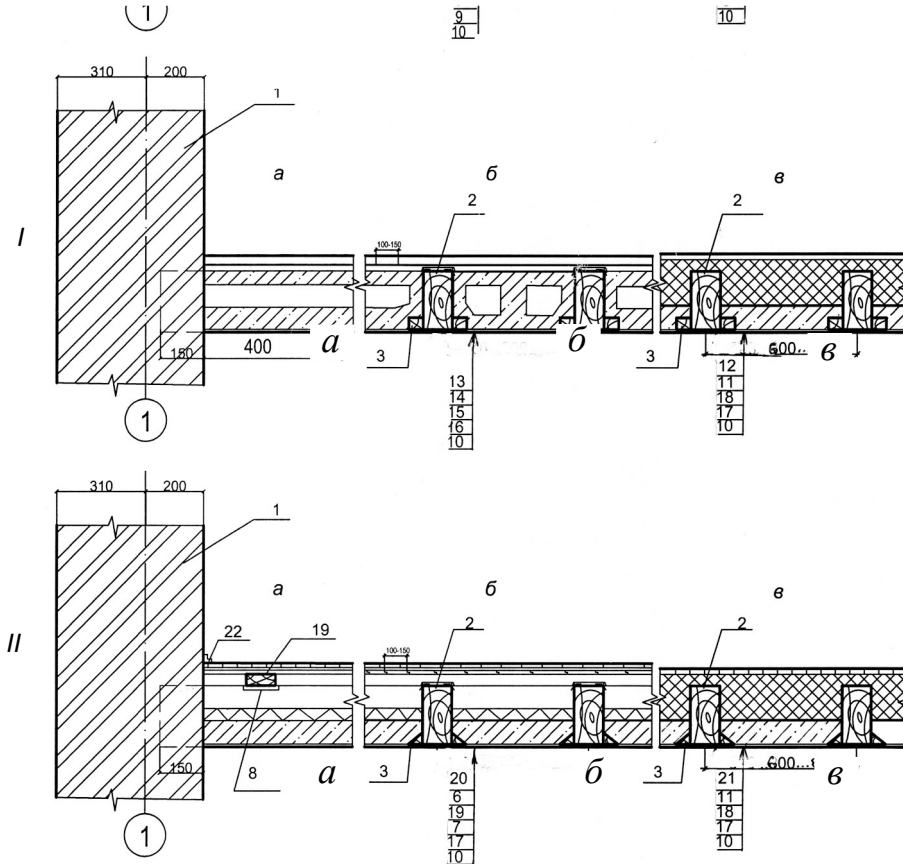


Рис. 5.8. Переkritтя по дерев'яних балках:

I – із заповненням простору між балками дерев'яними щитами; *II* – те саме, залізобетонними порожнистими вкладками; *III* – те саме, гіпсобетонними плитами; *а* – спирання балок на несучі стіни; *б* – міжповерхові; *в* – горищні; *и* цегляна стіна; 2 – дерев'яна балка; 3 – черепний брусок; 4 – лага; 5 – покриття підлоги; 6 – дошки підлоги, 47-34 мм; 7 – звукоізоляційні плити, 30 мм; 8 – пружна прокладка; 9 – шитовий накат; 10 – штукатурка, 10 мм; 11 – утеплювач, 12 – цем.-піщана стяжка, 15 мм; 13 – керамічна плитка, 30 мм; 14 – плівка гідроізоляційна; 15 – цем.-піщана стяжка, 30 мм; 16 – з. б. порожниста вкладка, 200 мм; 17 – гіпсобетонна плита, 80 мм; 18 – пароізоляція; 19 – лага; 20 – паркет; 21 – ходові дошки; 22 – плінтус

Найпростіша конструкція перекриття складається з дерев'яних балок, черпних брусків, шарів гідро-, звуко-, тепло- і пароізоляції, дощового підлога (рис. 5.9).

елементів (рис. 5.10).

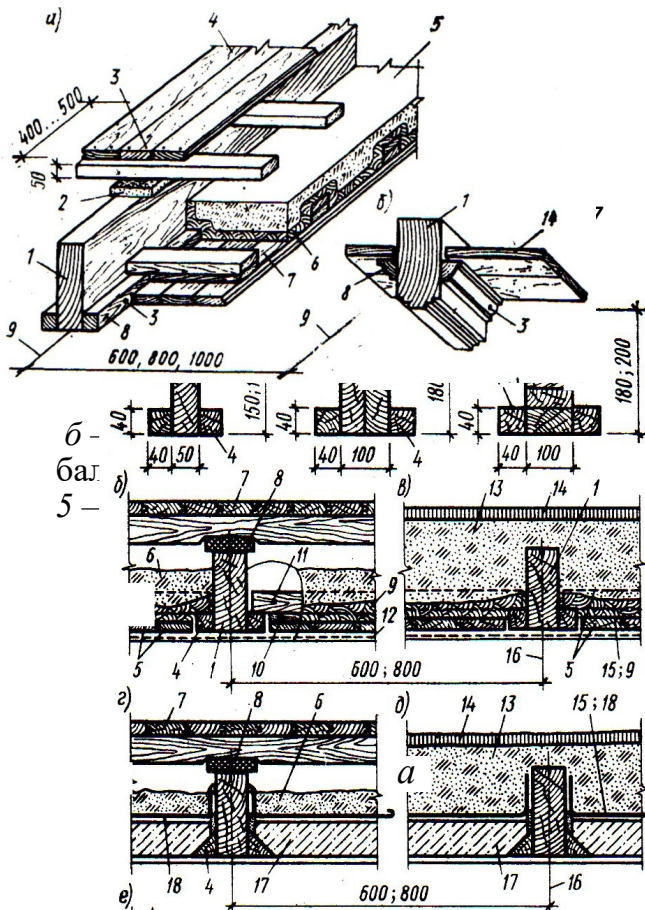


Рис. 5.9. Схеми конструктивних рішень перекриттів з дерев'яними балками: *a* – з квадратними черпними брусками;

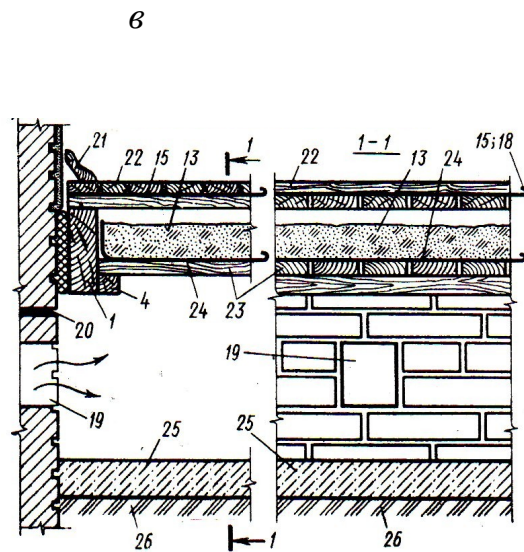


Рис. 5.10. Перекриття по дерев'яних балках: *a* – перерізи балок; *б, в* – міжповерхові; *г, д* – горищні; *е* – над підпіллям; 1, 2, 3 – балки (брускова одинарна, складена з двох брусів, склеєна);

4 – черпний брусок; 5 – щитовий накат; 6 – звукоізоляція; 7 – дощата підлога по лагах; 8 – пружна прокладка; 9 – гідроізоляція; 10, 11 – підкладка під поперечну планку; 12 – штукатурка по дранці; 13 – утеплювач; 14 – стяжка; 15, 24 – пароізоляція; 16 – вісь балки; 17 – накат з легкобетонної плити; 18, 20 – гідроізоляція; 19 – продух; 21 – плінтус; 22, 23 – дошки підлоги і настилу; 25, 25 – шар бетону по щебеню

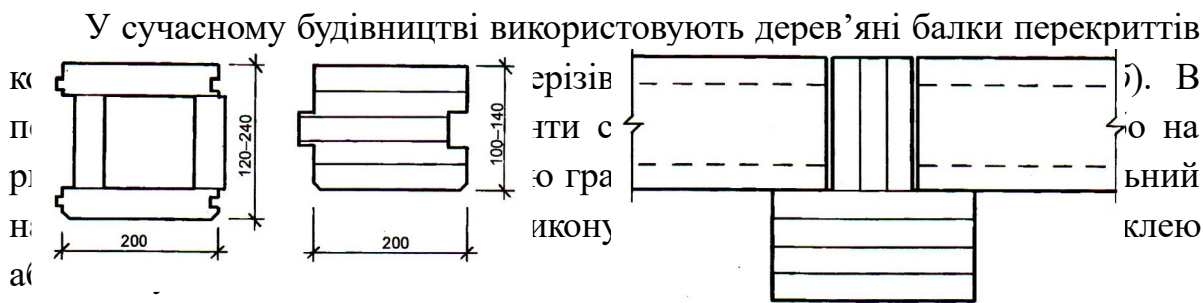


Рис. 5.11. Балкові дерев'яні клесні елементи перекриттів:
a – коробчастого перерізу; *б* – суцільного перерізу; *в* – спирання на головну балку або ригель

a *б* *в*

У каркасних і панельних дерев'яних будівлях для перекриттів використовують дерев'яні збіжні плити заводського виготовлення, які мають

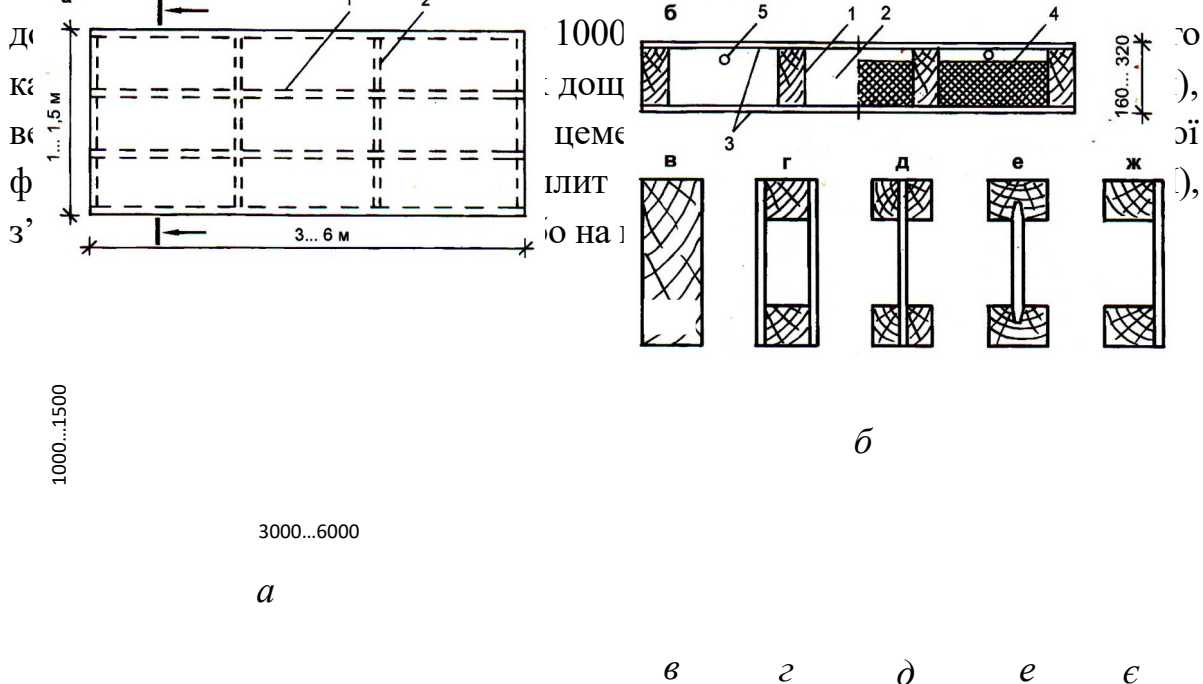


Рис. 5.12. Дерев'яні плити перекриттів:
a – план; *б* – поперечний переріз неутеплених і утеплених плит;
в – прямокутне суцільне; *г* – коробчасте; *д*, *е* – двотаврове; *ж* – швелерне;
1 – поздовжнє ребро; *2* – поперечне ребро; *3* – обшивка; *4* – утеплювач;
5 – вентиляційний проріз

Елементами каркаса плит перекриттів можуть бути комбіновані балки з поличками з брусків цільної деревини і стінками з фанери або ДВП (рис. 5.12, *в*), коробчасті (рис. 5.12, *г*); двотаврові з накладними поясами (рис.

5.12, д); двотаврові з клиноподібним з'єднанням поясів (рис. 5.12, е); швелерні (рис. 5.12, є). Висота балок становить 144...300 мм, а товщина стінок – 8...12 мм. Дерев'яні плити спирають на основні несучі конструкції (стіни, балки) з шириною опорних площадок, не меншою за 55 мм. Плити кріплять до опор і з'єднують між собою цвяхами або шурупами для сумісної роботи.

5.3. Переkritтя по залізобетонних і сталевих балках

У малоповерхових будівлях переkritтя виконують з дрібнорозмірних елементів з несучими залізобетонними або сталевими балками, конструктивні рішення яких аналогічні з переkritтями по дерев'яних балках (рис. 5.13 і 5.14). По несучих балках укладають додаткові розподільчі лаги з кроком 600 мм.

Залізобетонні балки беруть завдовжки до 6300 мм. Перерізи залізобетонних балок беруть тавровими з полицками внизу для спирання

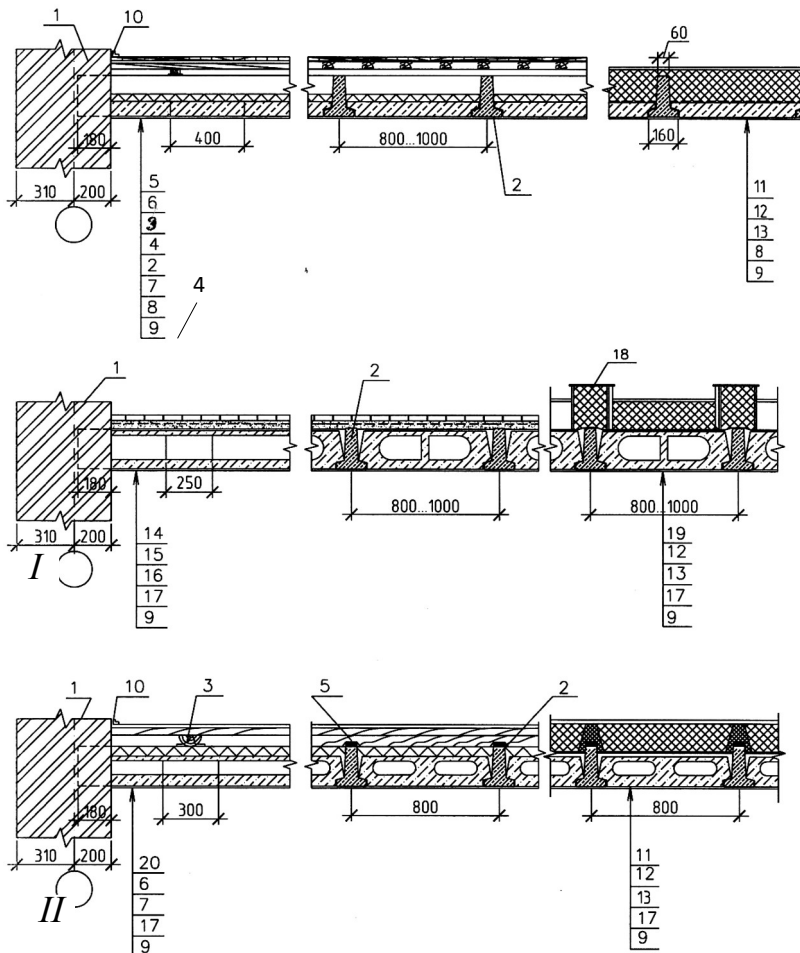


Рис. 5.13.
Переkritтя по залізобетонних балках: I, II, III – із заповненнями

1 – цегляна стіна; 2 – з. б. балка; 3 – лага; 4 – пружна дерев'яними щитами, 5 – дошки підлоги; 6 – звукоізоляційні плити; 7 – ле. з. б. порожнистими вкладками, 8 – гіпсобетонними плитками; 9 – штукатурка; 10 – плінтус; 11, 16 – цем.-піщана с. вкладки, 12 – гіпсобетонні плити; 13 – пароізоляція; 14 – керамічна плитка; 15 – рулон гіпсобетонних плиток; 17 – пустотний бетонний вкладиш; 18 – дерев'яний дошки; 19 – амініт; 20 – амініт

а – спирання балок на стіни; б – міжповерхові; в – горищні;

вкладок настилу. Розміри балок: ширина в нижній частині 160 мм, у верхній – 80 мм, а висота за $l = 3000...4200$ мм – $h = 220$ мм; за $l = 4500...5400$ мм – $h = 240$ мм; за $l = 5400...5700$ мм – $h = 260$ мм; за $l = 5700...6300$ мм – $h = 280$ мм. Глибина спирання залізобетонних балок на стіни – 150...180 мм (рис. 5.13).

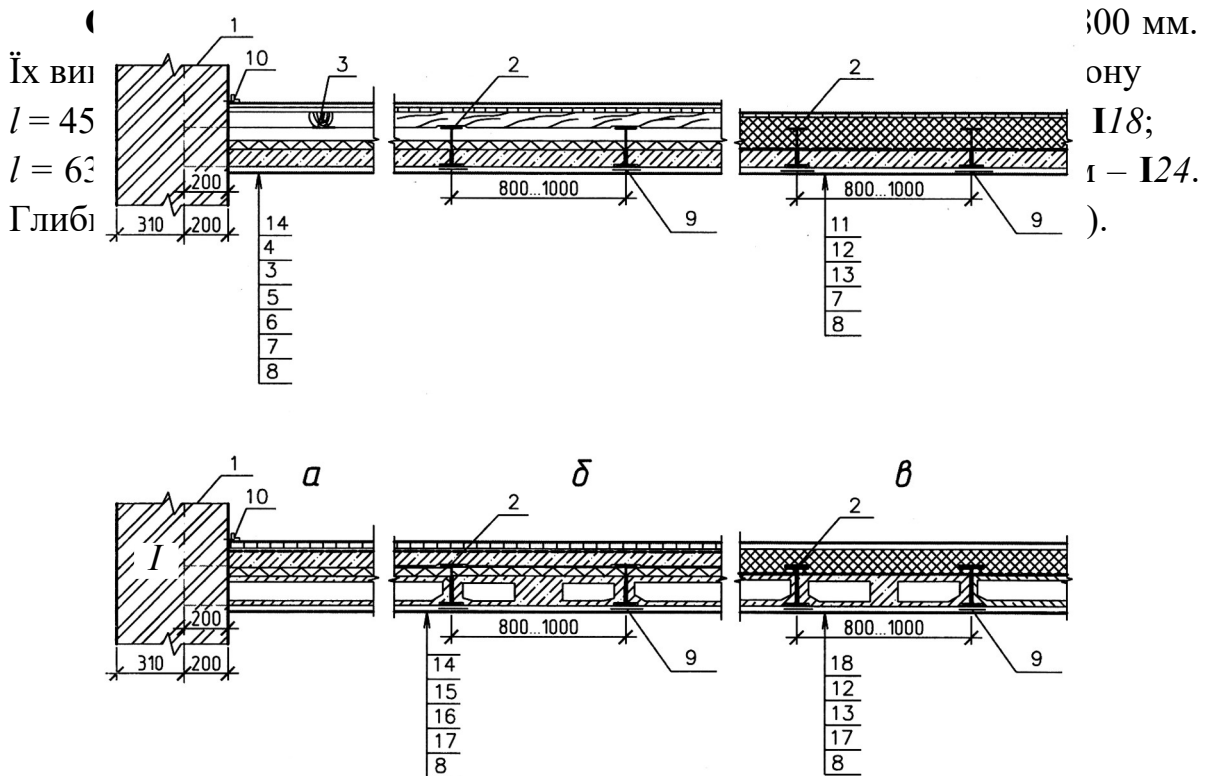


Рис. 5.14. Перекриття по сталевих балках:

I, II – із заповненням простору між балками гіпсобетонними плитами, з б. порожнистими вкладишами; *а* – спирання балок на стіни; *б* – міжповерхові; *в* – горищні; *1* – цегляна стіна; *2* – сталева балка; *3* – *II* а; *4* – дошки підлоги; *5* – пружна прокладка; *6* – з *в* ізоляційні плити; *7* – легка бетонна вкладка, *8* – штукатурка; *9* – металева сітка; *10* – плінтус; *11* – ходові дошки; *12* – утеплювач; *13* – пароізоляція; *14* – ламінат, в санітарних вузлах керамічна плитка; *15* – рулонна гідроізоляція; *16, 18* – цем.-піщана стяжка; *17* – пустотна бетонна вкладка

Залізобетонні та сталеві балки спирають на стіни з кроком 800...1000 мм і закріплюють сталевими анкерами до зовнішніх стін та між собою для просторової жорсткості будівлі. Між балками найчастіше укладають гіпсові та

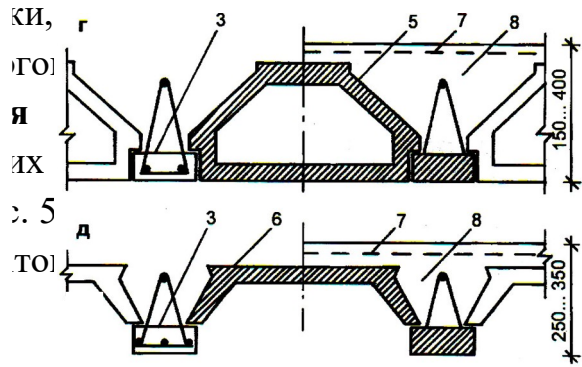
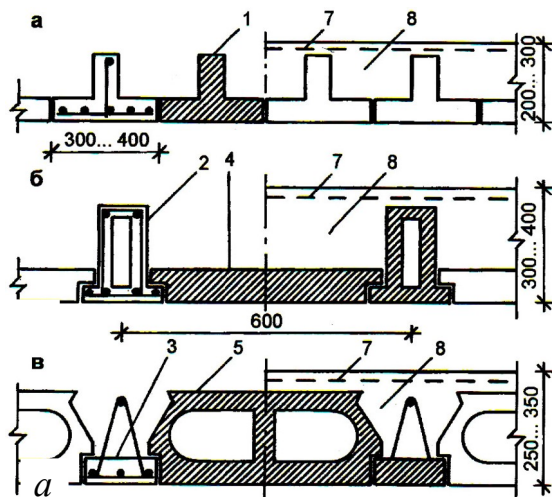
легкобетонні накати з плит або пустотілі вкладки висотою, однаковою з висотою балок або меншою. На несучі сталеві та залізобетонні балки

Найменування і марка елемента	Ескіз	Найменування і марка елемента	Ескіз
1	2	3	4
Бетонні порожнисті блоки		Комірчасто-бетонні блоки	
Бетонні плоскі плити		Керамічні камені	
Бетонні блоки		Порожнистий блок для перекриття TERIVA - 6,0 TERIVA - 8,0	
Порожнистий блок для перекриття TERIVA - 4.0/1			

Вид конструкції і ескіз	Марка	Розміри			Вага, кг	Розрахункове навантаження, кН/м ²
		L	B	h		
Плити накату гіпсобетонні або легкобетонні						
	H-1	510	395	90	23,0	Не нормується
	H-2	710	395	90	33,4	
	H-3	910	395	90	34,3	
	H-4	510	395	90	18,4	
	H-5	710	395	90	28,0	
	H-6	910	395	90	34,5	5500
	H-7	510	395	90	24,0	5500
	H-8	710	395	90	34,5	5500
	H-9	910	395	90	45,0	5500
Легкобетонні двопустотні камені-вкладиші						
	B-1	510	195	250	21	8500
	B-2	710	195	250	25	8500
	B-3	510	195	320	22	8500
	B-4	710	195	320	27	8500

5.4. Збірно-монолітні перекриття

Головною особливістю збірно-монолітних перекриттів є використання в них збірних елементів (балок, плит, блоків заповнення), які

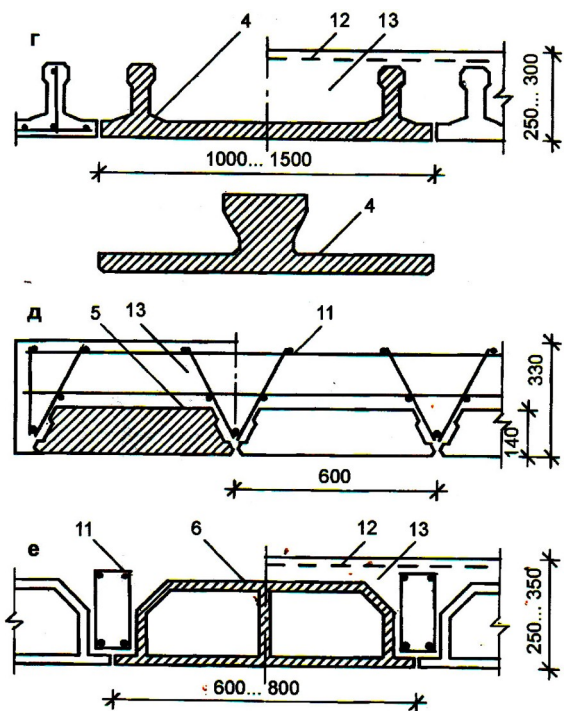
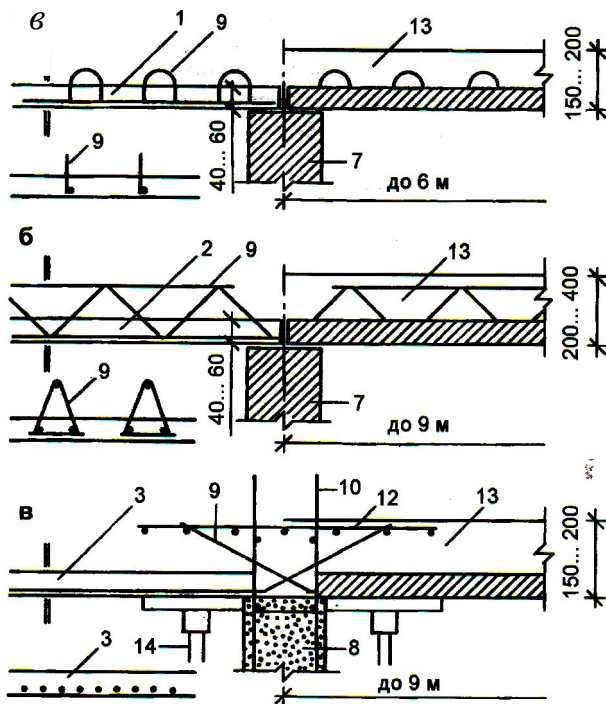


2

б

д

заповнення



заповнення

У сучасному малоповерховому житловому будівництві України їх несучими є збірні перерізом 100×40 мм з пористі вкладки з керамзитобетону монолітним бетоном,

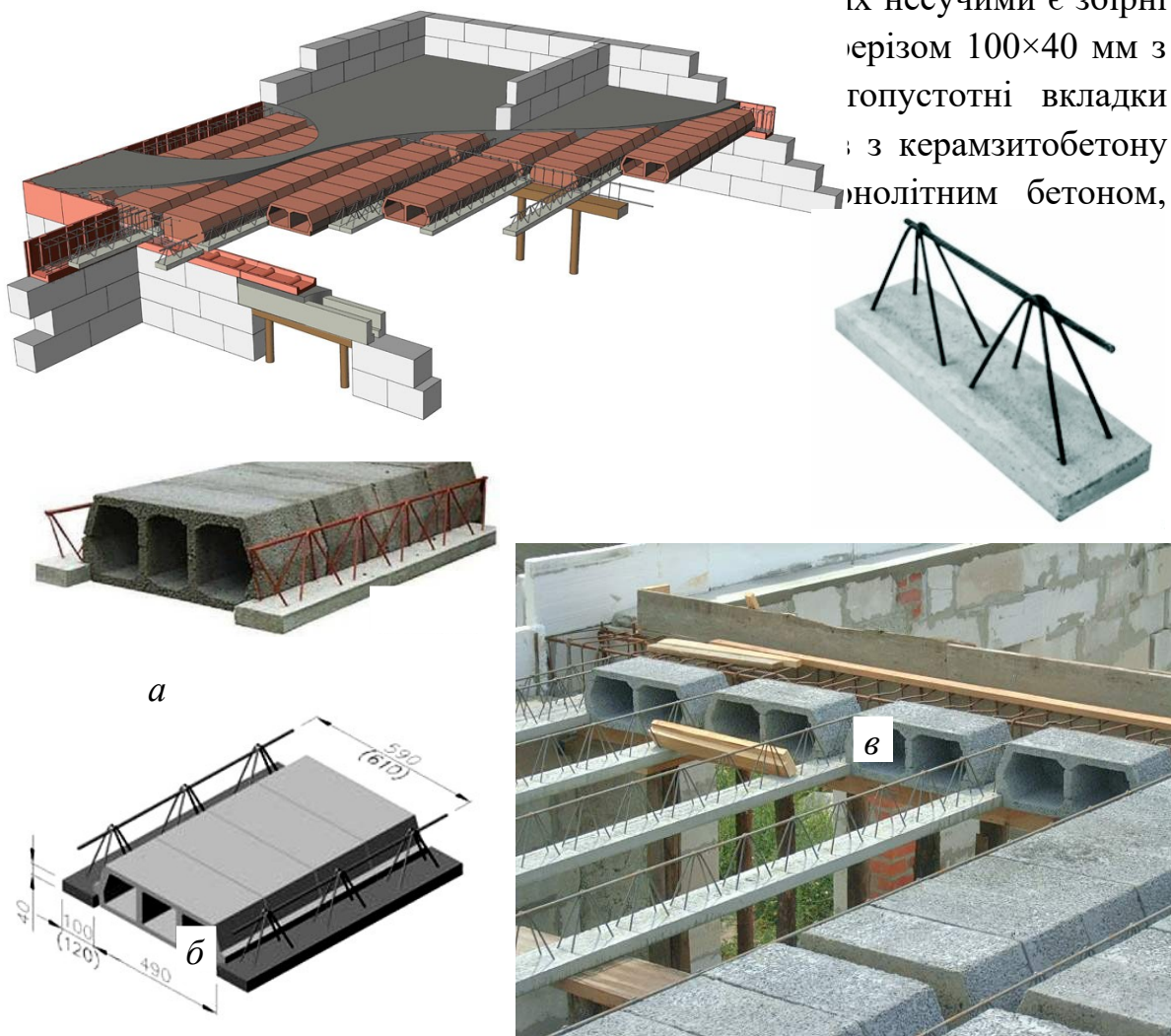


Рис. 5.17. Збірно-монолітні перекриття по залізобетонних балках:
а – загальний вигляд; *б* – спирання вкладки на балку; *в* – збірна залізобетонна балка з арматурними випусками; *г* – технологія монтування перекриття; *д* – розміри між осями балок, вкладок і балок

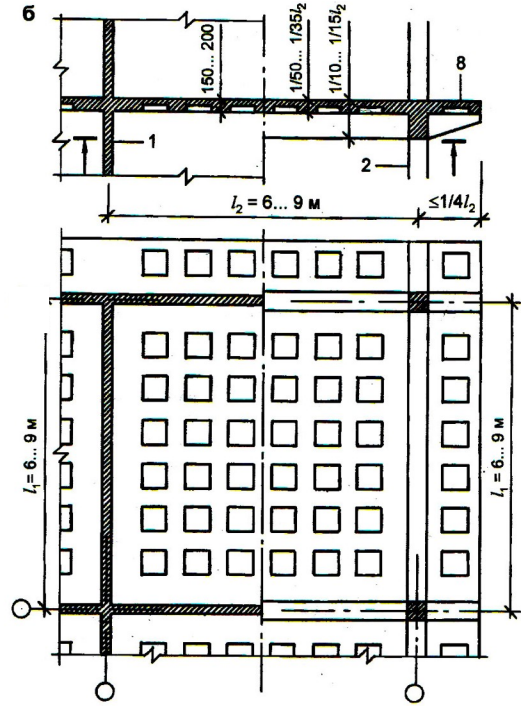
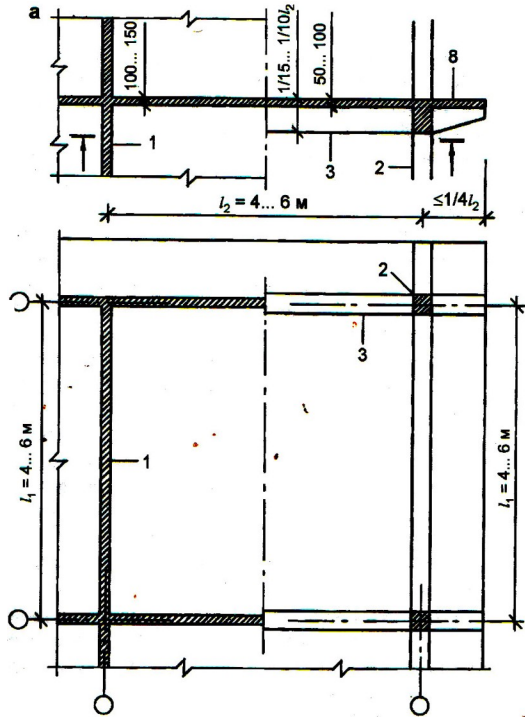
д

г

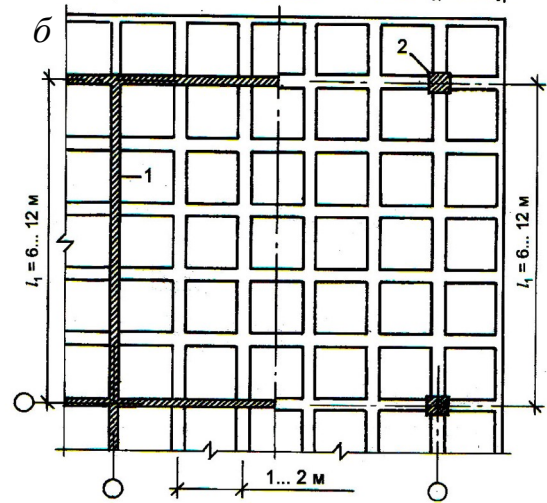
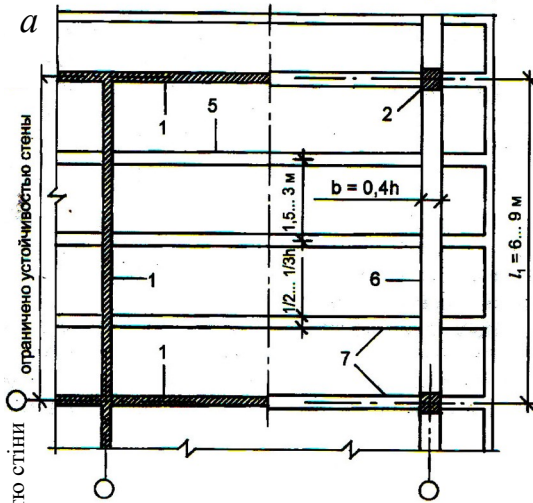
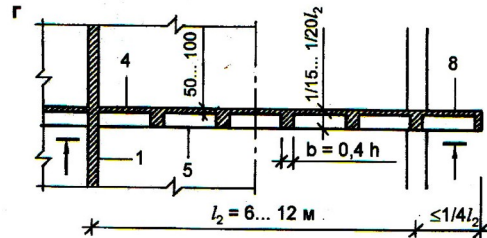
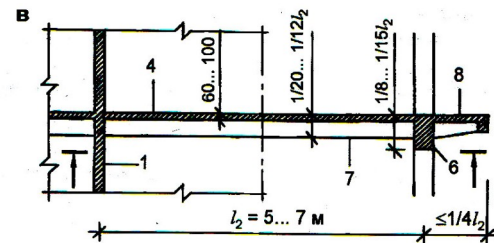
5.5. Монолітні перекриття

Монолітні перекриття порівняно з балковими мають більшу жорсткість і несучу здатність їх доцільно проектувати в будівлях з

Г
Е
К
(
Р
(



б,
Х
М
зі
М



Обмежена стійкістю стіни

Монолітні безбалкові перекриття з плитами, спертими по контуру, характеризуються жорсткими в'язями із стінами (рис. 5.18, а). Прогони таких плит беруть у межах 4 000...6 000 мм, а співвідношення більшого прогону до меншого – не більше двох (краще 1:1,5). Товщину плити призначають залежно від величини прогону і навантаження у межах 100...150 мм, але не менш ніж $1/50$ прогону. За такого співвідношення сторін



рис. 5.19. Армуння монолітних перекриттів:

а – з плоскими плитами, спертими по контуру; б – з балковими плитами, армованими рулонни в звареними сітками; в – те саме, з плоскими звареними сітками

а

У плитних монолітних залізобетонних перекриттях з розмірами прогонів 6 000 ... 9 000 мм можна знижувати витрати матеріалу і навантажень від власної ваги **полегшенням середньої частини поля**

Рис. 5.18. Монолітні перекриття:

а – безбалкове; б – безбалкове полегшене; в – балкове ребристе;
 г – кесонне часторебристе; 1 – стіна; 2 – колона; 3 – ригель каркаса;
 4 – плита перекриття; 5 – балка; 6 – головна балка; 7 – другорядна балка;
 8 – консоль

Ребристе монолітне **перекрыття з головними і другорядними балками** (рис. 5.18, в) складається з балок і плит, об'єднаних в одне монолітне ціле із стінами або колонами. В будівлях з несучими стінами балки розміщують у напрямках з меншими відстанями між стінами (5 000...7 000 мм). В каркасних будівлях головні балки спирають на колони з кроком 6 000...9 000 мм, висота їх поперечного перерізу становить $1/15...1/18$ прогону, а ширина – 0,4 висоти. Другорядні балки мають прогони 5 000...7 000 мм. Їх розміщують з кроком 1 500...3 000 мм так, щоби вісь однієї балки збігалася з віссю колони. Товщина монолітної плити, яку беруть у межах $1/40...1/25$ прогону, становить 60...100 мм. Плити армують відповідно до характеру епюри згинальних моментів рулонними або плоскими звареними сітками, які укладають у напрямку, перпендикулярному до поздовжньої осі другорядних балок. В крайніх прогонах і над першою балкою укладають додаткові сітки або окремі стержні для сприйняття найбільших згинальних моментів (див. рис. 5.18, б, в).

Кесонними, або часторебристими перекриттями є перекриття, в яких висота балок у двох (або трьох) напрямках однакова (див. рис. 5.18, г). В будівлях з прогонами понад 7 000 мм треба використовувати монолітні попередньо напружені залізобетонні перекриття.

5.6. Збірні залізобетонні перекриття

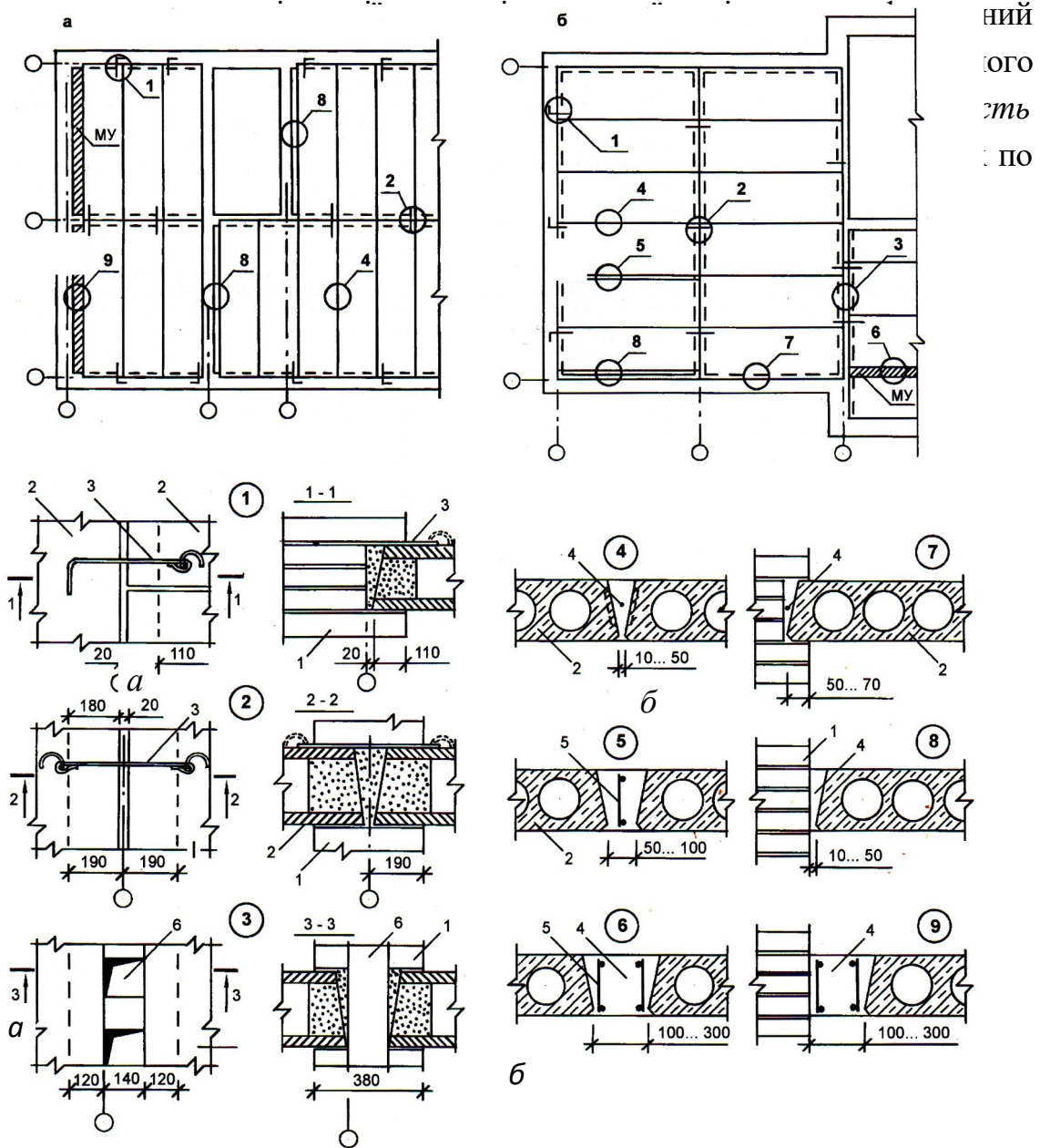
У малоповерхових будівлях з цегляними несучими стінами використовують також збірні залізобетонні багатопустотні плити перекриттів, які з'єднують між собою і з несучими стінами анкерними в'язями для створення жорстких горизонтальних дисків (рис. 5.20).

За потреби влаштувати прорізи для пропускання вертикальних комунікацій (вентиляційних каналів) між плитами або між плитою і самонесучою стіною залишають проміжки (зазори) завширшки до 300 мм, які пізніше бетонують, установлюючи плоскі арматурні каркаси (вузли 5, 6 і 9 – рис. 5.20).

Для ізоляції приміщень суміжних поверхів будівель від ударного і повітряного шуму в усіх типах міжповерхових перекриттів влаштовують звукоізоляцію: від ударного шуму, що передається на нижні поверхи, – пружні прошарки між несучими балками і лагами з жорстких мінераловатних плит; від повітряного шуму – плити мінеральної вати або засипку з керамзиту чи перлітового піску по настилу між балками.

Для теплоізоляції житлових приміщень верхніх поверхів горищні перекриття утеплюють. Для цього по настилах між балками або по плитах

У
У
Р
Б
В



НИЙ
ОГО
ть
ПО

Рис. 5.20. Переkritтя з багатопустотних плит в будівлях з цегляними стінами:

a, б – схеми планів з несучими поздовжніми і поперечними стінами;
1 – стіна; *2* – переkritтя; *3* – сталевий анкер; *4* – бетон; *5* – каркас;
б – вентиляційний канал

5.7. Підлоги

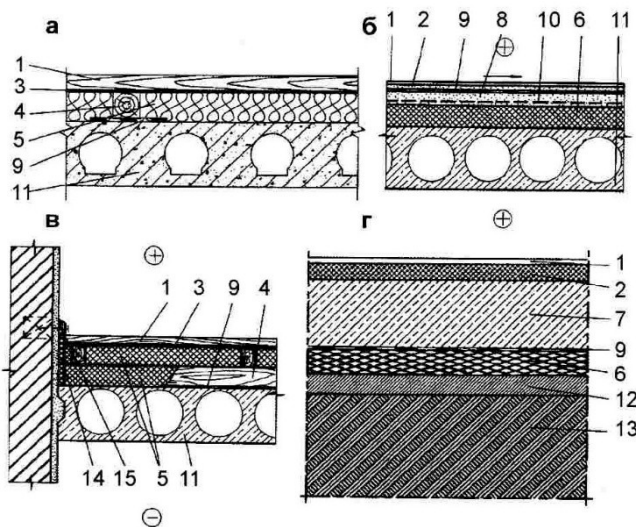
Підлога – верхня частина конструкції переkritтя або конструкція,

яку влаштовуюють по ґрунту (на першому поверсі чи в підвалі), на якій розміщують меблі, устаткування і переміщуються люди. Підлога – багатошарова конструкція, що складається з послідовно розміщених шарів з різних матеріалів.

У конструкції підлоги, залежно від її призначення та виду, наявні (або можуть бути наявні) такі шари: **покриття** – верхній, який безпосередньо зазнає експлуатаційних впливів (дощате, паркетне, плиткове тощо); **прошарок** – проміжний шар, який зв’язує покриття з нижче розміщеним шаром і виконує функції постелі; **теплоізоляція** (в підлогах приміщень, які знаходяться в безпосередній близькості від ґрунту, в зоні, яка межує із зовнішнім повітрям або біля неопалюваних приміщень); **гідроізоляція** – шар, який перешкоджає проникненню крізь підлогу стічних вод та інших рідин з приміщень, а також проникненню в підлогу ґрунтових вод; **стяжка** – шар, який виконує функції вирівнювання поверхні розміщеного нижче шару; **звукоізоляція** – шар в міжповерхових перекриттях, який перешкоджає проникненню ударного і повітряного шуму в приміщення (або навпаки); **підстильний шар (підготовка)** – елемент підлоги, який розподіляє навантаження на ґрунтові основи (жорстке – з бетону або

нежорстке – з гравію, щебеню, піску та інших матеріалів).

Рис. 5.21. Шари підлоги:



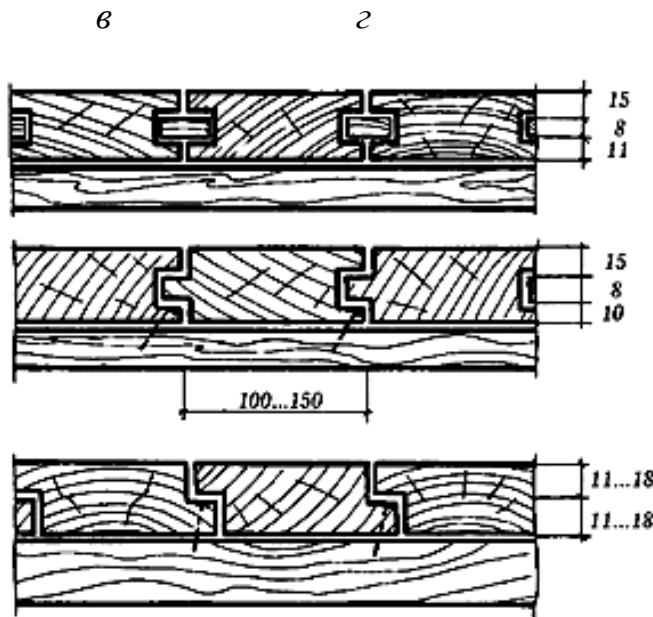
а – над холодним підвалом;
б – те саме, у вологому режимі експлуатації;
в – над проїздом;
г – по ґрунту; **1** – покриття підлоги; **2** – прошарок;
3 – пароізоляція; **4** – лага;
5, 6 – теплоізоляція з мінеральної вати і екструдованого пінополістиролу; **7, 8** – стяжка;
9 – гідроізоляція; **10** – арматурна сітка; **11** – з. б. плита перекриття;

5.21).

a

б

7 – стяжка

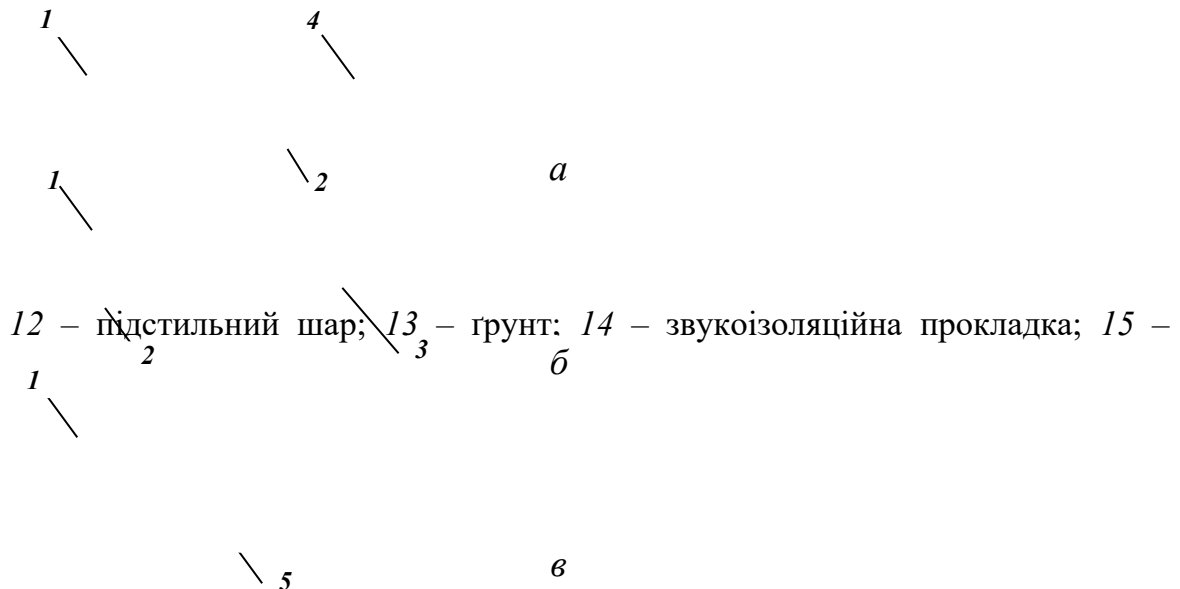


Покриття підлог з натуральної деревини

Рис. 5.22. Сп'ювання дощок підлоги:

а – за допомогою вставного елемента; б – у шпунт; в – у чверть; 1 – дошка підлоги; 2 – суцільний настил; 3 – гвіздок; 4 – вставний елемент; 5 – лага паркет, ламінат. дощати

покриття влаштовують з шпунтових струганих дощок завширшки 100...140 мм і завтовшки 25...40 мм одним шаром по лагах, іноді двома шарами по дощатому настилу завтовшки 25 мм. Підлогові дошки прикріплюють до лаг завтовшки 40 мм, завширшки 80...100 мм, укладених з кроком 500...800 мм. Між собою дошки з'єднують за допомогою вставного елемента (рис. 5.22, а), у шпунт (рис. 5.22, б) або в чверть (рис. 5.22, в).

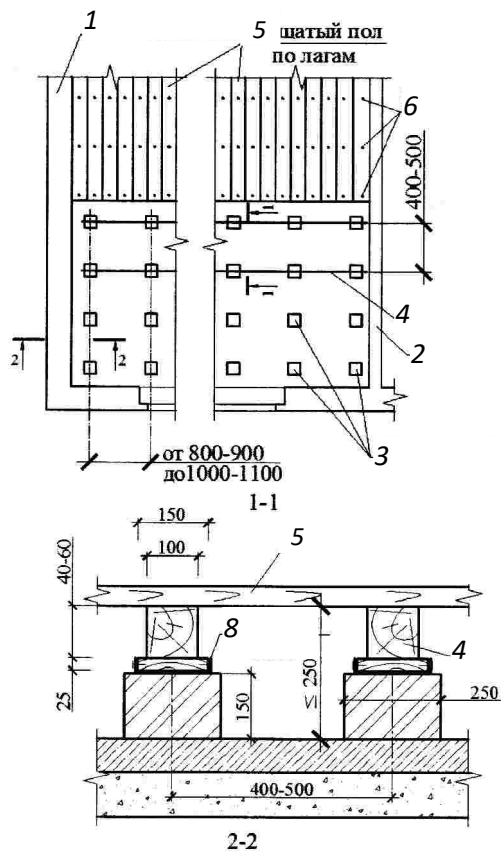


Укладаючи дощаті підлоги на першому поверсі по ґрунту, лаги спирають на цегляні або бетонні стовпчики заввишки 150...200 мм, які

ставлять на вапняно-щебелеву або вапняно-піщану підготовку завтовшки 100...150 мм по шару ущільненого ґрунту. На стовпчики, для ізоляції лаг від капілярної вологи, укладають шар руберойду (рис. 5.23, а). Вентиляцію низького підпільного простору (у разі підлог на лагах), як і в міжповерхових перекриттях, влаштовують крізь ґрати, які встановлюють в кутах приміщень, або крізь щілинні галтелі (рис. 5.23, б).

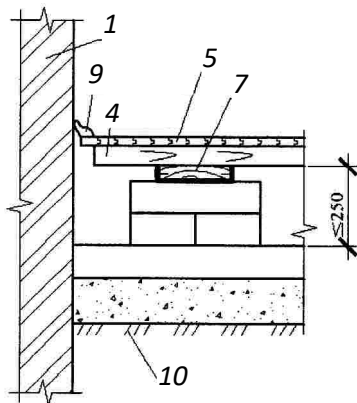
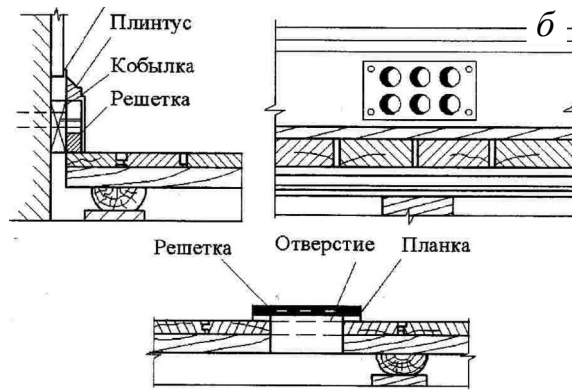
Штучний паркет – складається з паркетних планок (клепок) у вигляді дерев'яних деталей з паралельними фрезованими площинами і профільованими краями, які потрібні для з'єднання суміжних планок. Використовують чотири типи штучного паркету: з пазами і гребенями, з пазами і вставними елементами, з фальцями і з косими краями.

Для паркету використовують деревину дуба, бука, берези, сосни, модрина, ясеня, в'яза, граба, каштана, вишні, білої акації, груші, бамбука тощо. Паркетні планки випускають різної товщини в межах 14...22 мм. Довжини планок – 150...500 мм з градацією 50 мм, ширина – 35...90 мм з градацією 5 мм. Залежно від взаємного розміщення планок можна отримати підлогу з різноманітними рисунками. Найпоширеніші способи укладання штучного паркету (паркетних клепок): **ялинкою** – клепки розміщують під кутом між собою (кутом 45° до стін. При цьому торець однієї клепки впирається в кінець поздовжньої клепки так, щоб з одного зовнішнього боку планки був паз, а з другого гребінь; **палубним способом** – клепки розміщують урозбіг паралельно одна до одної в поздовжньому напрямку; **квадратами** – клепки укладають способом переплетення у поперечному і поздовжньому напрямках; **рядами** – викладають з коротких клепок, які розміщують перпендикулярно до руху, а ряди між собою виділяють лінійкою.



11
15
14

14 12 16



a

Рис. 5.23. Дерев'яні дощаті підлоги перших поверхів на лагах:

a – фрагменти плану і розрізи;
б – вентиляція підпільного простору крізь ґрати; 1 – зовнішня стіна; 2 – внутрішня стіна; 3 – цегляний або бетонний стовпчик; 4 – лага;

Паркетне покриття настиляють на лагах, дошки підлоги; 6 – гвіздки; робіт, пов'язаних з можливим звесенням. Укладання паркету виконують без руберойду; 7 – антисептована підкладка; 8 – шар цементно-піщану стяжку з приклеєною собою має бути щільним, зазори між планками і стінами ч планка

основою для паркету є шпунтова дощка. У разі паркетні клепки кріплять тонкими гвіздками, які забивають в пази країв, до дощатої основи. Щоб підлога не рипіла під час ходіння, на дерев'яну основу укладають один шар будівельного картону. Висока трудомісткість такого методу призвела до використання на практиці укладання паркету на вологостійку фанеру і прикріплення її нерухомо до основи шурупами-саморізами (рис. 5.24). **Фінішне опорядження паркету**

полягає в шліфуванні та покритті поверхні ґрунтівкою і лаком для зберігання натурального кольору деревини, захисту підлоги від впливу вологи і механічних навантажень на стирання.

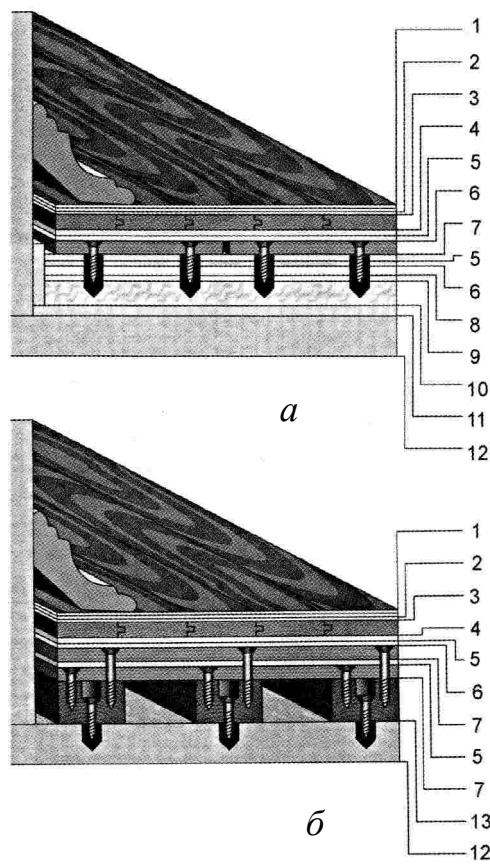


Рис. 5.24. Конструктивне рішення підлоги з паркетним покриттям по залізобетонних плитах:

a – із стяжкою; *б* – по лагах; *1* – лак;
 2 – ґрунтівка; 3 – шпаклівка під лак;
 4 – штучний паркет або паркетна дошка; 5 – паркетний клей;
 6 – ґрунтівка під клей;
 7 – вологостійка фанера;

Багатошарові паркетні дошки товщина якої 10...25 мм, довжина – 59...119 см. Тверді цінні породи деревини з площею поверхні використовують лише для верхнього шару, який покривають лаком або просочують маслом. Решта середнього шару з деревини хвойних порід або багатошарової клеєної деревини розміщують перпендикулярно відносно верхнього шару. Нижній шар виготовляють з фанери.

Для стикування між собою паркетні дошки мають пази і гребені в середньому шарі. Використовують такі способи укладання паркетних дощок: «плавкий» по стяжці або «чорній» підлозі – склеювання дощок по з'єднанню «шип – паз» без кріплення до основи; наклеювання дощок по всій площі до дерев'яної основи з листів фанери або ДСП, які укладають на гідроізоляцію; кріплення гвіздками до дерев'яної основи; укладання на дерев'яні лаги (для грубих дощок).

Блоковий, або щитовий, паркет – це двошарова конструкція, що складається з грубої основи (щит із соснового бруса), на який наклеєні планки з деревини цінних порід. Найчастіше щитовий паркет

виготовляють у вигляді квадрата зі стороною від 400 до 800 мм (рис. 5.25).



Ламіновані покриття підлог

Ламінат – підлогове багатошарове покриття завтовшки 6...14 мм на основі дерево-волокнистої щільної плити **Рис. 5.25. Блоковий, ім шаром у вигляді планок завтовшки 1000. або щитовий, паркет ім** або квадратних плиток розміром 400х. **не** покриття складається з шарів: **верхній** – плівка з акрилової або меламінової смоли, яка надає стійкості до стирання, механічних пошкоджень і забруднення; **декоративний** – фольга з нанесеним рисунком (імітація структури деревини, каменю або іншої текстури); **основний несучий** – дерево-волокниста шпунтована плита *HDF* високої щільності та міцності завтовшки 6...8 мм, яка забезпечує міцність до навантажень і шумозахист; **нижній стабілізаційний** – вологостійкий чотиришаровий папір для стійкості до перепадів вологості та температури в приміщенні.

Для вирівнювання поверхонь основ ламінованих покриттів використовують самовирівнювальні суміші або спеціальні вирівнювальні плити (*OSB*, ДСП). Ламіноване покриття укладають на підкладний шар (із спіненого поліетилену, пробки, гофрованого картону), який гасить шум від



Рис. 5.26. Структура ламінованої планки:

1 – верхній шар (плівка з акрилової смоли); 2 – декоративний шар;
3 – проміжний шар;
4 – основний несучий шар (деревостружкова шпунтована плита);
5 – нижній стабілізуючий шар

ходіння, виконує функції амортизації та нівелює нерівності. Ламіновані планки завжди укладають «плавким способом» без зчеплення з основою, що суттєво зменшує трудомісткість робіт і дає змогу легко влаштувати тепло-, гідро- і звукоізоляцію під підлогою. Планки з'єднують одну з одною по кромках і торцях (з'єднання «паз – гребінь»). Для цього використовують спеціальний клей на основі ПВА або застосовують безклеєвий спосіб.

Еластичні напільні покриття – це натуральні лінолеуми, ПВХ-покриття, вінілові плитки, каучукові та пробкові покриття.

Лінолеум – щільне, гнучке, водонепроникне полотнище, полімерний рулонний матеріал, який виготовляють переважно з натуральної сировини. Технологія виробництва лінолеуму: окиснюють лляне масло, формують спеціальну суміш (лінолеумовий цемент), який охолоджують і змішують з сосною смолою (живицею), деревним кришивом, порошком вапняку, пігментами і джутовою тканиною. Позитивними властивостями натурального лінолеуму є нетоксичність, простота очищення, малий індекс поширення полум'я поверхнею і димоутворення під час горіння. В житлових приміщеннях використовують лінолеум завтовшки 2...2,5 мм, а у приміщеннях з інтенсивним пересуванням людей – 3...4 мм.

ПВХ-покриття – полімерний рулонний матеріал, який виготовляють з пластичної маси (ПВХ-в'язучого), пластифікаторів, розріджувачів, наповнювачів і барвників. Класифікація ПВХ-покриттів: **за структурою** – однорідні (гомогенні) та неоднорідні, багат шарові (гетерогенні); **за наявністю основи** – безосновні завтовшки 0,7...2 мм та основні, які виготовляють з тканин, нетканих або спієних матеріалів; **за розмірами**

полотен – рулонні завширшки 1500...4000 мм; плитні, з розмірами 33x33, 50x50, 61x61 мм; **за використанням** – побутові для житлових приміщень, напівкомерційні для приміщень з середньою прохідністю, комерційні для приміщень з високими експлуатаційними навантаженнями і спеціальні для приміщень з особливими вимогами: акустичними, теплоізоляційними, стерилізаційними, антистатичними.

ПВХ-покриття, як і натуральний лінолеум, укладають на рівну, міцну, чисту і суху основу. Полотна **побутового** лінолеуму в житлових приміщеннях укладають без приклеювання, кінці по периметру герметизують плінтусами, а шви проклеюють двобічним скотчем. Комерційні лінолеуми, які укладають в приміщеннях з високими експлуатаційними навантаженнями, повністю приклеюють, а стики герметизують холодним або гарячим зварюванням.

Підлоги з керамічної плитки і керамограніту

Технічні характеристики керамічної плитки залежать від технології виготовлення: **бікотура** – пресування та подвійне випалювання; **монокотура** – пресування та одинарне випалювання; **керамічний граніт** – пресування, випалювання і механічне оброблювання.

Основними характеристиками керамічних плиток для підлоги є зносостійкість і опір ковзанню, який вимірюється коефіцієнтом тертя. Для збільшення опору ковзанню на сухих поверхнях з похилами (пандусах) використовують плитку з корундовим напиленням, а для мокрих поверхонь – ребристу плитку з жолобинками.

Плиткові підлоги в будівлях влаштовують з кераміки, шлакоситалу і синтетичних матеріалів. Плитки укладають по шару із цементно-піщаного розчину, на клею, на мастиках і смолах. Плитки можуть мати розміри від 100x100 до 600x600 мм, товщину 8...20 мм і різноманітне забарвлення. Недопустимими є утворення повітряних пустот, оскільки над ними внаслідок навантаження пошкоджується покриття. В теплих приміщеннях керамічну плитку кладуть без зазорів, а в неопалюваних приміщеннях або на вулиці – із зазором 3...7 мм (для компенсації температурних деформацій), який згодом заповнюють піском.

Підлоги із суцільними покриттями

Підлоги із суцільними покриттями в будівлях влаштовують в підземних паркінгах, вбудовано-прибудованих гаражах, для благоустрою прибудинкової території, в підвалах тощо (рис. 5.27). У разі влаштування по ґрунтах основою для таких підлог є шар бетону завтовшки 80...200 мм, по шару ущільненого щебеню – завтовшки 150...200 мм.

Бетонні підлоги влаштовують з бетонів класів С 16/20...С 40/50 завтовшки 20...50 мм з двох-трьох шарів. Для отримання якісних характеристик бетонних підлог використовують різні типи опорядження. Для

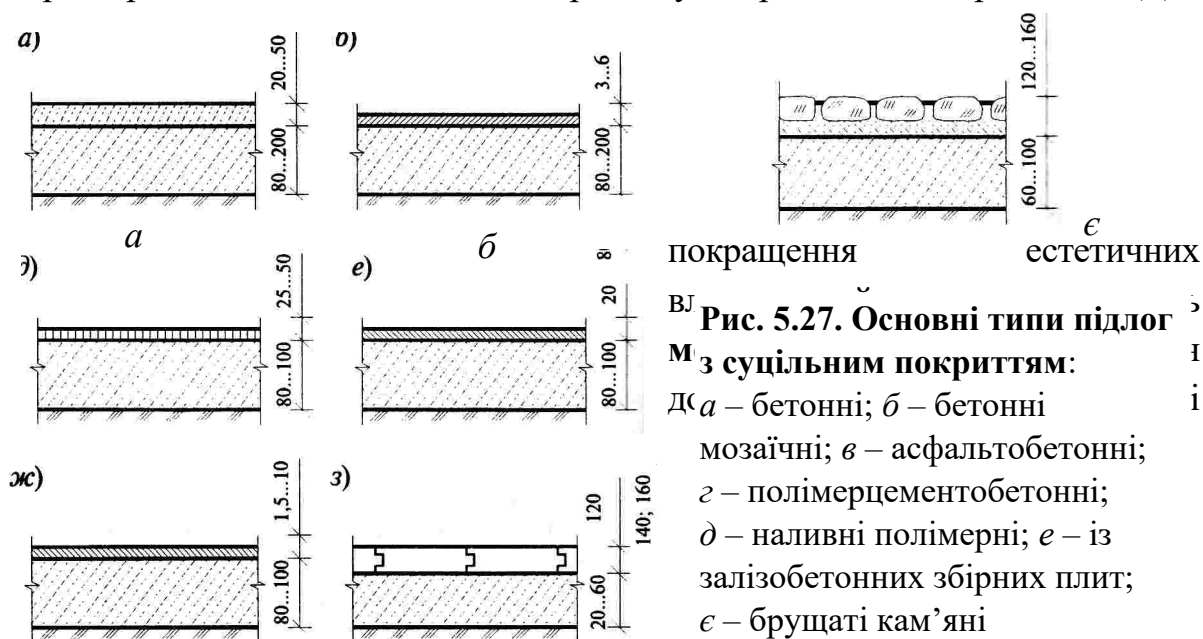


Рис. 5.27. Основні типи підлог з суцільним покриттям:
 а – бетонні; б – бетонні мозаїчні; в – асфальтобетонні; г – полімерцементобетонні; д – наливні полімерні; е – із залізобетонних збірних плит; є – брущаті кам'яні покращення естетичних

пісок мозаїчного складу з мармуру, базальту, граніту, а поверхню підлоги шліфують (рис. 5.27, б). Для підвищення міцності, ударостійкості, зносостійкості та запобігання пилоутворенню на підлогах використовують різноманітні сухі суміші, які втирають у верхній шар бетону.

Асфальтобетон товщи 25...50 мм виконують із суміші бітуму з мінеральним порошком, піском, щебенем або гравієм крупністю не більш ніж 20 мм (рис. 5.27, в).

Полімерцементні підлоги завтовшки 20 мм виготовляють із суміші цементу, піску, щебеню, пігментів і полімерних добавок (рис. 5.27, г). Включення у звичайний бетон полімерів збільшує в 2...3 рази його міцність на розтяг, покращує ударостійкість, зносостійкість і знижує пилоутворення в процесі експлуатації.

Наливні підлоги з полімерними покриттями є найбільш ефективними. Вони не утворюють пилу під час експлуатації, можуть мати різноманітний за кольором вигляд, а технологія їх виготовлення з розчину, що легко розтікається, дає можливість отримувати гладкі, міцні та довговічні поверхні (рис. 5.27, д). Полімерними в'язучими для наливних

покриттів є епоксидні, поліефірні, поліуретанові та акрилові смоли, змішані з пігментами та іншими добавками, а наповнювачем – фракціонований кварцовий пісок. За товщиною і ступенем наповнення полімерні сполуки наливних підлог поділяють так: **тонкошарові** – малонаповнені, товщина до 0,5 мм; **самонівельовані** – завтовшки до 4 мм, ступінь наповнення за вагою – до 40%; **високонаповнені** – завтовшки 4...80 мм, ступінь наповнення – до 90%. Існує два види наливних підлог з полімерним покриттям: **фінішне покриття і стяжка, що швидко твердіє**, на цементній або гіпсовій основі для подальшого влаштування на ній паркету, ламінату, керамічної плитки або лінолеуму. На особливу увагу заслуговують наливні підлоги на цементній основі (товщина – 10...80 мм), до складу яких входять цемент, пісок і спеціальні добавки.

Підлоги з великорозмірних бетонних плит (3 000 x 3 000, 1 500 x 1 500 і 1 000 x 1 000 мм, товщина – 120, 140 і 160 мм) виготовляють з різними покриттями. Плити по контуру мають пази і гребені, потрібні для досягнення рівності підлоги без герметизації стиків. Їх укладають по шару піщаної основи завтовшки 60 мм для підлог по ґрунту і 20 мм – для підлог на перекритті (рис. 5.27, е).

Брущаті кам'яні підлоги з граніту, базальту, діабазу та інших міцних матеріалів укладають по піщаному або цементно-піщаному підстильному шару завтовшки 10...20 мм. Розміри брущатки – 150x200 мм за висоти 120...160 мм. Клінкерні (цегляні) підлоги мають аналогічне конструктивне рішення. Цеглу укладають на ребро або плазом.

5.8. Сходи

Сходи – функціональний і конструктивний елемент для зв'язків між приміщеннями будівель, розміщеними на різних рівнях.

Сходова клітка – частина будівлі, призначена для розміщення сходів, відділена від інших приміщень будівельними конструкціями з нормованими межами вогнестійкості та поширення вогню по них.

Класифікують сходи за призначенням (основні, допоміжні, аварійні, пожежні), експлуатаційними і естетичними вимогами, розміщенням і ступенем відкритості в об'ємі будівлі, за способом функціонування, матеріалом, формою, кількістю маршів, способом спирання східців, величиною нахилу маршів, вимогами до пожежної безпеки.

За об'ємно-планувальними рішеннями сходи залежно від кількості маршів і проміжних площадок на висоту поверху поділяють на одномаршові без проміжної площадки; двомаршові з однією проміжною

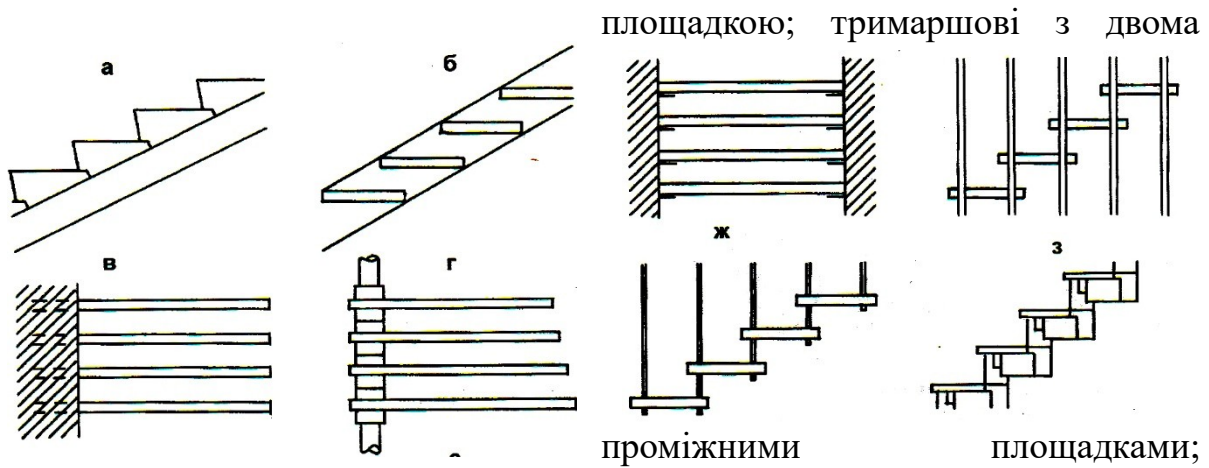


Рис. 5.28. Типи сходів за способом спирання східців:

а – на косоурах; *б* – на тятивах; *в* – консольні на стіні; *г* – консольно-гвинтові на стояку; *д* – із спиранням на стіни; *е* – із спиранням на стояки;

ж – ланцюгові збірно-розбірні; *1* – сходи́на; *2, 3* – проступ і присхідець сходи́ни; *4* – косоур; *5* – тятива; *6* – сті́на; *7* – стояк; *8* – підві́ска

пору́чнів, пере́криттів або сті́н; ланцюгові збірно-розбірні; комбіновані.

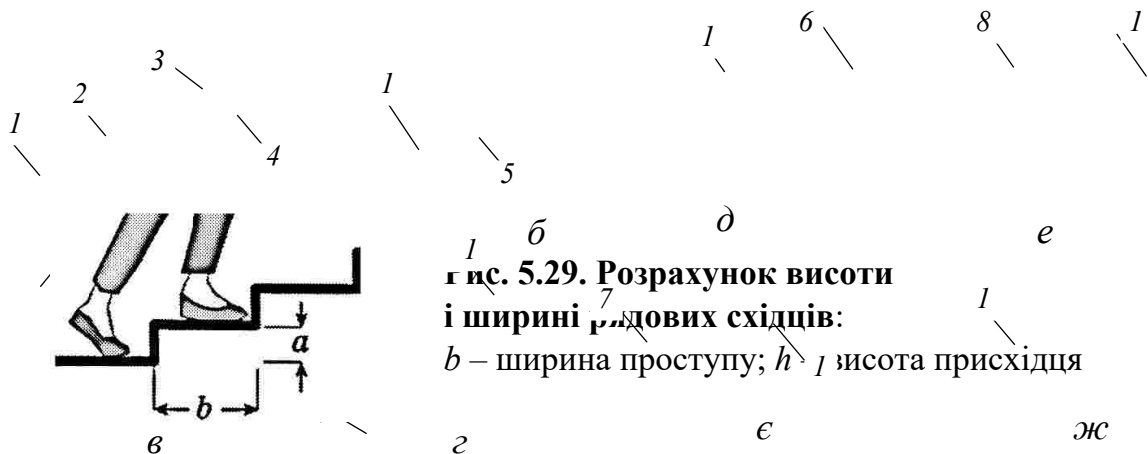


Рис. 5.29. Розрахунок висоти і ширині сходових східців:

b – ширина проступу; *h* – висота присхідця

Піднімання по сходах потребує витрат енергії, в середньому, удвічі більшої, ніж для ходьби по горизонталі, а тому сходи повинні бути зручними та безпечними. Цього можна досягти, якщо ширина проступу і подвоєна висота присхідця є відповідними середній довжині кроку дорослої людини (приблизно 590...650 мм) (рис. 5.29).

«**Формула розміру кроку**»: подвоєна висота присхідця $2h$ і ширина проступу b у сумі повинні бути відповідні середній довжині кроку людини 600...650 мм. Якщо висота присхідця $h = 150$ мм, тоді ширина проступу повинна бути $b = 300...350$ мм, для того щоб $2h + b = 600...650$ мм. Щодо спускання по сходах, то застосовують «**формулу безпеки**», яка є сумою величин проступу і присхідця: $h + b = 460$ мм. Безпека спускання залежить

від знаходження ногою проступу: за малої ширини проступу виникає небезпека зісковзування ноги за її передню кромку, а за великої – нога може зачепитися за передню кромку сходи. Фізіологи розробили «формулу зручностей», за якої людина витрачає мінімальну енергію, підіймаючись сходами, у вигляді різниці розмірів проступу і присхідця: $b - h = 120$ мм.

Основними елементами сходів є **східці**, по яких пересуваються вертикально. Першою в сходовому марші є **вхідна** сходинка, останньою – **вихідна**, між ними розміщуються **проміжні** сходинки. Верхні та нижні сходинки, суміщені зі сходовими площадками, називають **фризовими**. Верхню горизонтальну площадку сходинок називають **проступом**, а

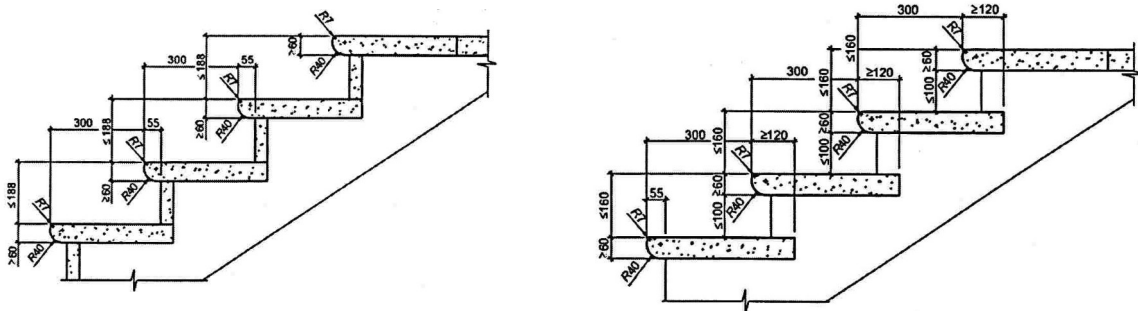


Рис. 5.30. Правила призначення розмірів сходів:

а – із закритими сходами; *б* – з відкритими сходами

різницю рівнів між горизонтальними площадками суміжних сходинок – **присхідцем**. У проектуванні сходів висоту присхідця призначають у межах 140...170 мм, але не менш ніж 120 мм і не більш як 200 мм, а ширину проступу – 280...300 мм, але не менше, ніж 250 мм. Для зручності користування сходами (збільшення ширини проступу без збільшення місця сходів у плані) ширину проступу проєктують на 30...55 мм більшою від ширини проступу в плані завдяки заглибленню присхідця (рис. 5.30).

Для визначення кількості підйомів сходинок висоту поверху ділять на висоту присхідця, зважаючи на те, щоб це ділення відбувалося без залишку для того, щоб усі сходинок мали однакову висоту (рис. 5.31).

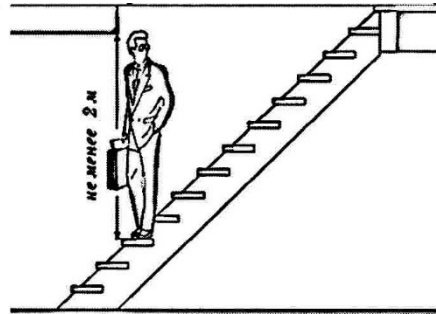


Рис. 5.32. Висота проходу над сходовим маршем

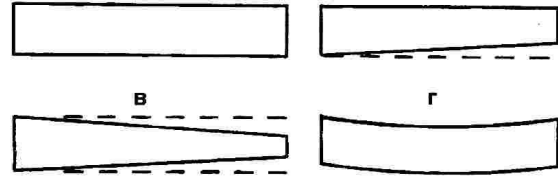
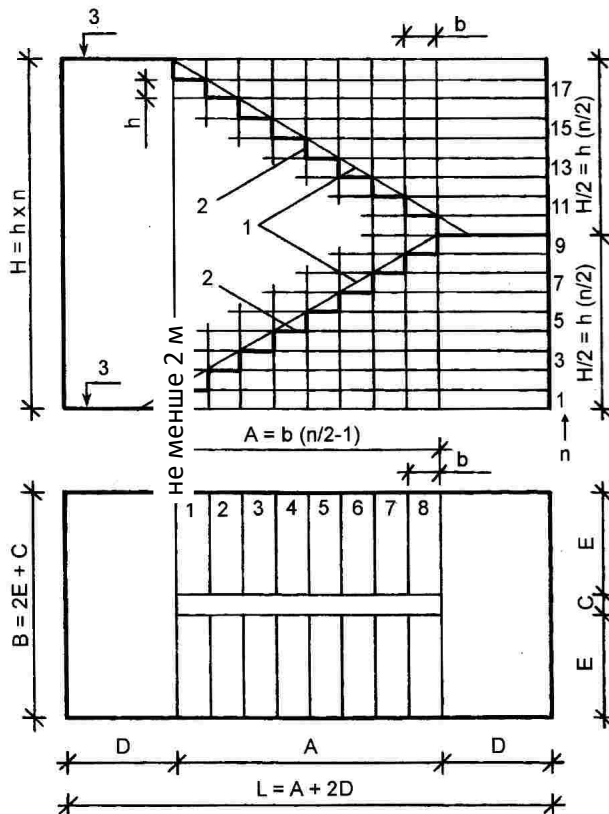


Рис. 5.33. Форма сходинок у плані:
a – прямокутна; *b* – скошена;
v – клиноподібна; *z* – дугоподібна



Для вільного пересування дорослої людини сходами висота шляхів евакуації між двома
Рис. 5.31. Схема геометричної побудови та розрахунку двомаршових сходів:

1 – утворювальна маршу; *2* – профіль маршу; *3* – рівні поверхні; *a* – площа сходової площадки; *b* – ширина проступу; *h* – висота присідця; *n* – кількість підйомів; *H* – висота пошу; *L* – довжина сходів; *B* – довжина сходової площадки; *E* – ширина маршу; *C* – ширина проміжку між площадками; *D* – ширина сходової площадки; *A* – довжина сходового маршу в плані

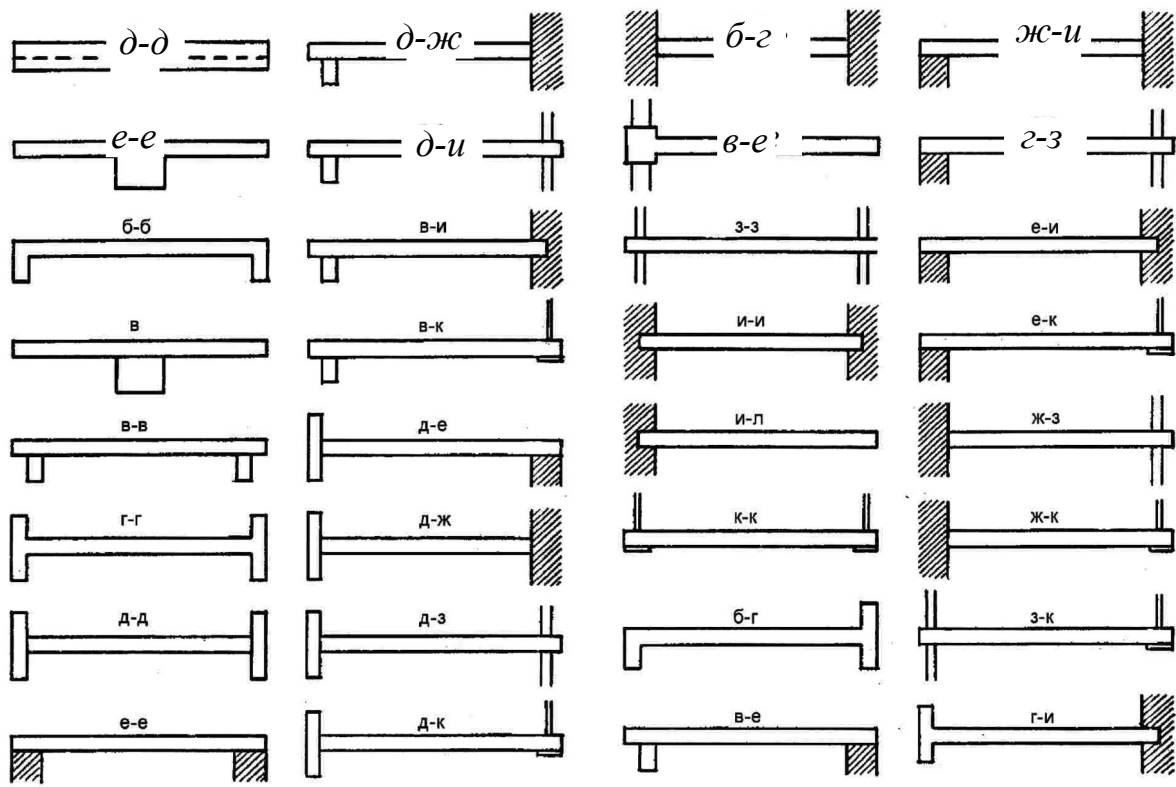
Сходинок можуть мати різні варіанти спирання (рис. 5.34): монолітні бетонні – замурувані в нахилених плитах, косоурах або тятивах; спиратися на косоури, тятиви, стояки, стіни (зверху, збоку або консольно); підвішуватися до поручнів огорожень, перекриттів або стін.

a
в-в
в-ж
ж-ж
е-е

б
ж-ж
ж-ж
е-ж

Коли сходинок може спиратися всією довжиною, наприклад, на плиту в мот *б-б* тому варіанті; з *в-в* того боку на стіну *ж-ж* а стояк – за к *е-з* льного вирішення. У більшості випадків сходинок спірають з двох боків, а за вели *в* і ширини – на три *в-и* три (на стіни, на *з-з* ури). *е-и*

Безперервний ряд сходинок називають **сходовим маршем**. Залежно від к *в-в* урації у пла *д-е* зрізняють прям *з-к* криволінійн *е-* ші. У багатомаршових сходів *в* **підправні** (початкові), **проміжні** та **вихідні** (кінці *г-г* арші (рис. 5.3. *д-е* ризонтальні діл *и-и* між сходовим *е-и* ршами



називають **сходовими площадками**. Розмір ширини проступів

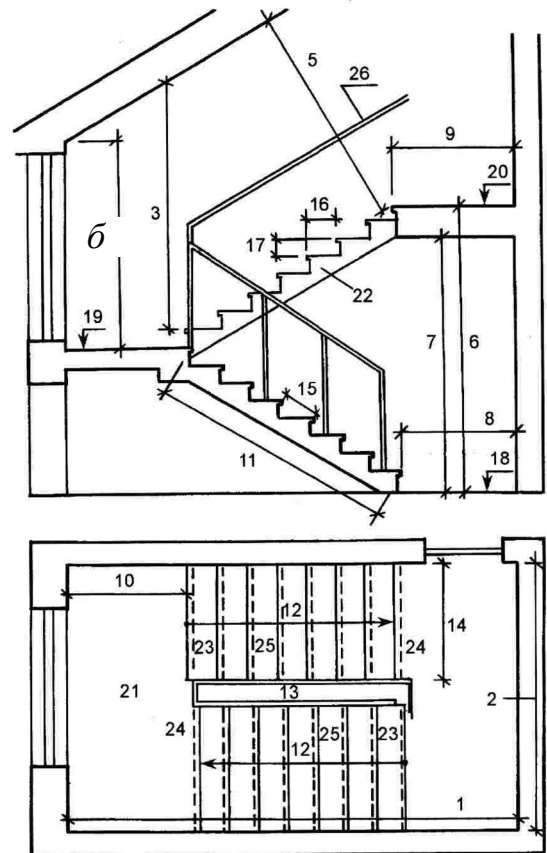
Рис. 5.34. Варіанти спирання сходинок:
a, б, г – монолітні залізобетонні, замурувані в нахиленій плиті, косоурі, тятиві; *в, д, е, ж* – спирання на косоур, на тятиву, на стіну зверху, на стіну збоку, на стояк; *з* – закладання в стіну; *и* – підвішування до поручнів огорожень, перекриттів або стін; *і* – консольні (один бік вільний від спирання)

проступу призначають постійною для сходів з прямими маршами, а для сходів з криволінійними або гвинтовими маршами – мінімальною біля центральної осі та максимальною біля зовнішнього периметра. Для гвинтових сходів ширину проступу призначають не меншою за 100 мм на відстані 150 мм від краю сходів або від стояка.

a

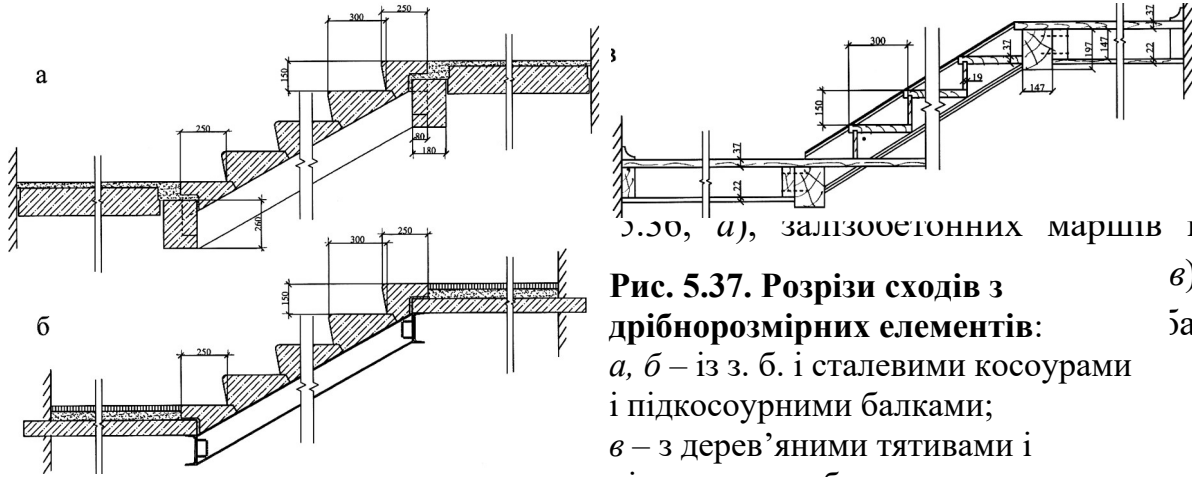
Рис. 5.35. Двомаршові сходи та їх складові частини:

a – розріз; *б* – план; 1...5 – довжина, ширина, внутрішня, найменша і габаритна висоти сходової клітки; 6, 7 – основна і внутрішня висоти поверху; 8, 9, 10 – ширина відправної, вихідної та проміжної сходових площадок; 11 – довжина сходового маршу; 12 – напрямок підймання; 13 – проміжок між маршами; 14 – ширина сходового маршу; 15 – довжина кроку; 16 – ширина проступу; 17 – висота присхідця; 18, 19, 20 – рівні відправної, проміжної та вихідної сходових площадок; 21 – міжповерхова сходовая площадка; 22 – сходовий марш; 23, 24, 25 – відправна, вихідна та проміжна сходинки; 26 – поруччя огороження



природного освітлення. Сходи до

будинках зазвичай влаштовуюють у



залізобетонних маршів і

Рис. 5.37. Розрізи сходів з дрібнорозмірних елементів:

а, б – із з. б. і сталевими косоурами і підкосоурними балками; в – з дерев’яними тятивами і підтятивними балками;

1 – з. б. косоур; 2 – підкосоурна з. б. балка; 3 – сталевий косоур; 4 – сталева підкосоурна балка; 5 – дерев’яна тятива; 6 – дерев’яна підтятивна балка; 7 – з. б. сходова площадка, що спирається на поперечні стіни сходової клітки; 8 – те саме, на поздовжню стіну і підкосоурну балку; 9 – дерев’яна сходова площ.; а; 10 – з. б. сходинка; б дерев’яна сходинка в

Сходи з дрібнорозмірних елементів складаються із сходинок, косоурів або тятив, підкосоурних або підтятивних балок, поверхових та

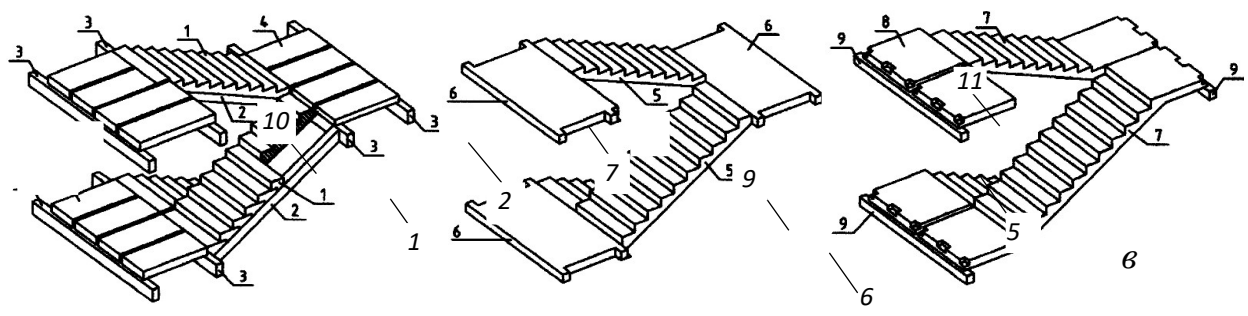
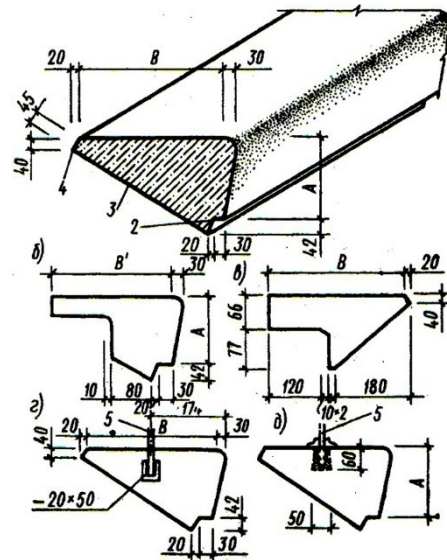


Рис. 5.36. Конструктивні вирішення сходів: а – з дрібнорозмірних елементів; б – із залізобетонних маршів і площадок; в – із залізобетонних Z-подібних маршів; 1 – сходинка; 2 – косоур; 3 – підкосоурна балка; 4 – плита площадки; 5 – сходові марші; 6 – площадки; 7 – Z-подібний сходовий марш; 8 – плита Z-подібного аршу; 9 – ригель каркаса

Рис. 5.39. Збірні залізобетонні сходинок з дрібнорозмірних елементів:
a – схема розміщення; *б* – рядова сходинок;
в, г – верхня і нижня фризіві;
д, е – кріплення стояка огороження до бокової та верхньої площин сходинок;
 1 – валик; 2 – хвіст; 3 – постіль;
 4 – замок; 5 – стійка огороження



Сходові площадки і підкосоурні балки спирають на поперечні стіни сходової клітки, а косоури і тятиви – закріплюють у гніздах підкосоурних або підтятивних балок (рис. 5.37, 5.38, *a*). Використовують також сходи із залізобетонних плит-проступів по залізобетонних косоурах, які спираються на поверхові та міжповерхові площадки (рис. 5.38, *б*).

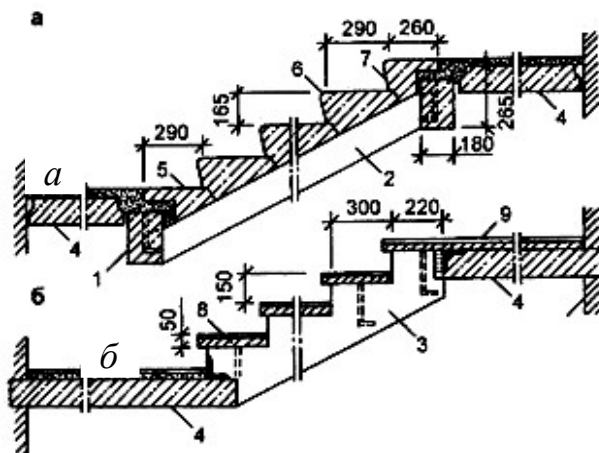
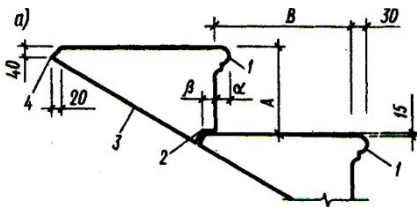


Рис. 5.38. Сходи з дрібнорозмірних елементів по залізобетонних косоурах:
a – косоури спираються на поперечні стіни; *б* – косоури складчастої форми спираються на площадки;
 1 – підкосоурна балка; 2, 3 – косоури; 4 – площадки;
 5, 7 – нижня і верхня фризіві сходинок; 6 – рядова сходинок;
 8 – залізобетонна плита-проступ

збірні залізобетонні сходинок з дрібно-

розмірних елементами. Сходинок з дрібно-розмірних елементів закладними металевими деталями для кріплення огорожень (рис. 5.39). Залізобетонні сходинок укладають на косоури по шару цементно-піщаного розчину. Залежно від форми сходинок та їх розміщення у сходовому марші сходинок поділяють на основні, верхню і нижню фризіві.



У дерев'яних сходах найчастіше несучими елементами маршів є тятиви – нахилені балки, до яких щодинки кріплять збоку, торцями (рис. 5.37, в і 5.40, а, б, г), або використовують косоури (рис. 5.40, в).

1-1

в

г

а

Тятиви бувають врізними, якщо проступи і присхідці вставляють у прорізи завглибшки 15...25 мм (рис. 5.40, а, г), і з прибоїнами завтовшки 25 мм, на які спирають і прибивають проступи і присхідці (рис. 5.40, б). Сходи по косоурах виготовляють складеними з двох дощок, з однієї з яких влаштовують сходи з ковирізи, до яких прибивають проступи і присхідці.

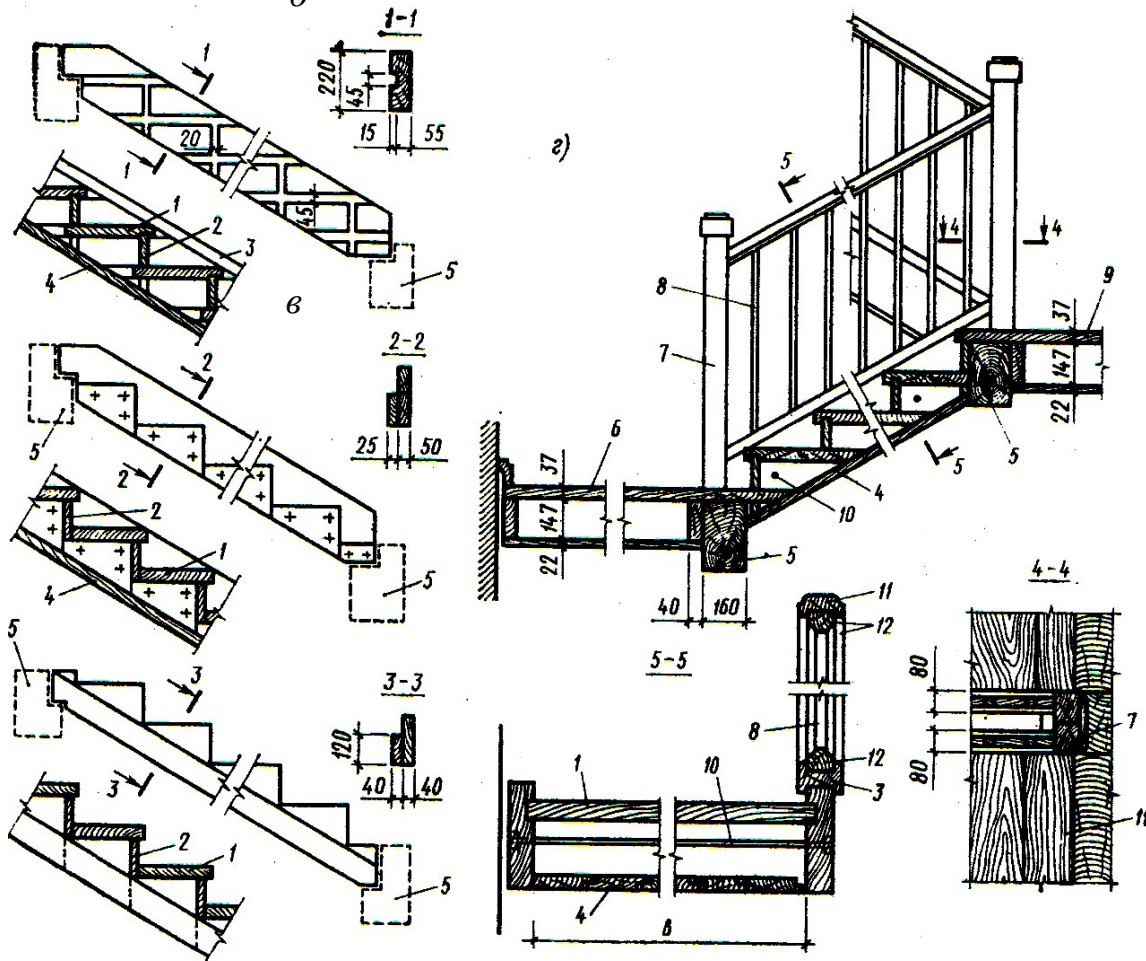
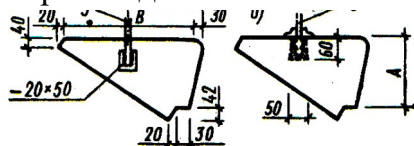


Рис. 5.40. Дерев'яні сходи: а, б – на тятивах з врізуваннями і з прибоїнами; в – на косоурах; г – розріз сходів; 1 – проступ; 2 – присхідець; 3 – обв'язка; 4 – підшивка; 5 – підтятивна балка; б – міжповерхова площадка; 7 – стоек огороження; 8 – балясина; 9 – поверхова площадка; 10 – стяжний болт; 11 – поруччя; 12 – розкладка



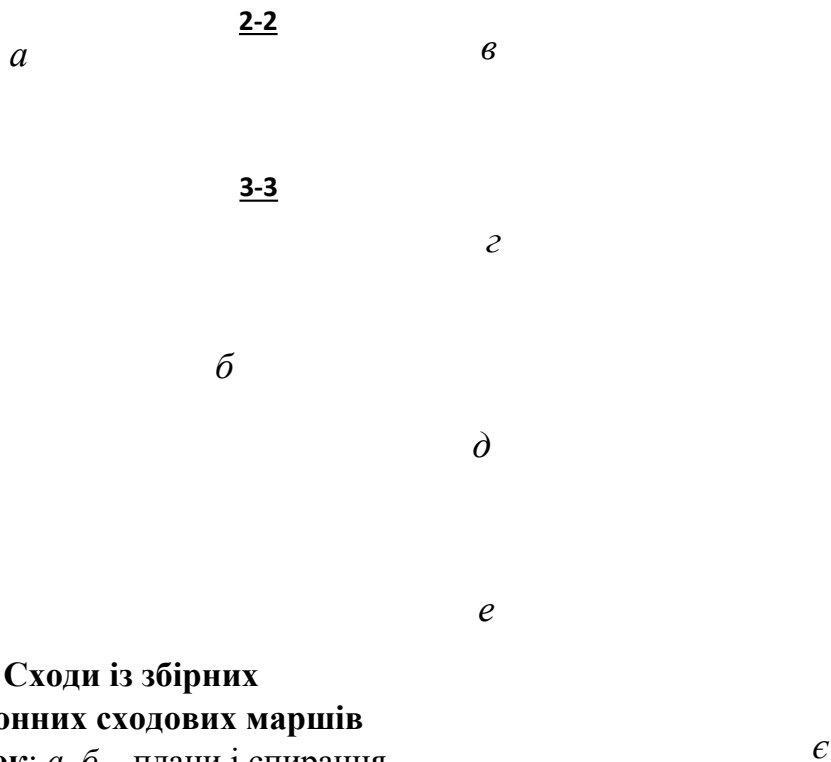
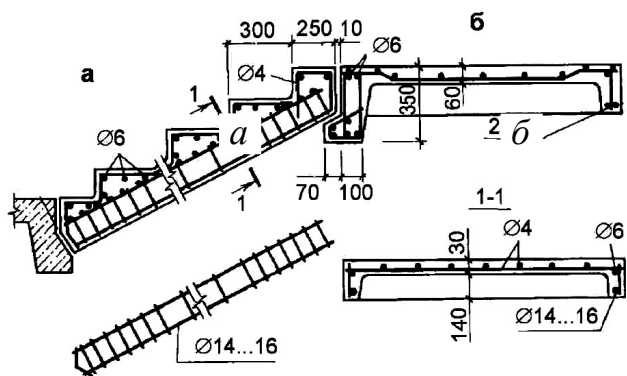


Рис. 5.42. Сходи із збірних залізобетонних сходових маршів і площадок: *а, б* – плани і спирання площадок; *в, г* – ребристі марші; *д, е* – складчасті марші; *є* – плитні марші без фризівих східців

Сходи виготовляють з бетону класу С25/30. Касів використовують арматуру класів розмірних елементів сходів показано на рис. 5.43.

Рис. 5.43. Армуння конструктивних елементів сходів:
а – сходового маршу;
б – плити площадок



Покриття – верхня бу, горищного перекриття, несучих елементів покриття і покрівлі та виконує

комплекс несучих й огорожувальних функцій. Основними функціями покриття є виділення будівлі у просторі, відведення атмосферних опадів, захист приміщень від впливів температури зовнішнього середовища. Покриття виконують плоскими (горизонтальними і нахиленими), багатограними або криволінійними.

Проектування покриттів будівель в Україні виконують з дотриманням вимог ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд» [18]. Водовідведення з покриттів влаштовують кількома способами: зовнішнім організованим водовідведенням із застосуванням карнизних жолобів або підвісних лотків, водостічних труб і деталей їх закріплення для будівель до п'ятих поверхів включно (за висоти карниза будівлі від планувальної відмітки землі до 18 м; зовнішнім неорганізованим водовідведенням за умови обов'язкового влаштування козирків над входами і балконами верхнього поверху та виносу карниза за площину стіни не менше, ніж на 600 мм, для будівель до двох поверхів включно (за висоти карниза від планувальної відмітки землі до 7 м); внутрішнім водостоком з організованим водовідведенням за допомогою спеціальних водозбірних лотків, водоприймальних лійок і системи водовідвідних трубопроводів (за висоти карниза від планувальної відмітки землі понад 18 м).

Для швидкого стікання води з покриття схилам надають раціонального похилу (кут між схилом і горизонтальною площиною), який може виражатися в градусах, у відсотках, у вигляді простого або десятинного дробу, через тангенс кута. Похилом покриття є кут між лінією найбільшого схилу та її проекцією на горизонтальну площину (рис. 6.1). Для переходу від однієї розмірності (i , %) похилу покриття до іншої (α , град) використовують формулу

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,01 \cdot x, \quad (1.1)$$

де α – кут похилу покриття; x – розмірність у відсотках.

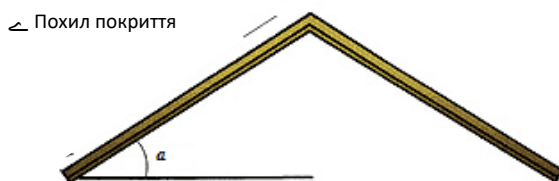


Рис. 6.1. Похил покриття
У покриття називають **похиленими**,

якщо $i = 27 \dots 100\%$ ($\alpha = 15^\circ \dots 45^\circ$), або **плоскими**, якщо $i = 1,0 \dots 27,0\%$ ($\alpha = 0,6^\circ \dots 15^\circ$). Від похилу залежить відведення атмосферної води і скидання снігу. За крутих похилів сніг на покриттях будівель практично не затримується та не утворюються «снігові мішки», які через обледеніння та розтавання снігу можуть зруйнувати їх конструкції.

Вибір похилу покриття залежить від кліматичних умов, архітектурних вимог і матеріалу покрівлі. На території України в районах з великою кількістю снігового покриву в разі застосування покрівельного матеріалу з нещільними стиками (глиняна черепиця) схили покриття проєктують крутими, а в районах з великими значеннями вітрового тиску влаштовують більш пологі покрівлі для зменшення на них тиску вітру.

Горищні скатні покриття проєктують для будівель заввишки до п'ятьох поверхів, невеликої ширини (до 12...15 м). Простір горища використовують для розміщення елементів інженерного обладнання та контролю за станом несучих конструкцій покриття і покрівлі. У межах об'єму під схилами покриття можна влаштовувати житлові приміщення – мансарди. Похилі покриття досить різноманітні. Їх форма залежить від призначення будівлі, конфігурації плану, об'єму будівлі та загального архітектурного рішення (рис. 6.2).

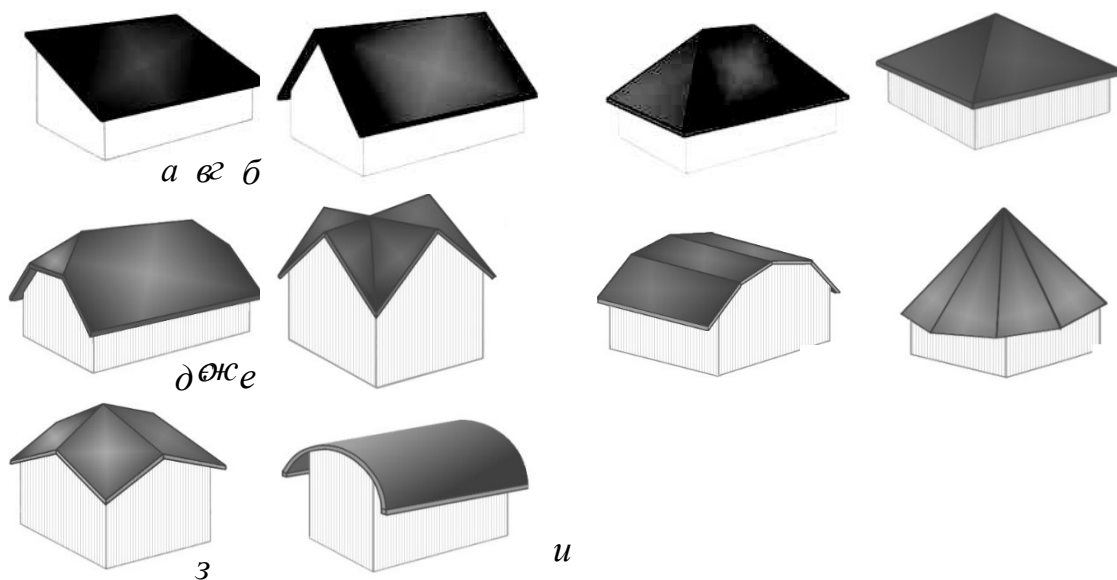
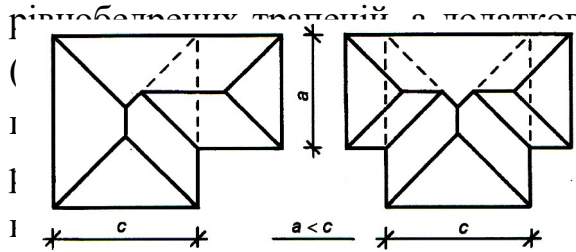
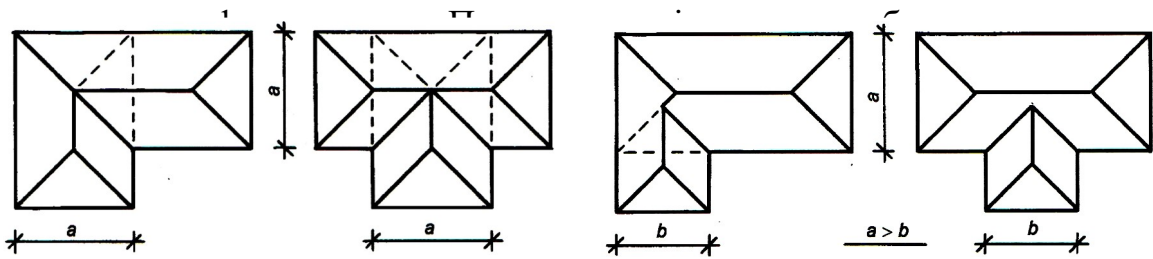


Рис. 6.2. Види похилих покриттів:

а – односхиле; *б* – двосхиле; *в* – чотирисхиле (вальмове); *г* – шатрове;
д – напіввальмове; *е* – багатощипцеве; *є* – мансардне; *ж* – шпилеподібне;
з – з косих поверхонь; *и* – склепінчасте

Односхилі покриття, з яких вода відводиться в один бік будівлі, мають найпростішу форму (6.2, *а*). Такі покриття влаштовують для невеликих житлових будинків, господарських прибудов до будівель, веранд, ганків, тимчасових споруд тощо (рис. 6.2, *а*). Двосхиле покриття утворюється двома схилами прямокутної форми, спрямованими у протилежні боки. Трикутні верхні частини торцевих стін, які утворюються при цьому,



Рівнобедренні трикутні а. податкові схили (вальми) – форми трикутників
 (різну кількість схилів залежно від
 1 є пірамідою із схилами у формі
 1 ться в одній точці. Шатрові покриття
 1 планами у формі квадратів або
 1 рівносторонніх багатокутників (рис. 6.2, з). Напіввальмові покриття
 відрізняються від чотирисхилих тим, що нахиленими площинами у них
 зрізують тільки частини фронтонів (рис. 6.2, д). Багатощипцеві покриття
 влаштовують з'єднаннями численних схилів. Щипець – це частина стіни,
 обмежена схилами покриття (рис. 6.2, е). Мансардні покриття є різновидом
 двосхилих, але з ламаними лініями самих схилів. Кожна площина схилу є
 прямокутником, з'єднаним з іншими під тупими кутами. Мансардні
 покриття влаштовують тоді, коли горіщні приміщення використовують для
 житла або мають службове призначення (рис. 6.2, ж). Шпилеподібні
 (пірамідальні) покриття складаються з декількох трикутних схилів,
 з'єднаних у вершині. Такі покриття влаштовують у будівлях з планами у
 формі квадрата або правильного багатокутника. Високі, витягнуті вгору
 пірамідальні покриття називають шпилями (рис. 6.2, з). Покриття з косих
 поверхонь складаються з декількох площин, які спираються на несучі стіни
 і мають різні висотні рівні (рис. 6.2, з). Склепінчасті покриття у поперечному
 розрізі окреслюють дугою кола або іншими геометричними кривими
 (рис. 6.2, к).

Розглянуті види покриттів проектують для будівель з простими геометричними формами у планів. Для будівель із складними планами у вигляді сполучення прямокутників, влаштовують багатосхилі покриття (рис. 6.3).

За однакових похилів всіх схилів покриття їх лінії перетинів проходять уздовж бісектрис зовнішніх і внутрішніх кутів контуру будівлі. Побудову плану покрівлі багатоскатної послідовності: площу горизонтальної та окремі прямокутники; в усіх зовнішніх і внутрішніх кутах контуру проводять бісектриси; за точками перетину бісектрис визначають положення гребеня і межі окремих схилів. Ускладнення форми покриття призводить до ускладнення його конструкції та збільшення витрат матеріалів. Що складніше покриття, то більше в ньому розжолобків, в яких накопичується сніг, що призводить до збільшення навантажень на несучі елементи покриття.

Рис. 6.3. Побудова планів багатосхилих покриттів

Приклади архітектурних рішень похилих покриттів малоповерхових житлових будинків наведено на рис. 6.4.



Рис. 6.4. Архітектурні рішення похилих покриттів житлових будинків

Архітектуру похилих покриттів визначають такі характеристики: загальна форма (об'єм); кути похилу схилів; елементи покриття; карнизні та фронтонні звисання; водостоки (водостічні ринви і труби); структура поверхні та колір покрівельного матеріалу (рис. 6.5, 6.6).

Рис. 6.5. Елементи похилого покриття:

- 1 – ребро; 2 – вальма;
- 3 – розжолобок;
- 4 – скат; 5 – гребінь;
- 6 – слухове вікно;
- 7 – фронтонне звисання;
- 8 – фронтон;
- 9 – карнизне звисання;
- 10 – водостічна лійка;
- 11 – водостічна труба;
- 12 – ринва

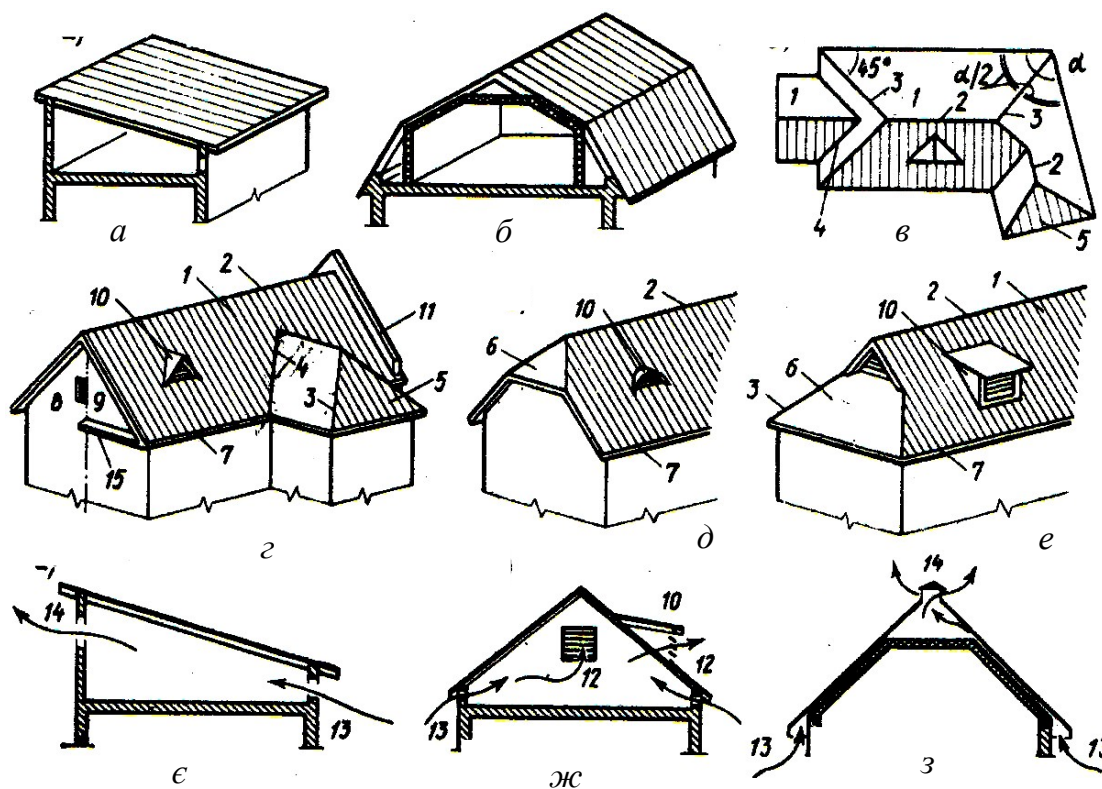
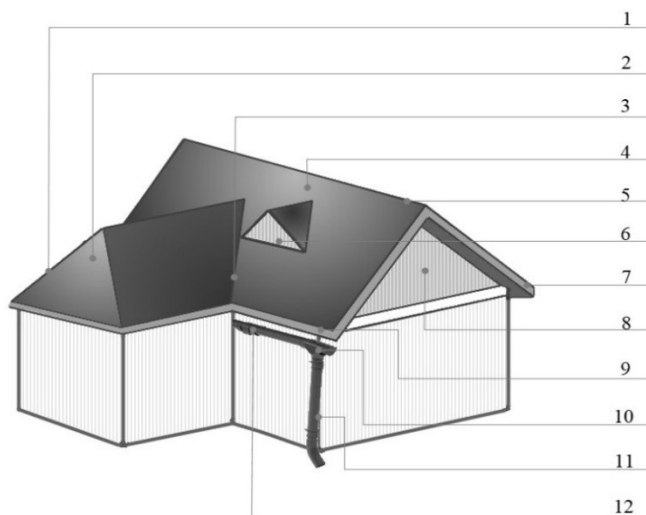


Рис. 6.6. Горищні похилі покриття: *а* – односхиле; *б* – мансардне; *в* – багатосхиле (схема плану); *г, д, е* – двосхилі покриття з фронтоном, вальмою і напіввальмою; *е, ж, з* – схеми провітрювання горищ; 1 – схил; 2 – гребінь; 3 – накісне ребро; 4 – жолобина; 5 – вальма; 6 – напіввальма; 7 – карнизне звисання; 8 – фронтон; 9 – тимпан фронтона; 10 – слухове вікно; 11 – щипець; 12 – ґрати; 13, 14 – припливні і витяжні прорізи; 15 – карниз

Основні елементи похилих покриттів: схили – нахилені площини; вальми – трикутні схили; зовнішні нахилені ребра – зовнішні нахилені кути, утворені в результаті перетину схилів; гребінь (коник) – найвищий зовнішній кут покриття, верхнє горизонтальне ребро, утворене перетином

двох схилів; розжолобки – внутрішні нахилені кути на перетині схилів, які утворюють вхідні кути; фронтони (щипці) – торці стін під двосхилими площинами; карнизні спуски – горизонтальні звисання покрівлі, які виступають за площину зовнішніх стін; фронтонні звисання – нахилені звисання покрівлі, які виступають за площину фронтонних поверхонь; слухові вікна – прорізи в схилі для освітлення і провітрювання горища та виходу на покриття; водостік – система з горизонтальних ринв, водостічних лійок і труб.

В умовах експлуатації одноквартирних будинків в Україні найраціональнішими є похилі покриття з холодними горищами (див. рис. 6.6). В таких покриттях прошарки теплової ізоляції розміщують в конструкціях горищних перекриттів. Виняток становлять нахилені ділянки покриттів над мансардними поверхами, в яких влаштовують безгорищні суміщені покриття (див. рис. 6.6, *и*). Для запобігання літньому перегріванню та утворенню конденсату взимку, горища провітрюють (див. рис. 6.7, *ж*, *з*). Для цього використовують слухові вікна, розміщені уздовж будівлі (низ слухових вікон на 1000...1200 мм вище від верху горищних перекриттів); прорізи у фронтонах або стінах; вентиляційні прорізи під карнизами; витяжні труби, розміщені уздовж гребеня покриття. Ефективного провітрювання досягають тоді, коли вікна або припливні прорізи розміщують нижче (біля карнизів), а витяжні – вище (біля гребеня) і на протилежних схилах (рис. 6.7).

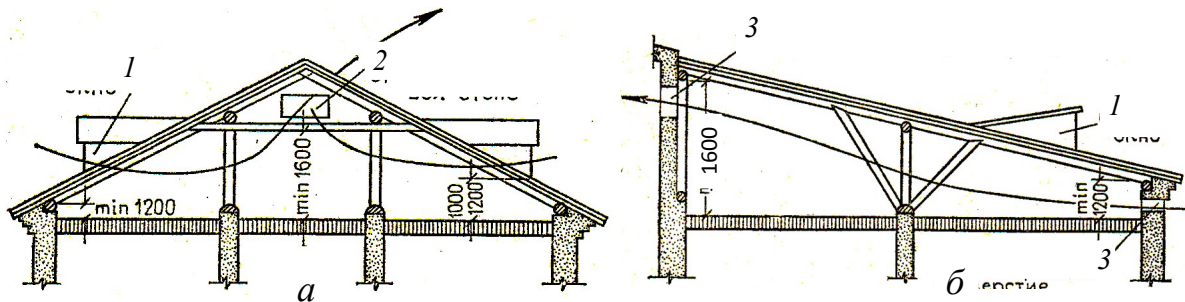


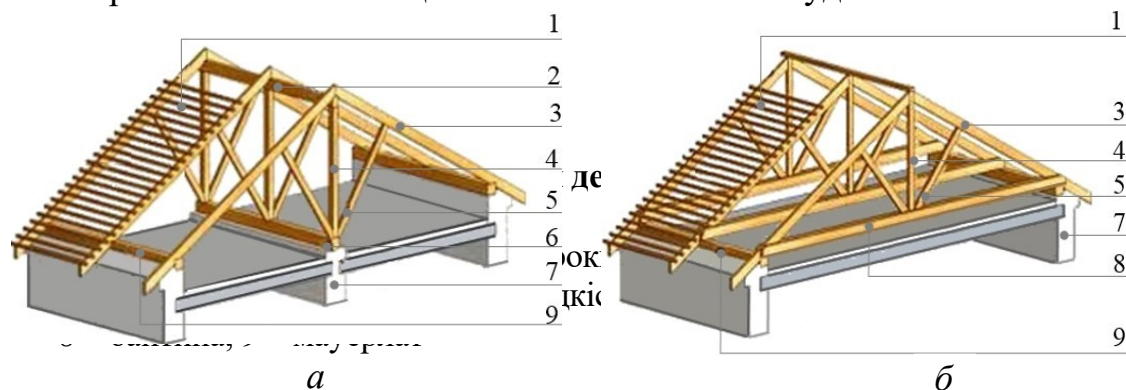
Рис. 6.7. Горищні покриття, габарити і вентиляція:

a – дво- і чотирисхиле; *б* – односхиле; 1 – слухове вікно; 2 – проріз у фронтоні, тимпані або щипці; 3 – проріз у стіні

Холодні горища будівель повинні мати безперешкодний прохід по укладених на горищних перекриттях ходових дошках. Найменша висота горища у місцях проходів має становити 1 600 мм, а ширина – 1 200 мм (рис. 6.7). За вимогами ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд» [18] мінімальна висота горища у зоні карнизів повинна бути 1200 мм, для можливого огляду ділянок примикання покриття до зовнішніх стін та періодичного огляду і ремонту конструкцій.

6.2. Конструктивні рішення похилих покриттів

За конструктивним рішенням кроквяні системи поділяють так: **приставні** (рис. 6.8, *а*), в яких крокви спираються кінцями і середніми частинами на зовнішні та внутрішні стіни будівлі, та **висячі** (рис. 6.8, *б*), які спираються тільки кінцями на зовнішні стіни будівлі.



6.3. Приставні крокви

Приставні крокви влаштовують, коли відстані між опорами не перевищують 6,5 м. За наявності однієї внутрішньої опори ширина може бути збільшена до 10...12 м, а за двох опор – до 16 м. Найпростішим видом несучих конструкцій для влаштування горищних похилих покриттів є приставні крокви (рис. 6.9...6.13).

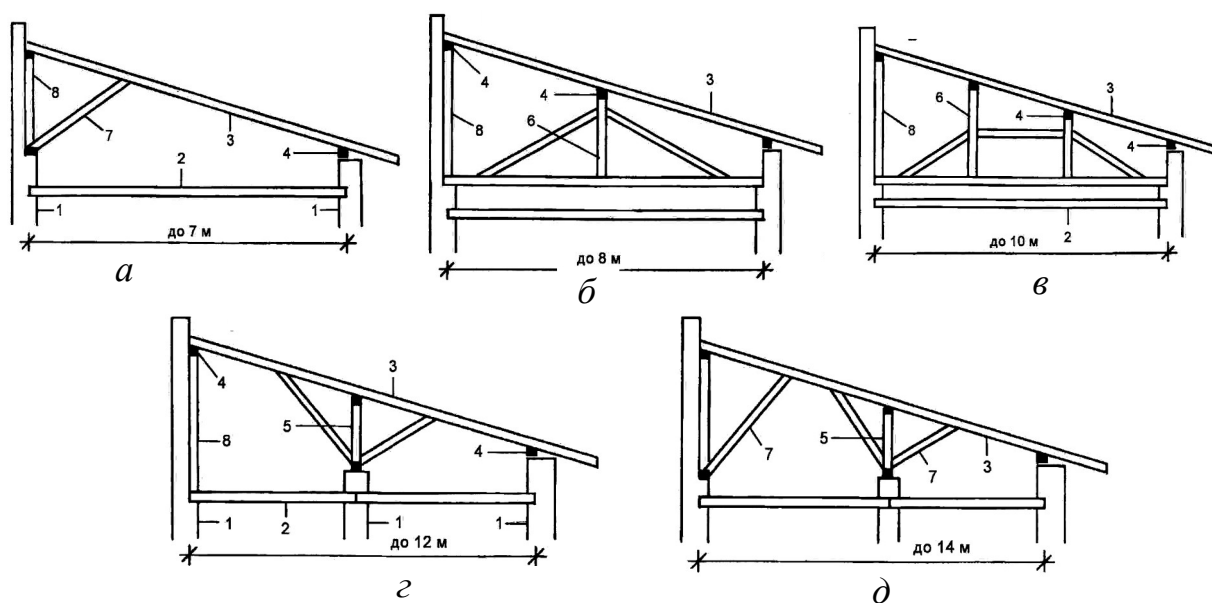


Рис. 6.9. Кроквяні конструкції односклих покриттів:

1 – стіна; 2 – перекриття; 3 – кроква; 4 – підкроквяний брус; 5 – стояк;
6 – стояк шпренгеля; 7 – підкіс; 8 – пристінний стояк

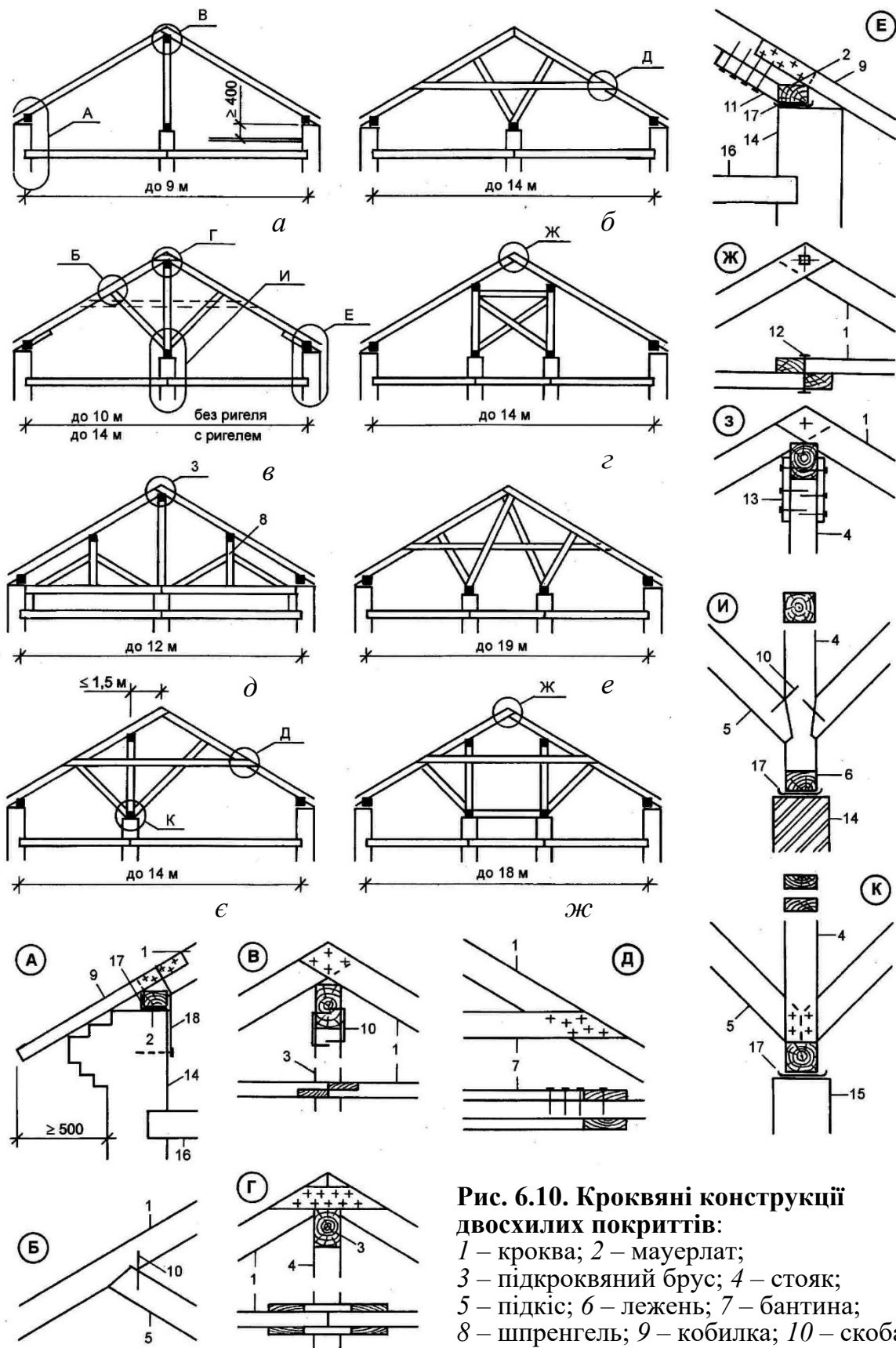


Рис. 6.10. Кроквяні конструкції двосхилих покриттів:

- 1 – кроква; 2 – мауерлат;
- 3 – підкроквяний брус; 4 – стояк;
- 5 – підкіс; 6 – лежень; 7 – бантина;
- 8 – шпренгель; 9 – кобилка; 10 – скоба;
- 11 – упорний брус; 12 – болт;
- 13 – накладка; 14 – стіна; 15 – стовп;
- 16 – перекриття; 17 – гідроізоляція;
- 18 – дротяна скрутка

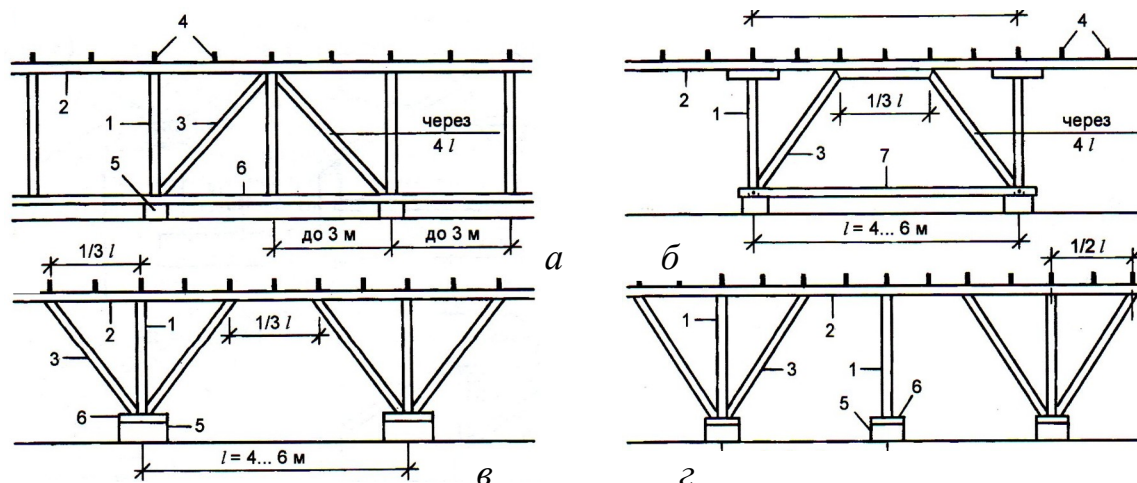
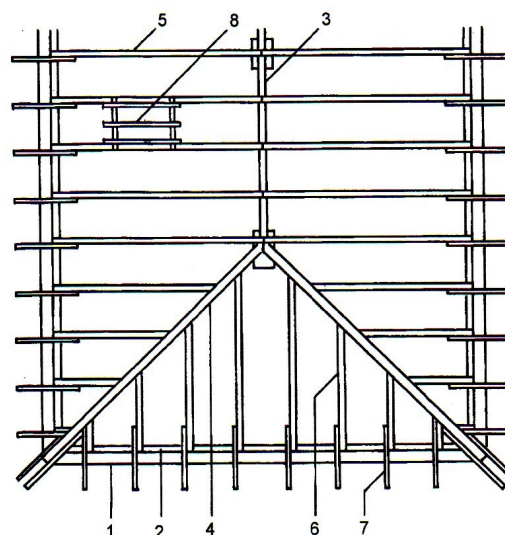


Рис. 6.11. Схеми поздовжніх кроквяних рам та їх елементи: 1 – стояк; 2 – балка підкrokвяна; 3 – підкіс; 4 – кроквя; 5 – опорний стовпчик; 6 – лежень; 7 – хомут

Рис. 6.12. Фрагмент плану кроков вальмового покриття:

1 – стіна; 2 – мауерлат; 3 – підкrokвяна балка; 4 – діагональна кроквина; 5 – кроквя; 6 – наріжник; 7 – кобилка; 8 – каркас слухового вікна



Несучими конструкціями похилих покриттів є крокви, стояки, підкоси, мауерлати, лежні, підкrokвяні балки, ферми, лати, які найчастіше виготовляють з деревини, а іноді з металу або залізобетону.

Кроквяні системи з приставними кроквями складаються з паралельно розміщених нахилених балок (кrokвяних ніг), спертих нижніми кінцями на мауерлати, які розподіляють навантаження на зовнішні стіни, а верхніми – на підкrokвяну балку, яку підтримують стояки, сперті на лежень, прикріплений до внутрішніх стін або стовпів (рис. 6.13). Відстані між стояками зазвичай становлять 3000...4000 мм. За більшої відстані, для полегшення роботи підкrokвяної балки вводять поздовжні підкоси, кроквяна система стає складнішою (рис. 6.13, б). Відстані між суміжними кроквяними ногами визначають відповідно до конструкції та несучої здатності лат, на яких закріплена покрівля. У разі суцільних або брущатих розріджених лат відстані між кроквями беруть в діапазоні 1000...1500 мм.

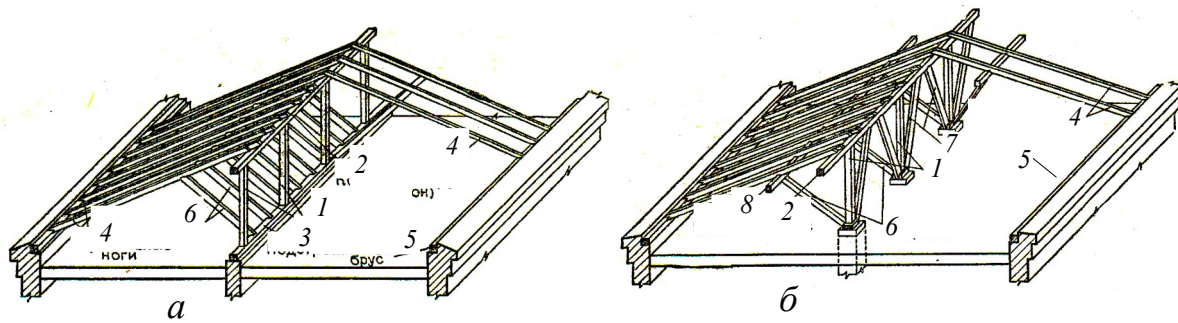


Рис. 6.13. Кроквяні системи з приставними кроквями:

a – спирання стояків на внутрішню поздовжню стіну; *б* – те саме, на стовпи;
 1 – стояки; 2 – балка підкроквяна; 3 – лежень; 4 – кроква; 5 – мауерлат;
 6 – поперечні підкоси; 7 – поздовжні підкоси; 8 – прогін

Таким чином, особливістю приставних кроквяних конструкцій похилих покриттів є наявність внутрішніх опор в будівлі (стін або стовпів). В таких випадках кроквяні ноги працюють як балки і передають на опори вертикальні навантаження. Для зменшення вільного прогону кроквяних ніг, які працюють на згинання, в конструкцію покриття вводять підкоси, що спираються нижніми кінцями на лежень (брус або колоду). Кут між підкосом і вертикальною віссю не повинен перевищувати $40...45^\circ$. Для покращення поперечної жорсткості кроквяної системи до кроквяних ніг прикріплюють (прибивають) бантини.

У разі зміщення внутрішньої опори від середньої осі будинку конструкція кроков набуває вигляду, як на рис. 6.10, *є*.

За наявності в будівлі двох рядів внутрішніх стовпів або двох поздовжніх стін установлюють дві верхні підкроквяні балки на два ряди стояків (див. рис. 6.10, *е, з, ж*). В таких випадках введення в кроквяну систему бантин є обов'язковим. Якщо довжина кроквяних ніг перевищує довжину лісоматеріалів, їх проєктують складеними. Поздовжні прогони, за значної довжини, спирають на шпренгелі (див. рис. 6.10, *д*).

Для зменшення вільного прогону і досягнення жорсткості кроквяної системи установлюють поздовжні підкоси (див. рис. 6.11). Спирання підкроквяної балки на підкоси влаштовують на відстані $0,15...0,2$ прогону між стояками. Прогін і лежень, стояки і підкоси разом утворюють кроквяну раму (рис. 6.11), яка сприймає навантаження від кроквяних ніг і забезпечує жорсткість системи у поздовжньому напрямку.

Вальмові схили утворюють за допомогою діагональних (накісних) кроквяних ніг, спертих верхніми кінцями на підкроквяну балку, а нижніми – на мауерлати, і наріжників (коротких кроквяних ніг) (див. рис. 6.12).

Усі дерев'яні елементи кроков у місцях стикування ізолюють від кам'яної кладки шаром руберойду або поліетиленової плівки.

Орієнтовні розміри поперечних перерізів елементів систем приставних кроков у будівлях з похилими покриттями можуть бути призначені за табл. 6.1 залежно від величини навантаження і типу деревини (колоди, бруси, дошки).

Таблиця 6.1

Орієнтовні розміри поперечних перерізів елементів приставних кроков

Основні елементи приставних кроков	Види деревини		
	Колоди	Бруси	Дошки
	Діаметр, мм	Переріз ($b \times h$), мм	Кількість дощок і розміри перерізів ($b \times h$), мм
Кроквина	120...160 через 1300...1500	120...140x160x180 через 1300...1500	1-2(40...50x160x180) через 1000...1200
Бантина	130/2	40 x120	2 (5 x 120...150)
Діагональна кроквина	140...160	160 x 180	2 (40...50 x 180)
Підкроквяна балка	180...220	120...180 x 180	2 (40...50 x 160...180)
Стояк	130...180 через 3000...4500	120...140x 20...140 через 3000...4500	2(40...50x160...180) через 3000...4500
Підкоси	130...160	120...140x 20...140	2 (40...50 x 100...120)
Лежень	120...200	120...140x 20...140	2 (40...50x140)
Мауерлат	160...200	160...200x160...200	–

Мауерлати із суцільних антисептованих колод або брусів укладають на кам'яні зовнішні стіни будівель по шару рулонного гідроізоляційного матеріалу. Для можливості огляду стану мауерлатів й опорних кінців кроков нижня поверхня мауерлатів розміщується вище від верху горищного перекриття на 500 мм.

Для сприйняття вітрових навантажень кроквяні ноги через одну закріплюють дротяними скрутками діаметром 4...6 мм на вбитих у стіну костилів або до монтажних петель залізобетонних плит горищного перекриття. Карнизні звисання покрівлі утворюють кобилками – короткими дошками, які прибивають гвіздками до кроквяних ніг, пропускають в кладці зовнішніх стін і випускають за їх поверхню.

Для скорочення термінів будівництва, зменшення трудомісткості та витрат деревини використовують індустріальні конструкції збірних

дерев'яних кроков, які виготовляють на заводах у вигляді укрупнених елементів (дерев'яних щитів) і монтують на будівельних майданчиках (рис. 6.14). Кроквяні щити складаються з кроквяних ніг, брускових лат і діагональних розкосів. Об'єднані в опорні рами (рис. 6.14, 5), вони створюють просторову жорсткість системи

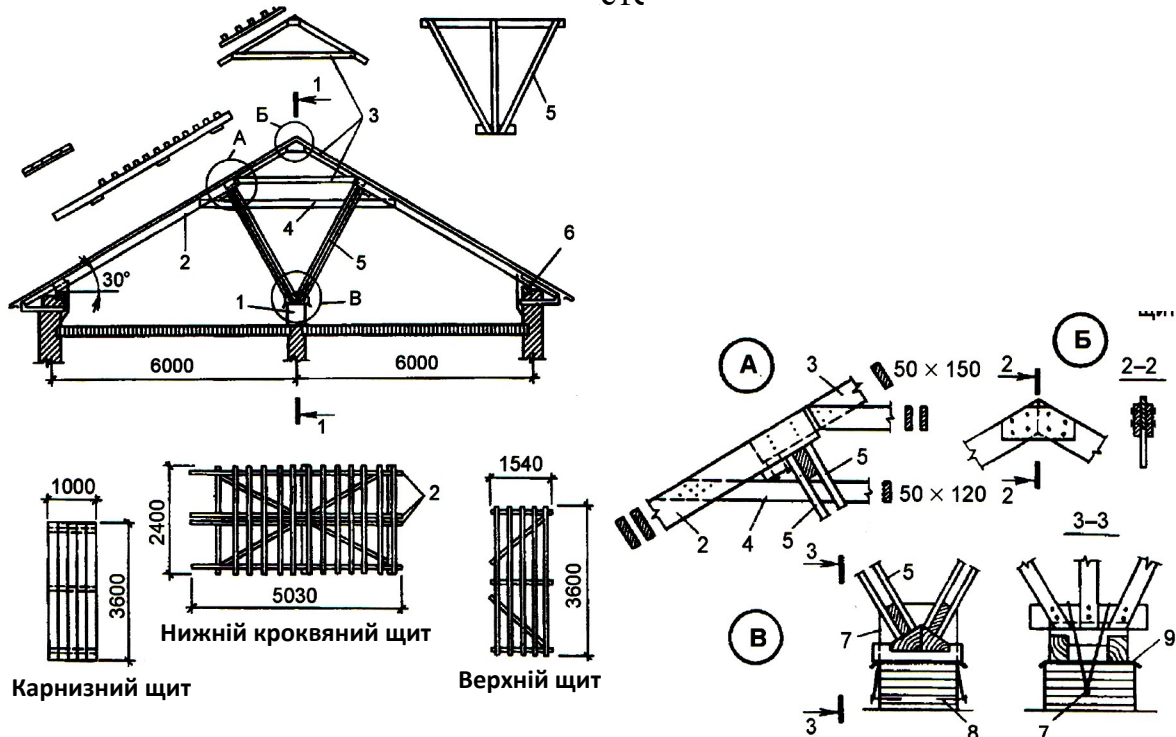
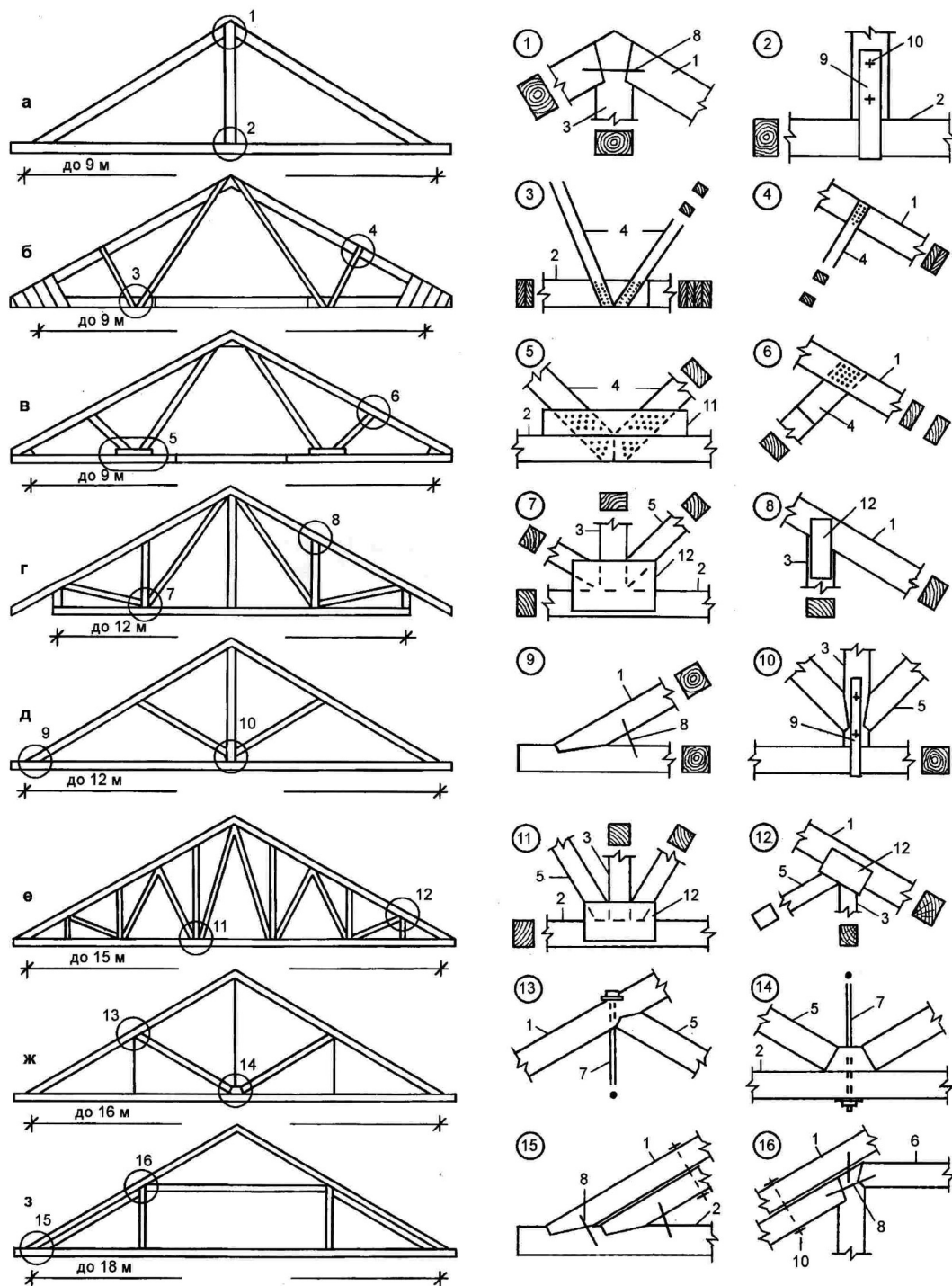


Рис. 6.14. Індустріальні конструкції збірних дерев'яних кроков:

- 1 – стіна або опора; 2 – кроквяні ноги щита; 3 – гребенева фермочка;
 4 – бантина; 5 – опорна рама; 6 – мауерлат; 7 – дротяна скрутка;
 8 – костиль; 9 – рулонна гідроізоляція

6.4. Висячі крокви

Висячі крокви, або кроквяні ферми, похилих покриттів використовують тоді, коли немає внутрішніх несучих стін або опор в будівлях, для більшої гнучкості планування внутрішніх приміщень (рис. 6.15). **Кроквяною фермою** називають несучу конструкцію, яка складається із системи стержнів (дошок, брусів, сталевих профілів), шарнірно з'єднаних своїми кінцями. Місця з'єднань називають вузлами ферм. Стержні контуру утворюють верхні та нижні пояси ферм. Вертикальні стержні, всередині контуру називають стояками, або підвісками, нахилені стержні – розкосами. Всі стержні разом утворюють ґрати, а тому ферму називають ґратовою конструкцією. Найдоцільнішим способом навантаження кроквяних ферм є прикладання навантажень у вузлах, тоді всі стержні кроквяних ферм працюють тільки на осьові



зв'язки – стискання або розтягвання на відміну від кроквяних балок

Рис. 6.15. Висячі крокви – кроквяні ферми похилих покриттів:

- 1 – верхній пояс ферми; 2 – затяжка; 3 – стійка; 4 – розкіс; 5 – підкіс;
 6 – бантина; 7 – сталеві підвіски; 8 – скоба; 9 – сталевий хомут; 10 – болт;
 11 – дерев'яна накладка; 12 – металеві з'єднувальні пластини

a

Метою використання в горищних покриттях кроквяних ферм (висячих кроків) є утворення двосхилого покриття без внутрішніх опор і

Підвішвання до нижнього поясу ферм несучих конструкцій горішнього пер

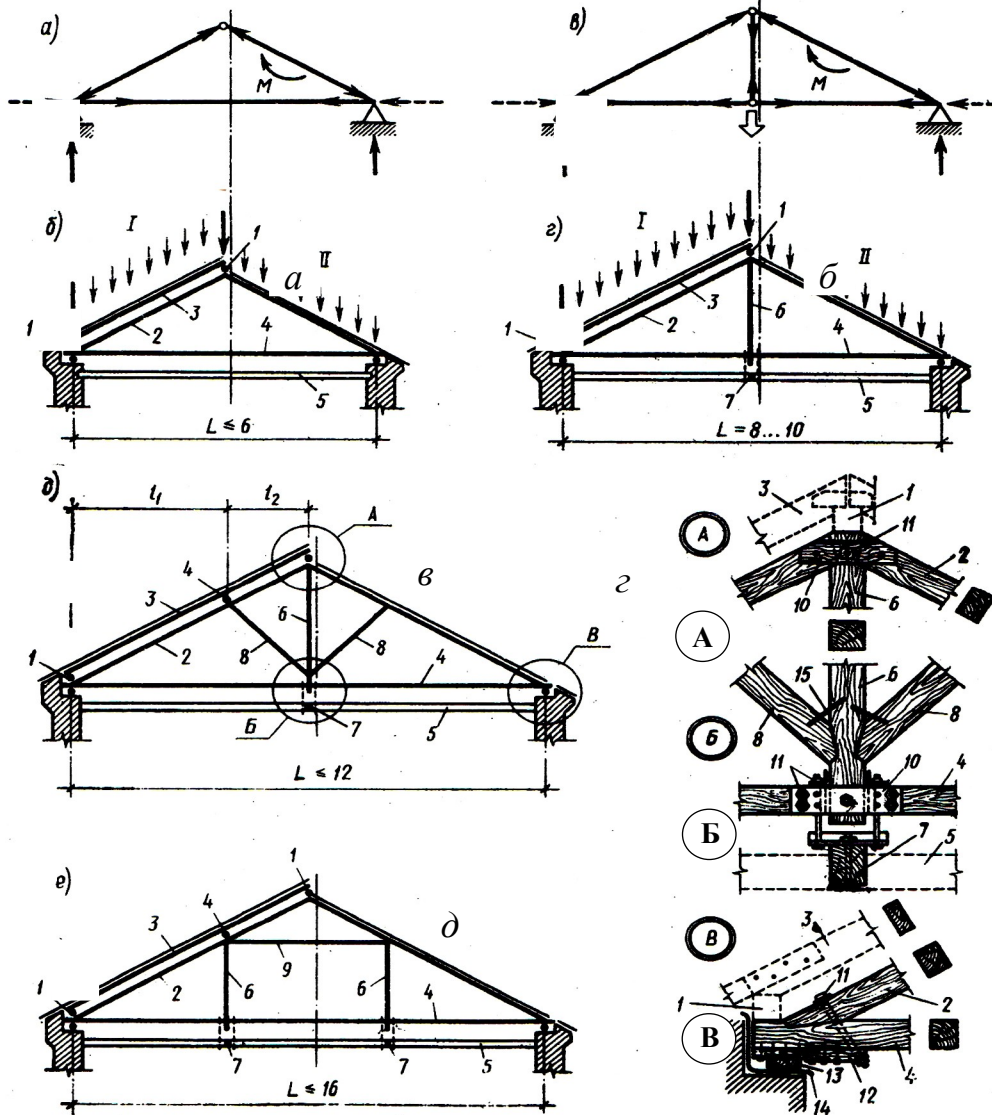


Рис. 6.16. Висячі крокви похилих покрів: а, б –

схеми розподілу зусиль; в, г – варіанти завантажень (I – через додаткові кроквяні ноги; II – через лати); д, е – можливі схеми; 1 – прогін; 2, 4 – верхній і нижній пояси ферм; 3 – кроквяна нога; 5 – балка горішнього перекриття; 6 – підвіска; 7 – прогін горішнього перекриття; 8 – підкіс; 9 – ригель; 10 – сталева накладка; 11 – болт; 12 – прибоїна; 13 – антисептована дошка; 14 – руберойд; 15 – скоба

Найпростішою формою кроквяних ферм є трикутна форма з шарнірно з'єднаними двома верхніми і одним нижнім елементами (рис. 6.16, а). У разі прикладання навантаження у верхньому куті через поздовжній прогін, а в нижньому – через мауерлат, які підтримують звичайні приставні крокви (рис. 6.16, вузли А і В), верхні пояси ферми працюють на осьове стискання,

а нижній пояс – на осьове розтягування. У таких випадках кроквяні ферми встановлюють з кроком 3...4 м.

За інших способів завантаження кроквяних ферм на стрижні верхніх поясів ферм безпосередньо спирають лати, вони стають кроквяними ногами і працюють на згинання (рис. 6.16, в, з, II). У таких випадках крок кроквяних ферм повинен бути в межах 800...1400 мм.

Якщо відстань між зовнішніми стінами будівлі $L = 8\ 000...10\ 000$ мм, балки горищного перекриття підвішують до нижнього поясу кроквяних ферм. До складу ферм вводять підвіски, до яких підвішують затяжку і поздовжні бруси горищного перекриття (рис. 6.16, вузол Б). У разі прогонів L понад 10 м, зменшують розрахункову довжину стержнів верхнього поясу (вводять підкоси) і зменшують розрахункову довжину балок горищних перекриттів (рис. 6.16, д, е). Для цього вводять додаткові підвіски, у вузлах ферм укладають прогони, а по них приставні крокви.

У дерев'яних кроквяних фермах з'єднання елементів виконують за допомогою врубок, накладок і болтів (рис. 6.15, 6.16, вузли А, Б і В). Ферми укладають на зовнішні стіни будівлі через опорні прокладки з передаванням на стіни тільки вертикальних сил. Стійкості кроквяним фермам надають в'язі: вертикальні поздовжні – по стояках або розкосах ферм і горизонтальні – по верхньому поясу ферм.

6.3. Покрівлі

Огороджувальна частина покриття складається з покрівлі та лат, які в горищних покриттях укладають по дерев'яних кроквах.

Покрівля – верхній огорожувальний елемент покриття, який захищає будівлю від проникнення атмосферних опадів у вигляді дощу і талого снігу. Основою під покрівлю для похилих (скатних) покриттів з жорстких елементів (черепиця, шифер, металеві листи) є лати.

Лати – частина покриття будівлі, основа покрівлі, до якої прикріплюють покрівельний матеріал (рис. 6.17). Лати сприймають навантаження від ваги покрівлі та снігу, тиску вітру і передають їх на кроквяні конструкції. В будівництві використовують дерев'яні лати з брусків або дощок, укладених із зазорами або у вигляді одинарних чи подвійних суцільних настилів. У подвійних настилах нижній шар дощок виконують розрідженим, а верхній – з листів OSB (рис. 6.17, д).

Вибір лат залежить від типу покрівлі. Розріджену систему лат використовують під покрівлі, зібрані з окремих плиток або листів – черепиці, азбестоцементних листів, листів оцинкованої сталі або

кроков прибивають контрлати у вигляді брусків з розмірами 20...25 × 50...60 мм.

Вибір покрівельних матеріалів залежить від багатьох факторів: характеристики будівлі – призначення, висоти, температурно-вологісного режиму, ступеня вогнестійкості тощо; конструктивних особливостей несучих елементів покриття; кліматичних умов району будівництва; номенклатури наявних будівельних матеріалів, можливостей будівельних організацій та фінансових можливостей замовника; архітектурно-художніх вирішень будівлі, традицій та смаків.

Основною вимогою до покрівель є надійне відведення води, якого досягають похилом їх схилів у межах $i = 1...200\%$ ($0,6^\circ...63^\circ$). Величина похилу схилів залежить від щільності покрівельного матеріалу, призначають її, дотримуючись рекомендацій (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Характеристики покрівель горіщних покриттів

Вид покрівлі	Довговічність, роки	Вага, кг/м ²	Допустимий похил, % (град)
Рулонні, плівкові полімерні із захисним шаром	10...40	3...12	1...25 ($0,6^\circ...14^\circ$)
Азбестоцементні або інші хвилясті листи	20...50	8...27	20...50 ($11^\circ...27^\circ$)
Глиняна або цементна черепиця	60...100	40...50	50...100 ($27^\circ...45^\circ$)
Листи оцинкованої сталі або інших видів металу	30...50	4...6	10...100 ($6^\circ...45^\circ$)
М'які бітумні плитки (бітумний гонт)	15...50	10...18	25...100 ($14^\circ...45^\circ$)

Покрівельні матеріали оцінюють за сукупністю таких характеристик: міцність, довговічність, морозостійкість, вогнестійкість, зовнішній вигляд (декоративні властивості), особливості монтування й експлуатації, комплектація добірними елементами та екологічна чистота. Проектування покрівель виконують, дотримуючись вимог *ДСТУ Б В.2.6-95:2009 «Покрівлі. Номенклатура показників»* [27].

Для влаштування похилих покриттів малоповерхових житлових будинків використовують керамічну і цементно-піщану черепицю, м'які бітумні плитки (бітумний гонт), азбестоцементні плитки і хвилясті листи, бітумні хвилясті листи, металочерепицю і профільовані металеві листи.

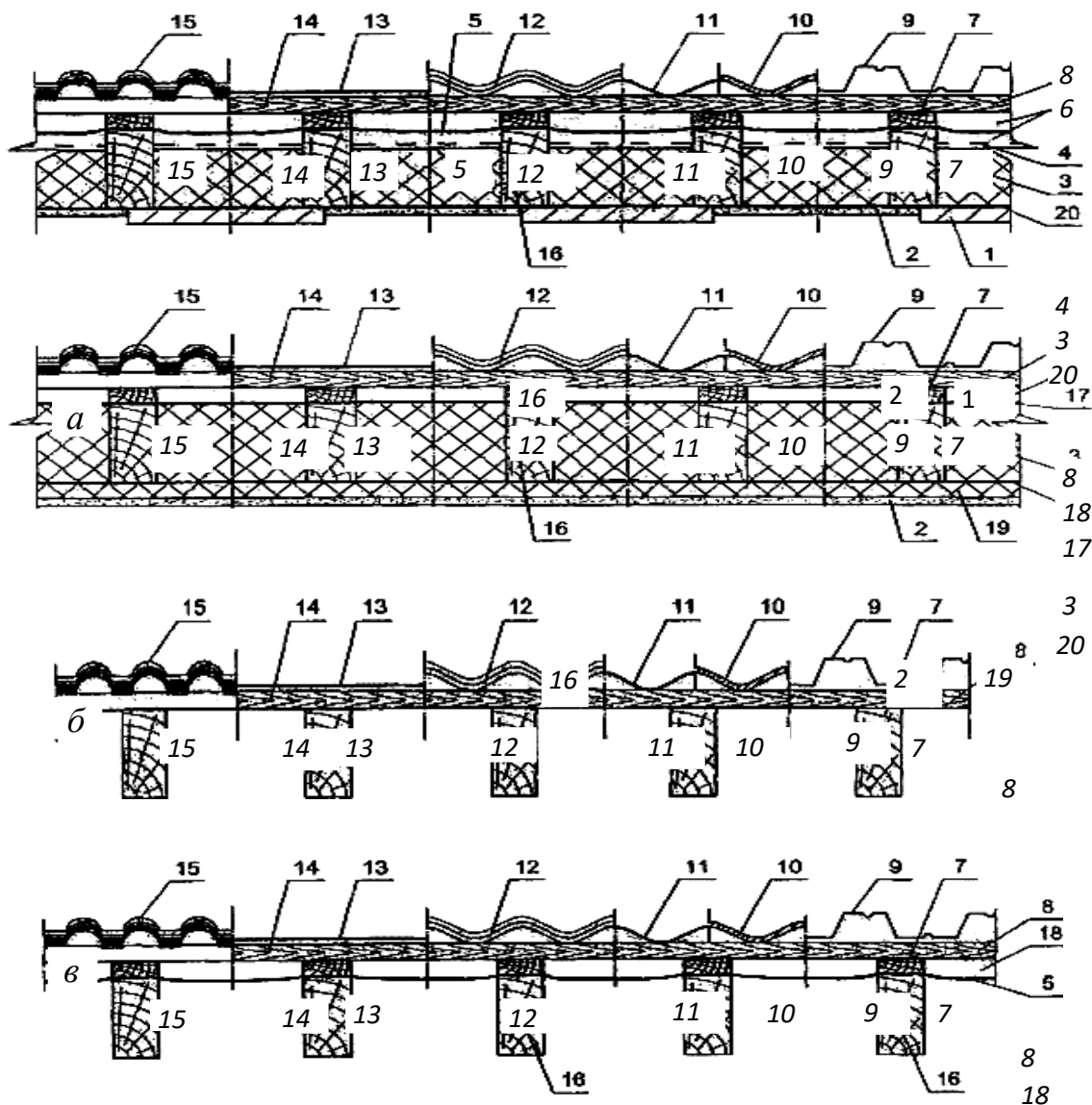


Рис. 6.18. Конструктивні рішення покрівель похилих покриттів: 5 а, б – тепле; в, г – холодне; 1 – плита опорядження стелі; 2 – гіпсокартон; 3 – теплоізоляція; 4 – вітрозахисний бар'єр; 5 – дифузійно-гідроізоляційна плівка; 6 – двоканальний вентиляційний зазор; 7 – контрлата; 8 – лата; 9 – профнастил; 10 – хвилястий лист з азбестоцементу; 11 – хвилястий бітумний лист; 12 – металочерепиця; 13 – м'які бітумні плитки; 14 – настил; 15 – цементно-піщана черепиця; 16 – кроквина; 17 – вітрозахисна дифузійно-гідроізоляційна плівка; 18 – одноканальний вентиляційний зазор; 19 – теплоізоляція; 20 – пароізоляція

Черепичні покрівлі використовують за похилу схилів від 10 до 90°, але найраціональнішими є похили 22...60°. У разі черепичної покрівлі на покриттях з похилом, меншим за 16°, потрібно влаштовувати суцільний

настил з наплавленою нижньою покрівлею, а за похилів понад 60° слід приділяти особливу увагу додатковому кріпленню черепиці до лат. Покрівлі з черепиці довговічні (понад 100 років), вогнестійкі, мають достатню теплову інерційність, вони стійкі до сонячної радіації та хімічно активних речовин, не окиснюються, інертні до біологічних впливів, забезпечують високий рівень шумоізоляції. Черепиця має низьку водопроникність і водопоглинання та високу морозостійкість. Низька теплопровідність у сполученні з масивністю матеріалу зумовлюють мінімальне утворення конденсату на внутрішній поверхні черепичної покрівлі. Плитки черепиці мають різні розміри і форму (в діапазоні $300 \times 400 \dots 350 \times 450$ мм). Недоліком покрівлі з черепиці є велика вага – $40 \dots 50$ кг/м², яка потребує використання підсиленої кроквяної системи. Систему лат під черепицю влаштовують особливо ретельно, тому що її просторове розміщення має бути строго відповідним розмірам покрівельного матеріалу. Проектуючи основу, довжину схилу вздовж кроків беруть кратною покрівельній довжині обраного виду черепиці, а довжину скату вздовж прогонів – кратною покрівельній ширині черепиці. Лати виконують з дерев'яних брусків перерізом 40×50 мм (іноді з металевих кутиків або квадратних труб). Горизонтальності і паралельності рядів лат досягають за допомогою шаблона відповідного розмірам черепиці. У жолобинах укладають суцільний настил із лат завширшки не менш як 600 мм з дощок завтовшки не менше, ніж 30 мм.

Черепицю поділяють на керамічну (глиняну), цементно-піщану та полімерно-піщану, а за формою на плоску або пазову, хвилеподібну у вигляді однієї або двох хвиль і жолобчасту (рис. 6.19). Керамічна черепиця – найпоширеніший у світі матеріал, який за привабливістю, якістю і довговічністю вже декілька століть не має конкурентів. Для виготовлення керамічної черепиці використовують глиняні маси, які формують у вигляді плиток у спеціальних формах, а потім випалюють у печах, що зумовлює високу ціну керамічної черепиці. Природного червоно-цегляного кольору черепиці надають оксиди заліза, а відтінки залежать від особливостей використаної глини.

Форма черепиці визначає спосіб її укладання і сферу використання. Плоска черепиця має вигляд плоских плиток з округленими кінцями. Її укладають «знизу вгору» з напуском і зміщенням на 0,5 черепиці так, щоб кожна верхня черепиця накривала стик двох розміщених нижче. Таким чином утворюється двошарова покрівля. Плоска пазова черепиця по горизонтальних і вертикальних ребрах має пази для замкових з'єднань із суміжними плитками, які слугують більш надійному кріпленню та

водонепроникності покрівлі. Хвилеподібна і жолобчаста черепиця можуть мати одну або дві хвилі (жолоби) та майже завжди виступають з горизонтальних ребрах.

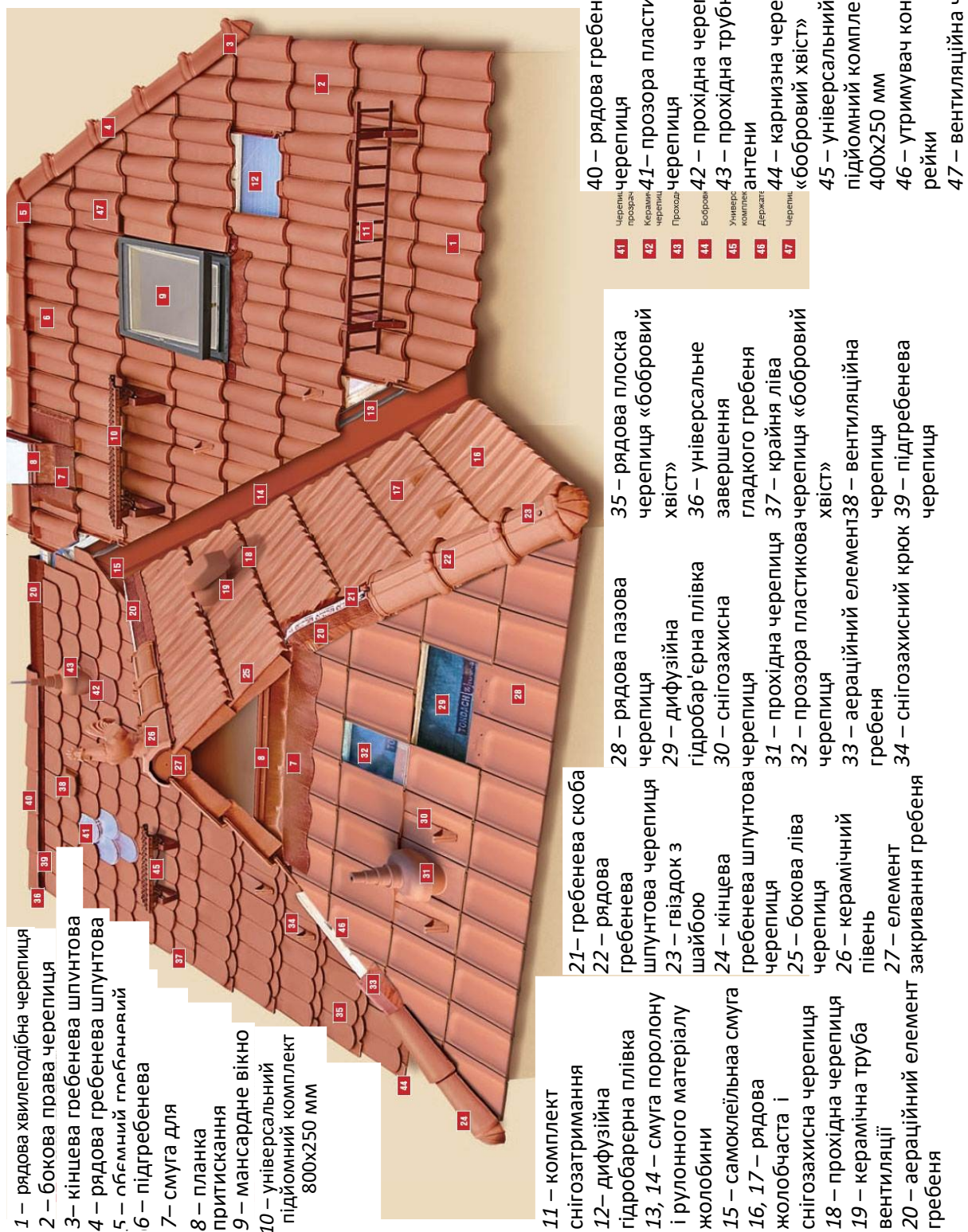


Рис. 6.19. Основні типи і додаткові (добірні) елементи покрівлі з керамічної черепиці

Додаткові (добірні) елементи черепичної покрівлі досить різноманітні (рис. 6.19). Влаштуваючи черепичну покрівлю, особливу увагу приділяють питанням її вентиляції та снігозатримання. Використання черепичних елементів з вентиляційними прорізами запобігає утворенню конденсату на спідній поверхні черепиці. Елементи снігозатримання захищають людей і водостічні жолоби від лавиноподібного сходження снігу.

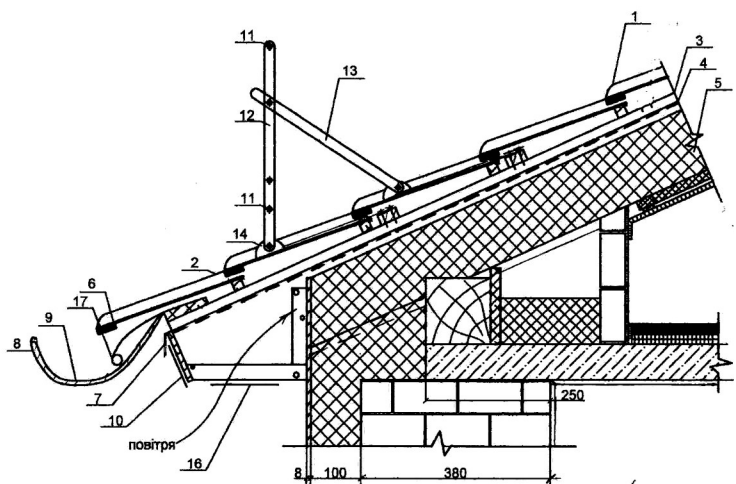
Висока собівартість завжди обмежувала широке використання керамічної черепиці, а тому для її здешевлення були розроблені технології заміни глини цементно-піщаними сумішами. В таких матеріалах практично повторюються форми керамічних черепичних плиток і зберігаються їх основні переваги.

Полімерно-цементну черепицю виготовляють з відходів поліетилену, які змішують з гарячим піском і барвниками, розплавляють, а потім пресують. Така черепиця має високу ударну міцність, стійка до впливів грибків, має меншу вагу, але й короткий терміни експлуатації.

Цементно-піщану черепицю виготовляють з портландцементу, кварцового піску і пігментів на основі оксиду заліза. Така черепиця набирає міцності у процесі твердіння цементно-піщаного розчину (в процесі експлуатації) та повільніше старіє.

Монтують черепичну покрівлю, укладаючи черепицю рядами знизу вгору. Кожна плитка черепиці має на спідньому боці спеціальний виступ, яким її чіпляють до лат. Плитки пазової черепиці додатково з'єднують між собою в пазах для утворення суцільного покрівельного килима. Черепицю карнизних і фронтонних звисань, гребенів, жолобин, примикань до виносних елементів покриття додатково механічно закріплюють шурупами або клямерами. Вузли влаштування черепичної покрівлі в похилих покриттях наведено на рис. 6.20...6.22.

Рис. 6.20. Карниз похилого покриття: 1 – черепиця; 2 – лати; 3 – контрлати; 4 – гідробар'єр; 5 – утеплювач; 6 – клиноподібний брус; 7 – крапельник; 8, 9 – жолоб і елементи його кріплення; 10 – підшивка карниза; 11...15 – елементи снігоутримувача; 16 – вентиляційна стрічка; 17 – фартух



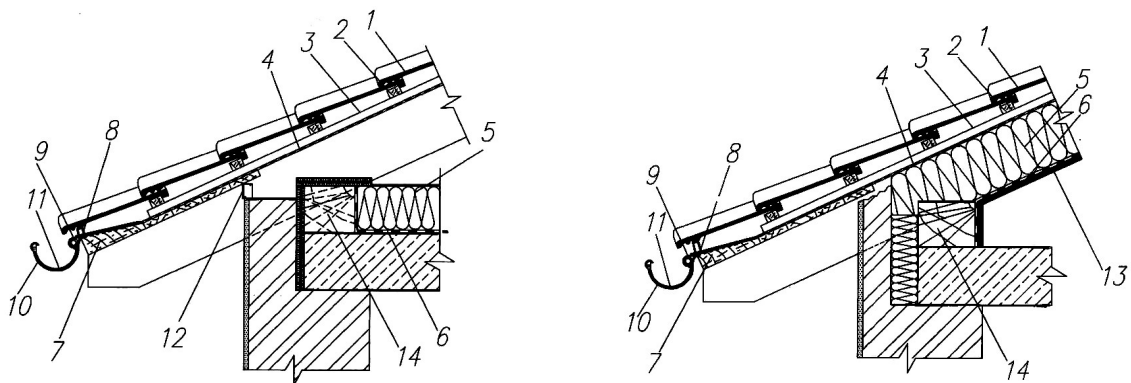


Рис. 6.21. Карнизи похилого *a* криття з виносом, *б* – крівля з черепиці, один вентиляційний зазор): *a* – з холодним горіщем; *б* – з мансардою; 1 – черепиця; 2 – лати; 3 – контрлати; 4 – гідробар’єр; 5 – утеплювач; 6 – пароізоляція; 7 – клиноподібний брус; 8 – аераційний елемент звисання; 9 – фартух звисання; 10 – кріплення жолоба; 11 – жолоб; 12 – дошка; 13 – внутрішня обшивка

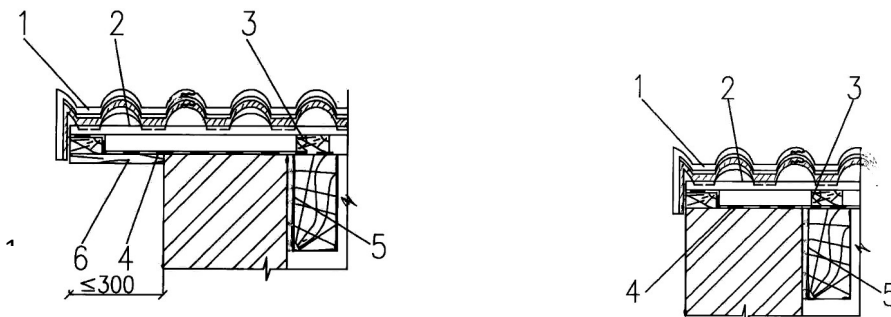


Рис. 6.22. Фронтони похилого *a* криття (покрів *б* з черепиці): *a* – з виносом; *б* – без виносу; 1 – бокова черепиця; 2 – лата; 3 – контрлата; 4 – гідробар’єрна плівка; 5 – кроквина; 6 – підшивка фронтону

Покрівлі з неметалевих листів і плиток

Азбестоцементні хвилясті листи (шифер) – дешевий, легкий у монтажуванні та один з найпоширеніших покрівельних матеріалів в Україні. Азбестоцементні листи отримують як результат формування суміші портландцементу, азбесту і води з подальшим твердінням. Тонкі волокна азбесту, рівномірно розподілені в цементі, утворюють дисперсне армування, що збільшує міцність і ударну в’язкість матеріалу. На вітчизняному ринку азбестоцементні вироби представлені у вигляді хвилястих листів різних профілів та плоских листів і плиток. Розміри азбестоцементних хвилястих листів: довжина – 1200...2800 мм; ширина –

686...1130 мм; товщина – 5,5...8,0 мм. Середня густина матеріалу становить 1700 кг/м³, а вага квадратного метра – 10...14 кг/м².

Основами для покрівлі з азбестоцементних виробів можуть бути прогони з металу, залізобетону або дерев'яні бруски 50 × 50 мм, а під плоскі листи і плитки – настил з дощок (рис. 6.23). Азбестоцементні листи хвилястого профілю укладають горизонтальними рядами знизу вгору, паралельно до карниза. Кожний ряд хвилястих листів повинен перекривати наступний ряд не менше, ніж на 140 мм. У поздовжньому напрямку всі листи повинні перекривати сусідні на одну хвилю. До залізобетонних і металевих прогонів азбестоцементні листи кріплять оцинкованими гайками або скобами, а до дерев'яних лат – сталевими оцинкованими шурупами з шайбами або оцинкованими шурупами.

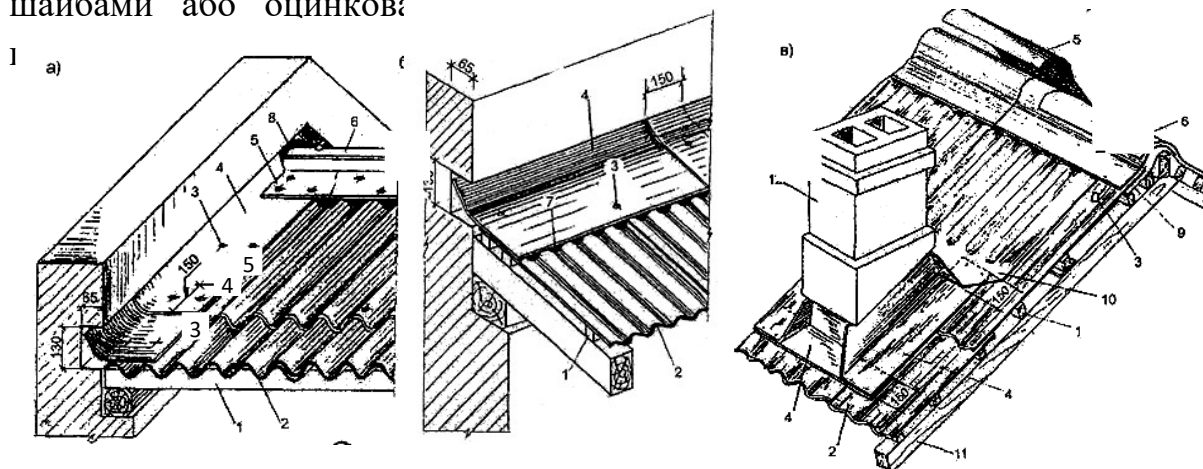


Рис. 6.23. Вузли покрівлі з азбестоцементних хвилястих листів:
 1 – лати; 2 – азбестоцементний лист; 3 – скоба; 4 – кутикова деталь; 5 – деталь гребеня; 6 – гребеневий елемент; 7 – ущільнювач; 8 – герметизація цементним розчином; 9 – прокладка з рулонного водоізоляційного матеріалу; 10 – гнутий лист жерсті; 11 – кровина; 12 – оголовок вентиляційної труби

Для влаштування гребенів, зовнішніх ребер, розжолобків, деформаційних швів, примикань до парапетів використовують спеціальні азбестоцементні елементи (гребеневі, перехідні, кутові, лоткові тощо) або оцинковані металеві листи. Гребеневий вузол додатково конопатять клоччям, просякнутим цементним розчином. Азбестоцементні гребеневі деталі укладають на цементному розчині, а металеві просто кріплять гвіздками або шурупами до гребеневої дошки лат (рис. 6.23, в). Примикання покрівлі з азбестоцементних листів до кам'яної стіни досягають, підводячи їх у підготовлену штрабу завглибшки 65 мм і заввишки 159 мм.

Після установалення листів місця примикання зашпаровують цементно-піщаним розчином і покривають мастикою (рис. 6.23, а, б). Іншим варіантом влаштування стикувань є монтування різноманітних металевих фартухів з прикріпленням їх гвіздками або шурупами до азбестоцементних листів і вертикальних стін.

Покрівлю з плоских азбестоцементних листів влаштовують по суцільному настилу з дощок завтовшки 20...25 мм із зазором між дошками не більшим за 20 мм (рис. 6.24). Рядові плиткі мають розміри 400×400 мм і 300×300 мм, але використовують також і добірні плиткі – крайові, фризіві, гребеневі.

Плоскі азбестоцементні плиткі укладають кутовим способом, знизу вгору та зліва направо. Їх закріплюють на настилі гвіздками, а між собою за допомогою спеціальних в'язей або скоб. Сучасні азбестоцементні покрівельні матеріали для підвищення їх декоративних властивостей і збільшення терміну придатності фарбують кремнійорганічними розчинами або вологостійкими фарбами. Для герметизації покрівлі зазори

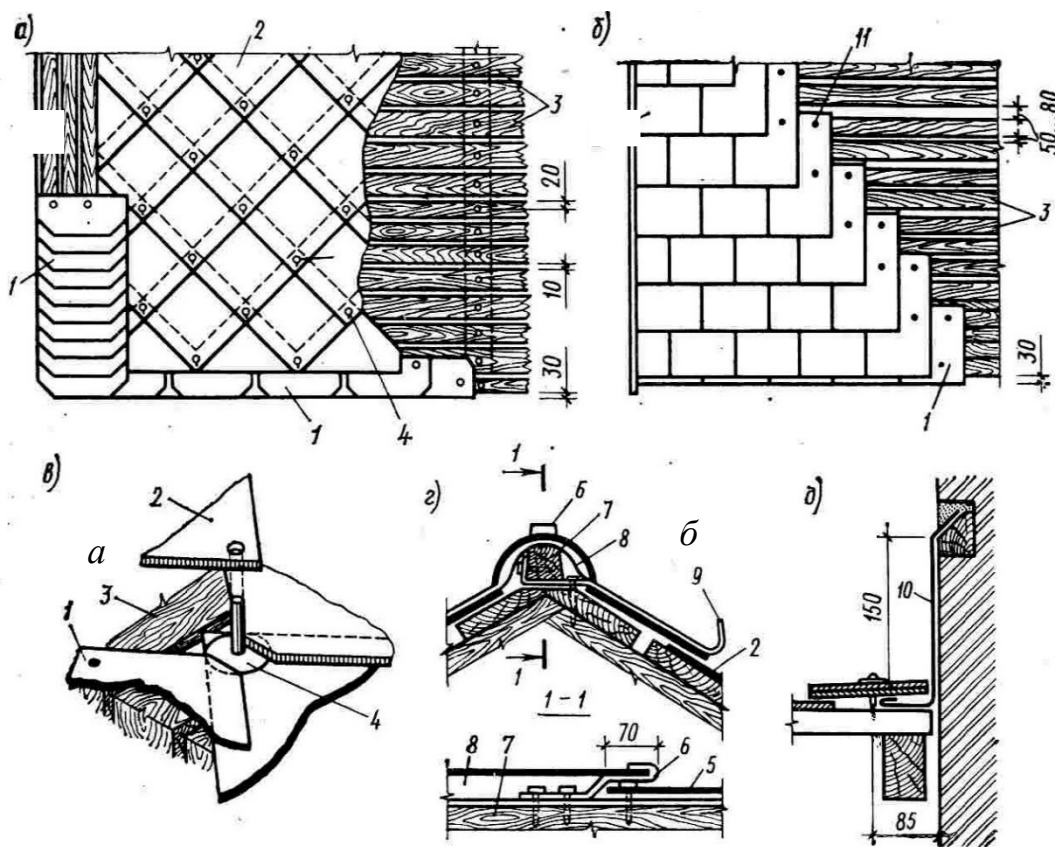


Рис. 6.24. в крівля з плоских азбестоцементних плиток:

- а, б – діагональне і рядове розміщення 2 іток; в – кріплен д плиток;
- г – влаштування гребеня; д – примикання покрівлі до стіни; 1 – фризіві плиткі;
- 2 – рядові плиткі; 3 – лати; 4 – противітрова кнопка; 5 – деталь гребеня;
- 6 – скоба 2 х 20 мм; 7 – гребеневий брус; 8 – стрічка з руберойду; 9 – скоба 6 х 30 мм;
- 10 – фартух з оцинкованої покрівельної сталі; 11 – оцинковані цвяхи

Аналогом хвилястих азбестоцементних листів є бітумні хвилясті листи (єврошифер), які виготовляють формуванням з волокнистої основи (целюлозної, скловолокнистої тощо) методом просочування бітумним в'язучим за високих температур і тиску (рис. 6.25). З лицьового боку листи покривають захисним фарбувальним шаром на основі вініл-акрилового полімеру і мінеральних дисперсійних різнокольорових пігментів

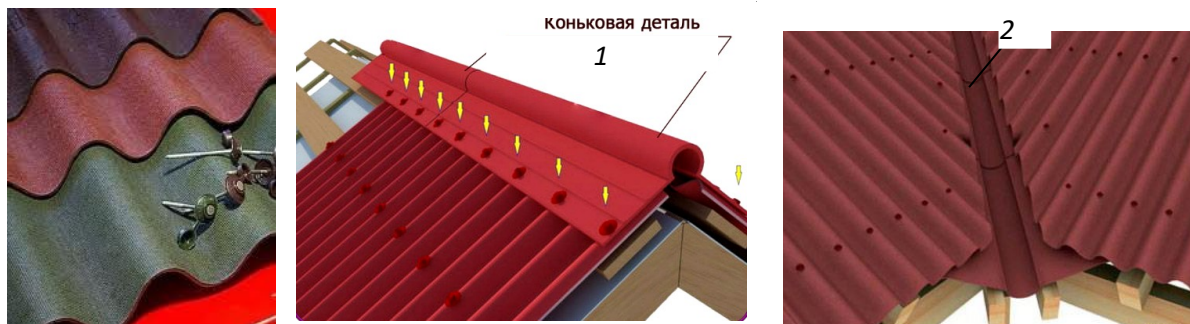


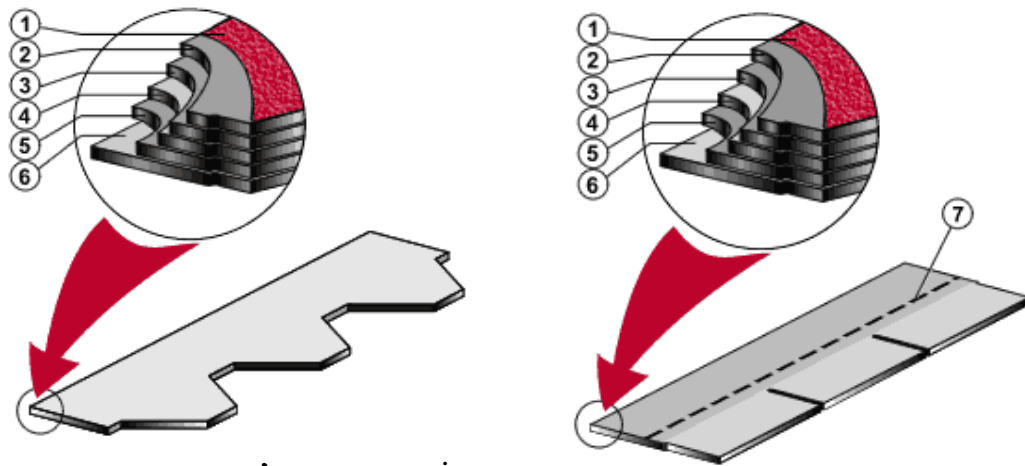
Рис. 6.25. Покрівля з бітумних хвилястих листів:
а – зовнішній вигляд листів і цвяхів; *б, в* – вузли герметизації покрівлі по гребеню і по розжолобку; *1* – гребенева деталь; *2* – деталь розжолобка

На вітчизняному ринку використовують «Ондулін» (Франція), «Гуттаніт» і «Гексагоне» (Швейцарія), «Акваляйн» (Бельгія). Завдяки багатошаровості матеріалу, специфічному розподілу органічних волокон і великій кількості хвиль листи бітумного шиферу витримують значні статичні навантаження, мають добрі деформаційні властивості, а тому можуть бути використані на криволінійних покрівлях з радіусом кривизни від 5 м, їх легко різати ножівкою. Матеріал витримує температуру від -70 до $+100$ °С, водонепроникний, має низьку теплопровідність, не схильний до ультрафіолетового старіння, поглинає шум, чинить опір ударам, не гниє і не тріскається, має довговічність до 50 років. Хвилясті листи бітумного шиферу кріплять до розрідженої системи лат цвяхами з підкладками або спеціальними цвяхами з головками (рис. 6.25, *а*). Діапазон похилів такої покрівлі становить 15...20 %. Стандартні розміри листів «Ондулін» – 2 000×950 мм, товщина – 3 мм, вага – 5,75 кг/м², а листів «Гексагоне» – 2 000×1 060 мм, товщина – 3 мм, вага – 3 кг/м².

Зазвичай покрівельні хвилясті бітумні листи комплектують різноманітними додатковими елементами – гребневими, жолобковими, кутовими, торцевими з того самого матеріалу (рис. 6.25, *б, в*).

Під час реконструкції покрівлі з азбестоцементних листів, нову покрівлю з бітумних хвилястих листів можна укладати поверх старої, не розбираючи її. Використовуючи цей прийом, можна оновити покрівлю, не відкриваючи внутрішні приміщення для атмосферних впливів.

Бітумний гонт – це м'які бітумні плитки, які мають вигляд невеликих плоских листів завдовжки 1000 мм і завширшки 300...400 мм з фігурними вирізами по нижньому краю (рис. 6.26). Зазвичай один лист імітує 3...5 черепиць, тому покрівлі з такими плитками називають «м'якою черепицею» або покрівлею з бітумного гонту. Таку покрівлю можна



віднести до групи м'яких покрівель, і

Рис. 6.26. Форма і структура м'яких бітумних плиток:
а – «самоклеїльні» трапецієподібної форми; *б* – «традиційні» прямокутної форми; 1 – покриття гранулятором або мінеральним кришивом;
 2, 4 – модифікований бітум; 3 – скловолокно або склотканина;
 5 – морозостійка бітумно-полімерна маса; 6 – поліетиленова плівка або кремнієвий пісок; 7 – самоклеїльна пунктирна лінія з бітумно-полімерної маси

Бітумні плитки мають різну форму, укладаючи які формують структуру покрівлі у вигляді прямокутників, трикутників, шестикутників та інших фігур. М'які бітумні плитки, як і всі бітумні матеріали, складаються з декількох шарів. Різні типи плиток можуть мати різну структуру, яка впливає на спосіб її монтування та створення декоративного ефекту.

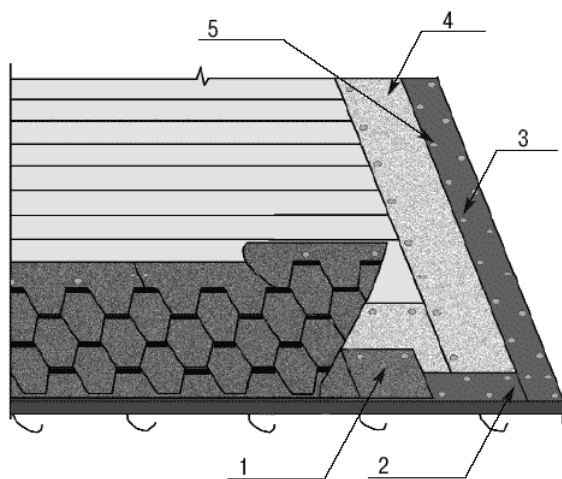
Основою м'яких бітумних плиток є скловолокно або склотканина з нанесеним на обидва боки окисненим або модифікованим бітумом. Зовнішня (верхня) поверхня плитки покрита кам'яним гранулятором або мінеральним кришивом, яке надає матеріалу різноманітних кольорових відтінків, фактури, захищає від кліматичних впливів, покращує пожежну

безпеку. На внутрішню (нижню) поверхню плитки накладають: для «самоклеїльних» плиток – клейовий шар спеціального бітуму, захищений поліетиленовою плівкою, а для «традиційних» – кремнієвий пісок, щоб плитки не склеювались між собою під час транспортування та складування. Зовнішні поверхні «традиційних» плиток опоряджують бітумними клейовими смугами для приклеювання плиток одна до одної під час укладання.

Основою для покрівлі з м'яких бітумних плиток є суцільний настил лат із шпунтових або обрізних дощок завтовшки 20...37 мм; вологостійкої фанери завтовшки 12...27 мм; орієнтовно-стружкових плит *OSB* завтовшки 12...27 мм.

Покрівельний килим з м'яких бітумних плиток містить підкладковий шар з бітумінізованого рулонного матеріалу, який укладають під «м'яку черепицю»: за похилів 20...33 % (12...18°) – на всій поверхні покрівлі; за більших похилів – на ділянках карнизних і фронтонних звисів, розжолобків, у місцях проходження крізь покрівлю труб, шахт тощо.

Підкладковий шар укладають паралельно до лінії карниза із закріпленням у місцях напуску цвяхами з кроком, не більшим за 500 мм (рис. 6.27). На нижні ділянки (біля карнизів) і бокові (біля фронтонів) укладають металеві планки з оцинкованої покрівельної сталі. Розкладання гнучких бітумних плиток виконують горизонтальними рядами з нарощуванням від карнизу до гребеня покриття. При цьому нижній ряд, який утворює карнизне звисання, підсилюють додатковим шаром карнизної бітумної плитки. Для кріплення бітумних плиток до основи



покрівлі використовують спеціальні оцинковані голі

Рис. 6.27. Технологія влаштування покрівлі з м'яких бітумних плиток:
 1 – карнизна бітумна плитка;
 2 – металева карнизна планка;
 3 – те саме, фронтона;
 4 – підкладковий килим;
 5 – оцинкований цвях з широкою головкою

Для влаштування покрівлі з м'яких бітумних плиток крім рядових плиток використовують різноманітні добірні та комплектувальні елементи – карнизні смуги, елементи гребеня з вентиляційними прорізами, вентиляційні труби, вакуумні вентилятори для провітрювання покрівельної конструкції, рулонні матеріали для нижнього килима, покрівельні гвіздки (рис. 6.28). Для влаштування покрівлі на ділянках гребенів, виносних ребер і розжолобків застосовують гнуті кутові профілі з оцинкованої покрівельної сталі.

Покрівлі з м'яких бітумних плиток широко використовують у будівництві та виконанні ремонтних робіт житлових будинків з різними конфігураціями покриттів. З огляду на те, що бітумні плитки є штучним матеріалом і мають невеликі розміри, температурні деформації обмежуються кожною окремою плиткою і не призводять до руйнування покрівлі. Покрівельний матеріал з м'яких бітумних плиток має добрі шумопоглинальні властивості та високу вологостійкість.

Випускають гнучкі плитки з лицьовим шаром з мідної фольги, який надає покрівлі додаткові архітектурні властивості. Основою такої черепиці є два шари склотканини, з'єднані шаром самоклеїльної смуги, прикріпленою до внутрішню поверхню плитки накладають поліетиленовою плівкою (рис. 6.29).



Рис. 6.29. Покрівля з бітумних плиток і лицьовим шаром мідної фольги

Металеві покрівлі

Для житлових будинків використовують такі типи металевих покрівель: плоскі з невеликими ребрами жорсткості, з листових або рулонних металів, з фальцювальними з'єднаннями; з профільованих листів, зокрема «металочерепиці»; з листових пластинок невеликих розмірів з фальцювальними з'єднаннями.

Оцинкована покрівельна сталь – поширений покрівельний матеріал, недорогий і легкий у роботі, дає можливість влаштувати елементи похилих покриттів геометричної форми. Листову оцинковану сталь використовують для влаштування елементів похилих покриттів: черепицею, бітумними м'якими плитками, шифером.

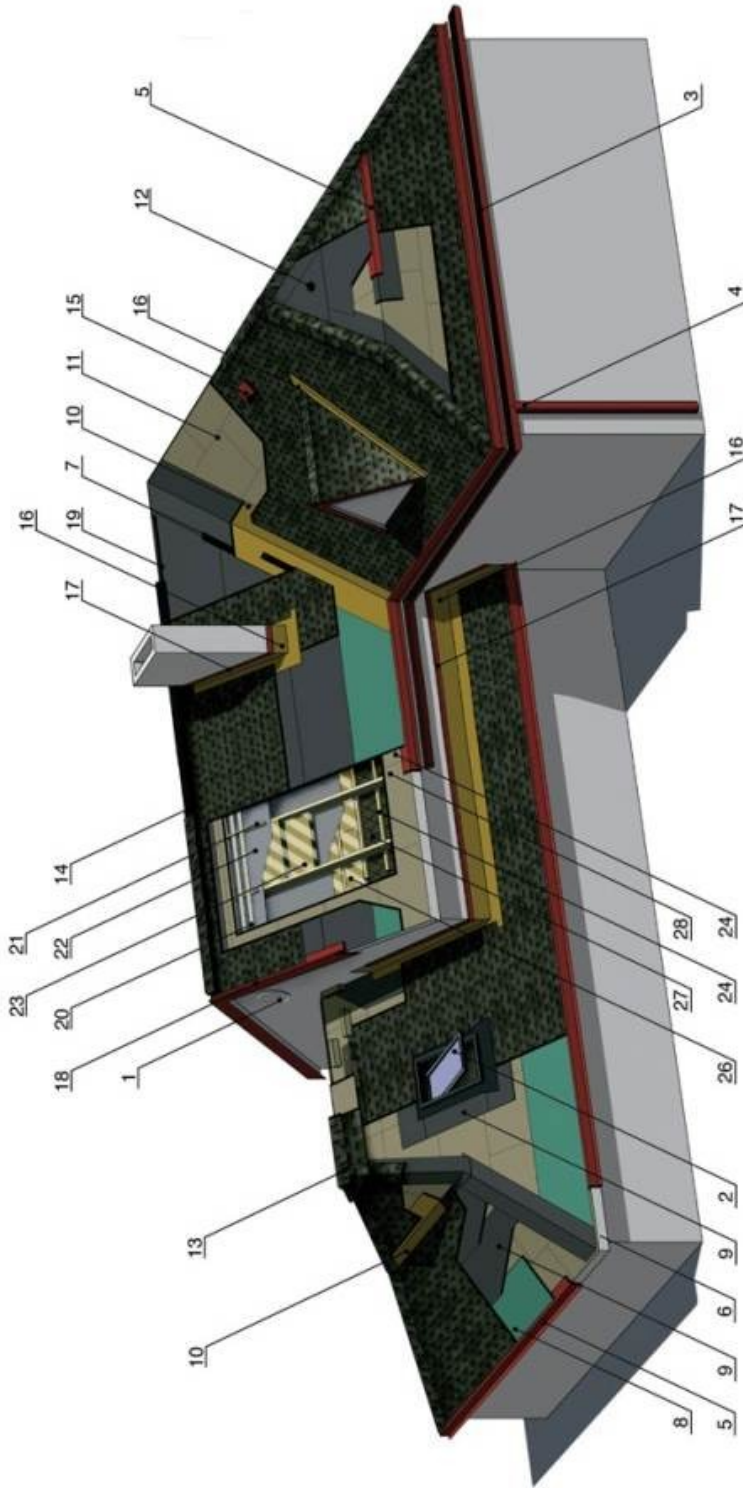


Рис. 6.28. Схема влаштування покрівлі з м'яких бітумних плиток:

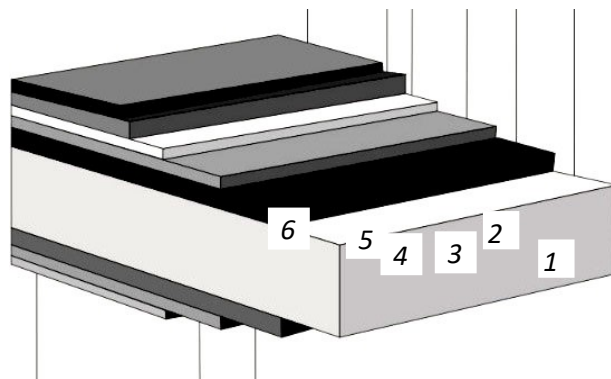
1 – щипцеві ґрати; 2 – мансардне вікно; 3 – водостічна ринва; 4 – водостічна труба; 5 – крапельник; 6 – лобова дошка; 7 – мастика; 8 – бар'єр; 9 – підкладковий килим мансардного вікна; 10 – те саме, жолобини; 11 – суцільна основа; 12 – проріз для вентиляційного проходу; 13 – гребінь з плиток; 14 – гребеневий вентиляційний профіль; 15 – точковий аераційний елемент; 16 – примикання до слухового вікна з шару килима; 17 – металева планка примикання; 18 – металева планка фронтону; 19 – вентиляційний проріз в суцільній основі; 20 – розріджені лати; 21 – контрлати; 22 – супердифузійна плівка; 23 – теплоізоляція; 24 – кроквина; 25 – пароізоляційна плівка; 26 – контрутеплення; 27 – металевий дріт $d = 2$ мм, крок – 250 мм; 28 – два шари гіпсокартону

і
ж
о

Для захисту металевих покрівель від корозії та надання їм декоративних властивостей використовують спеціальні покриття. Сталевий оцинкований лист з і

Рис. 6.30. Структура сталевого листа з полімерним покриттям:

- 1 – сталевий лист (0,5 мм);
- 2 – шар цинку (25 мкм);
- 3 – шар пасивації (0,1 мкм);
- 4 – шар ґрунтівки (5 мкм);
- 5 – ґрунтівка (10 мкм);
- 6 – полімерне покриття (25 мкм)



5 3 2

Крім оцинкованої сталі для влаштування металевих покрівель обирають кольорові метали – алюміній, цинк і мідь.

Алюміній використовують як матеріал для покрівель з фальцювальними з'єднаннями і для виробництва профільованих листів. Покрівельні листи алюмінію покривають двома шарами *PVLF* і захищають лаком. Покрівельний матеріал на основі алюмінію має малу вагу (2 кг/м²), високу довговічність і тривалу стійкість кольорів.

Покрівельний цинк (титан-цинк) – рулонний матеріал завтовшки 0,7...1,0 мм (цинк високої чистоти, легований присадками титану і міді). Покрівельний цинк стійкий до корозії, пластичний, дає можливість виконувати з'єднання паянням, має привабливий вигляд.

Мідну покрівлю використовують для покриттів церков, палаців та інших важливих будівель. Мідь – це дорогий, але довговічний та надійний покрівельний матеріал. З усіх металевих покрівель мідь має найбільше подовження на розривання, а тому її використовують у роботах, пов'язаних з вигинанням складних елементів покрівлі. Термін



Рис. 6.31. Покрівля житлового будинку з мідних листів

експлуатації мідної покрівлі сягає 100...200 років. Мідна стрічка добре ріжеться на смуги будь-якої довжини і форми. Порівняно з оцинкованою сталлю мідь має більшу вогнестійкість (точка плавлення – 1082 °С) і кращу пластичність, тому її використовують у будівлях із складними конфігураціями покриттів (рис. 6.31).

Зовнішній вигляд мідної покрівлі залежить від терміну експлуатації. Одразу після укладання мідна покрівля блищить і відбиває сонячні промені. Через шість місяців вона покривається окислами і змінює свій колір на коричневий із шляхетним відтінком патини, яка є природним захисним шаром міді, що надійно убезпечує її від корозії. Листи міді прикріплюють до лат у вигляді суцільного настилу з дощок за допомогою спеціальних мідних клямерів.

Основними перевагами покрівель з листових металів є гладка поверхня, що сприяє швидкому стіканню води за невеликих похилів; можливість індустріалізації будівництва з попередньо механізованими заготівками елементів; мала вага; гнучкість металів, що дає змогу влаштовувати покриття складних форм.

Покрівлі з листової та рулонної сталі та з кольорових металів виконують, з'єднуючи окремі елементи покриття (картини) за допомогою лежачих і стоячих фальців (рис. 6.32).

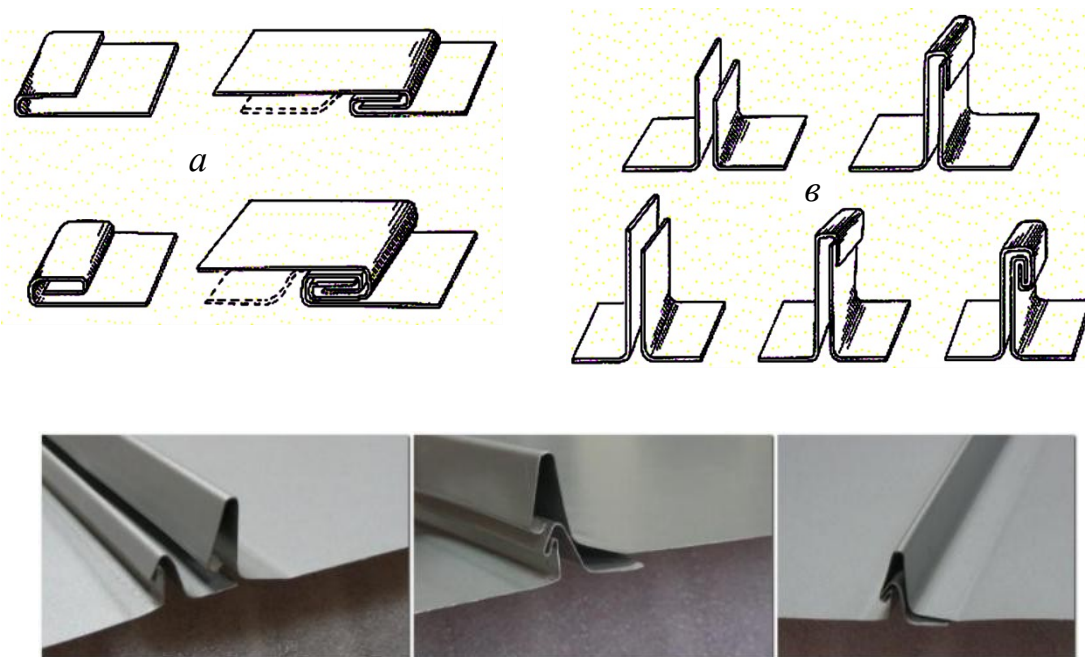


Рис. 6.33. Самозащипні фальці

Картиною називають покрівельний лист, краї якого підготовлені до з'єднання. Бокові довгі кромки листів, які йдуть уздовж схилу, з'єднують стоячим фальцюванням, а горизонтальні – лежачим. Фальцювальні з'єднання виконують вручну спеціальним інструментом, або електромеханічним закачувальним пристроєм. Найбільш герметичними і водонепроникними є подвійні стоячі фальці (рис. 6.32, *г*). Використовують також самозащипні фальці, які застосовують без спеціального інструменту (рис. 6.33).

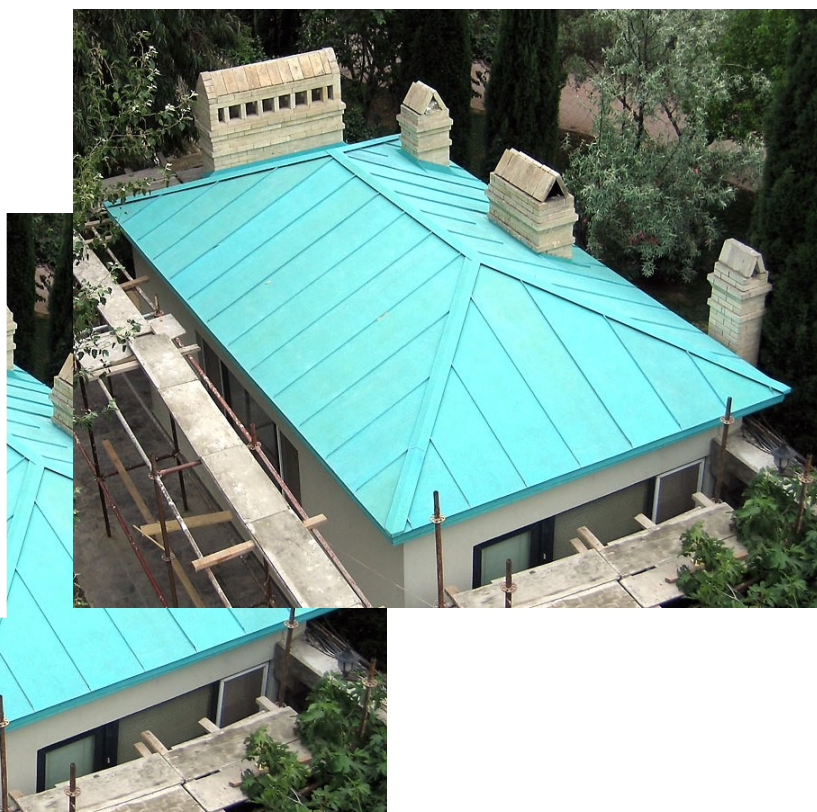
Традиційна технологія влаштування покрівлі з металевих листів практично витіснена сучасною **рулонною технологією** виготовлення покрівельних картин будь-якої довжини безпосередньо на будівельному майданчику з металу, доставленого в рулонах (рис. 6.34). Основними перевагами рулонної технології є те, що її застосування не потребує поперечних лежачих фальців, які є основними місцями протікання покрівлі. З'єднання покрівельних листів виконують зазвичай подвійним стоячим фальцюванням, а потім ущільнюють силіконовим герметиком, що покращує якість швів, підвищує продуктивність її влаштування та естетичний вигляд покрівлі.

Рис. 6.32. Підготовка і послідовність застосування фальців:

а – одинарного лежачого; *б* – подвійного лежачого; *в* – одинарного стоячого; *г* – подвійного стоячого

Несучим каркасом кроквяної системи покриття з покрівлею з металевих листів можуть бути приставні чи висячі крокви, верхні пояси ферм і лати з брусків або дощок, які є основою покрівлі. На ділянках надкарнизних зон, гребенів, біля слухових вікон, розжолобків і виступних ребер основи покрівлі виготовляють суцільними з дощок завтовшки не менш ніж 50 мм і завширшки у надкарнизній частині не менше, ніж 700 мм, на розжолобках – не менш ніж 350...700 мм, на гребені та ребрах – не менших за 200 мм. На рядових ділянках схилів основою покрівлі є дерев'яні бруски або дошки з кроком 1200...1500 мм.

Рис. 6.34. Покрівля з металевих листів за рулонною технологією вальмового покриття житлового одноквартирного будинку



Покрівлі з профільованих листів. Профілювання металевих листів надає їм більшої жорсткості (рис. 6.35).

Покрівлі з профільованих листів поділяють на дві групи:

- профнастил – металеві листи завтовшки 0,45...1,25 мм, різних профілів за формою та висотою, з оцинкованої сталі або сталі з полімерним покриттям. Ширина листів профнастилу – в межах від 900 до 1200 мм, довжина – до 12 м (рис. 6.35, а, б);
- металочерепиця – металеві листи завтовшки 0,5...0,6 мм, різних

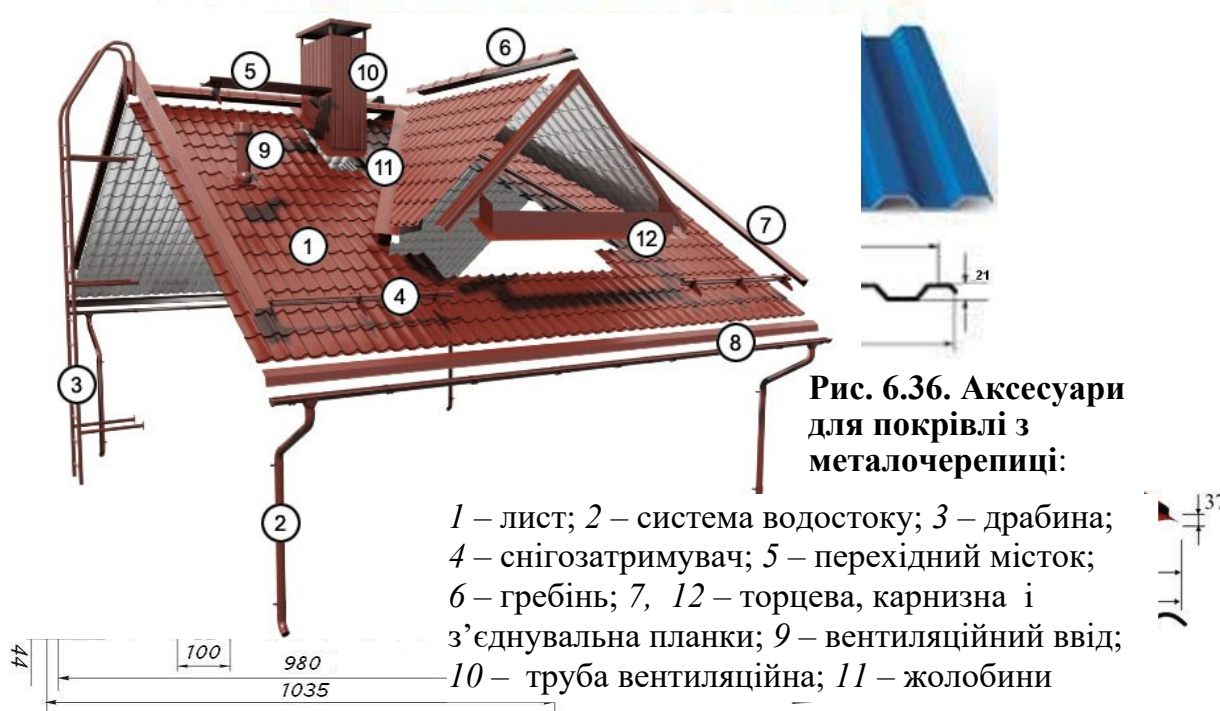


Рис. 6.35. Профілювані металеві листи: 3
 по а, б – профнастил; в – металочерепиця 1e

для надання більшої жорсткості металевим листам і створення малюнку, який імітує натуральну черепицю. Листи металочерепиці мають такі розміри: ширина – 456, 535, 1010, 1050, 1100 мм; максимальна довжина – 7...8 м (рис. 6.35, в).

Профілювані металеві листи мають різні форми, профілі, розміри і крок хвиль та кольорову гаму. Вага листів в середньому становить: для сталевих виробів – 4...5 кг/м², для алюмінієвих – 2...3 кг/м². Полімерні покриття профільованих листів сприймають значні перепади температур, сприяють їх стійкості до агресивних середовищ і тривалості експлуатації. Для облаштування покрівлі будівлі використовують комплект фурнітури і монтувальних аксесуарів – елементи гребеня і розжолобоків, карнизні та

торцеві планки, елементи снігозатримання, перехідні містки, вентиляційні труби, шурупи-саморізи, ущільнювачі тощо (рис. 6.36; 6.37).

Листи металочерепиці закріплюють до лат шурупами-саморізами діаметром 4...6 мм зі спеціальними ущільнювальними прокладками із синтетичного каучуку (*EPDM*). Напуски листів уздовж схилу виконують «на хвилю», а за висотою – на 100...150 мм. Для запобігання проникненню конденсаційної вологи в горищний простір під листами з профільованих металевих листів розміщують гідроізоляційну плівку, яку закріплюють до кроков за допомогою контрлат (дерев'яних брусків перерізом 30 ×40 мм). Гідроізоляційну плівку монтують упоперек схилу з напуском, не меншим за 100 мм (рис. 6.38). Над мансардними приміщеннями (в суміщених покриттях) крім гідробар'єрної мембрани укладають шар пароізоляції під утеплювачем, з боку опалюваних приміщень. Мембрана запобігає скочуванню снігу в небажаних місцях. Для захисту ринв водостоків на покрівлі установлюють спеціальні снігозатримувачі (рис. 6.37, 6.38).

Снігозатримувач Карнизна планка Карниз Примикання до стіни Примикання зовнішнє Фронтонна планка

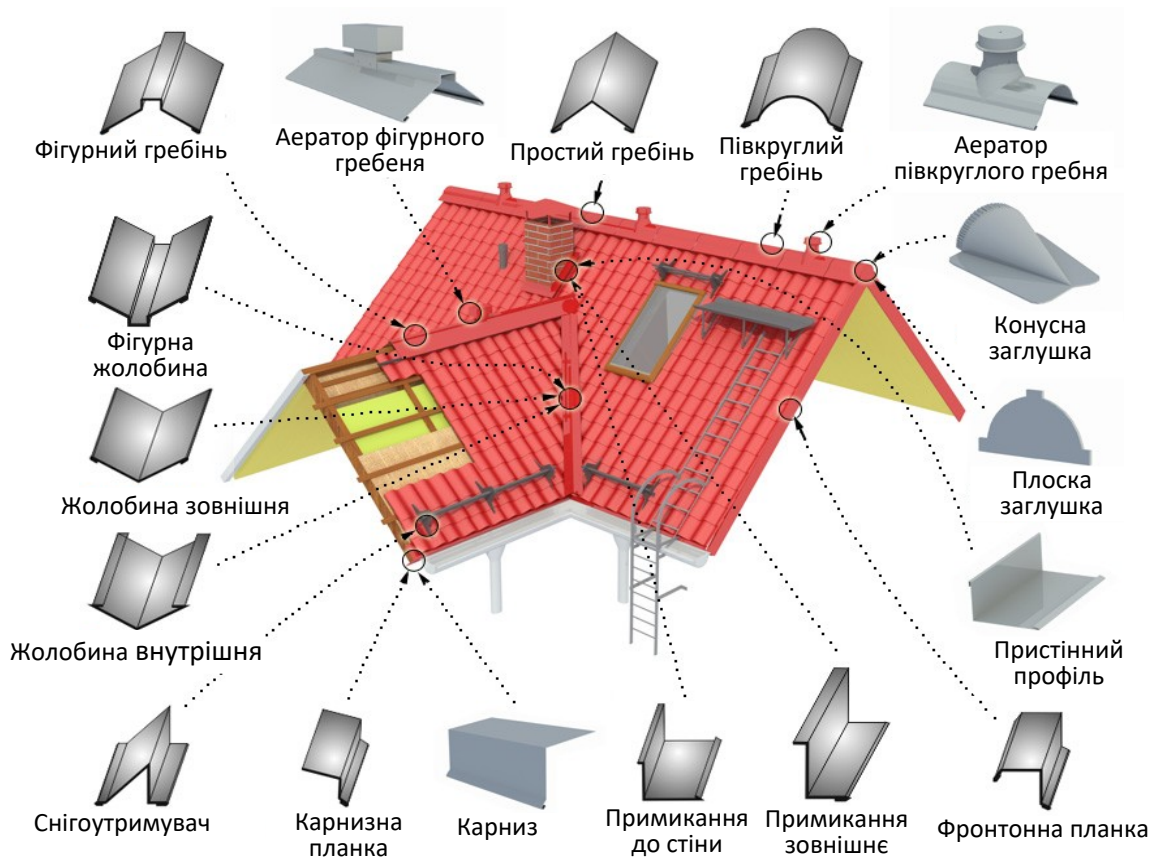


Рис. 6.37. Додаткові монтувальні елементи покрівлі з металочерепиці

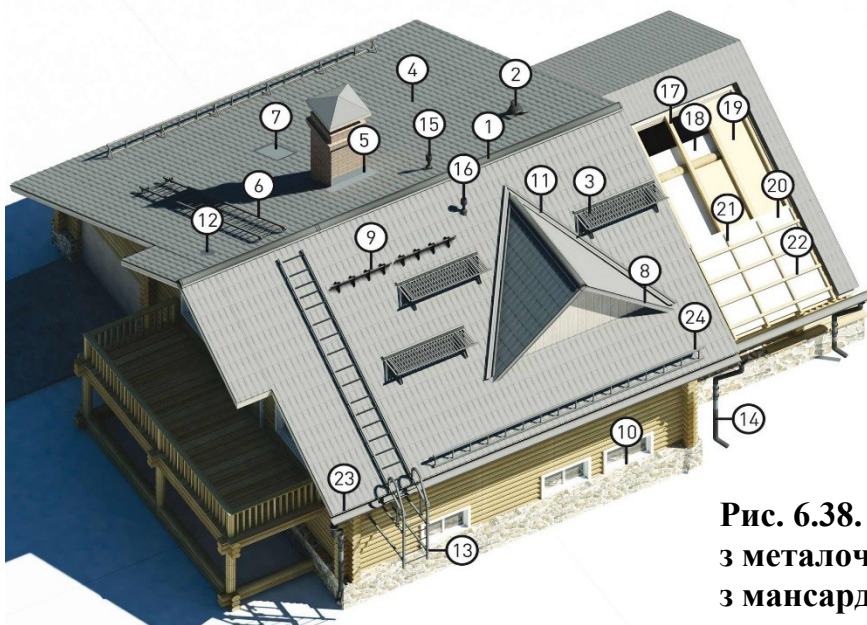


Рис. 6.38. Елементи покрівлі з металочерепиці будинку з мансардним поверхом:

1 – гребінь; 2 – каналізаційний вихід; 3 – перехідний місток; 4 – лист металочерепиці; 5 – планка герметизації вентиляційної труби; 6, 13 – лежача і вертикальна металеві драбини; 7 – мансардне вікно; 8 – фронтонна планка; 9 – снігозатримувач; 10 – цоколь; 11 – жолобина; 12, 16 – прохідні елементи; 14 – труба зовнішнього водостоку; 15 – антенний вихід; 17 – кроквина; 18 – пароізоляційна плівка; 19 – утеплювач; 20 – гідробар’єрна мембрана; 21 – контрлата; 22 – лата; 23 – ринва; 24 – покрівельне огороження

Запитання для самоконтролю

1. Наведіть визначення будівель та їх основних елементів.
2. Як класифікують житлові та нежитлові будівлі?
3. Дайте характеристику структурних частин будівель.
4. Охарактеризуйте об'ємно-планувальні елементи будівель.
5. Дайте визначення та наведіть приклади будівельних конструкцій.
6. Охарактеризуйте будівельні системи будівель.
7. Наведіть визначення конструктивних систем і схем будівель.
8. Наведіть основні вимоги до будівель та їх елементів.
9. Наведіть основні положення розрахунків будівельних конструкцій.
10. Обґрунтуйте класи наслідків (відповідальності) будівель і категорії відповідальності конструкцій.
11. Дайте характеристику нормативно-технічних основ проектування будівель.
12. Для чого у будівництві використовують модульну координацію розмірів і правила прив'язки конструкцій до координаційних осей?
13. Яких правил розмірної прив'язки конструкцій до координаційних осей треба дотримуватися під час проектування будівель?
14. Охарактеризуйте основні правила виконання архітектурно-будівельних креслень.
15. Розкрийте поняття «основи та фундаменти будівель і споруд».
16. Наведіть класифікацію та основні характеристики ґрунтів.
17. Як класифікують фундаменти? Наведіть приклади.
18. Опишіть конструктивні рішення фундаментів неглибокого закладання і заглиблених.
19. Дайте характеристику та наведіть приклади фундаментів глибокого закладання.
20. Охарактеризуйте конструктивні рішення фундаментів і правила визначення глибини їх закладання.
21. Наведіть класифікацію, впливи та вимоги до зовнішніх стін будівель.
22. Як визначають теплоізоляційну здатність зовнішніх стін?
23. Дайте характеристику мурованих кам'яних зовнішніх стін. Наведіть методи їх утеплення.
24. Окресліть елементи зовнішніх мурованих кам'яних стін.
25. Як класифікують вікна і балконні двері? Наведіть конструктивні рішення вікон.
26. Наведіть класифікацію, вимоги і конструктивні рішення перекриттів будівель.

27. Охарактеризуйте конструктивні рішення балкових перекриттів.
28. Дайте характеристику конструктивних рішень збірно-монолітних і монолітних перекриттів.
29. Наведіть конструктивні рішення збірних залізобетонних перекриттів.
30. Охарактеризуйте вимоги, впливи, класифікацію та конструктивні рішення підлог будівель.
31. Наведіть основні положення безпеки і зручності використання сходів у будівлях.
32. Наведіть конструктивні рішення внутрішніх квартирних сходів з дрібнорозмірних елементів та їх деталі.
33. Опишіть вимоги, навантаження, конструювання, класифікацію похилих покриттів будівель.
34. Дайте характеристику конструктивних рішень приставних кроков.
35. Охарактеризуйте конструктивні рішення висячих кроков.
36. Наведіть приклади покрівель будівель з похилими покриттями, їх матеріали, елементи та правила організації водовідведення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Гетун Г. В.* Архітектура будівель та споруд: підручник: у 5 кн. – Кн. 1. Основи проектування – Вид. 2-ге, переробл. та допов. / Г. В. Гетун. – Київ : Кондор. 2012. – 380 с.
2. *Гетун Г. В.* Конструкції будівель і споруд: підручник: у 2 кн. – Кн. 2. Нежитлові будівлі / Г. В. Гетун, В. О. Плоский, П. М. Куліков та ін. – Кам'янець-Подільський: Ліра-К, Друкарня «Рута», 2023. – 900 с.
3. *Гетун Г. В.* Системи ізоляції будівельних конструкцій: навч. посіб. / Г. В. Гетун, Б. М. Румянцев, А. Д. Жуков. – Дніпро: Журфонд, 2016. – 676 с.
4. *Гетун Г. В.* Одноквартирний житловий будинок: навч. посіб. / Г. В. Гетун, В. С. Буравченко, В. І. Скочко – Київ: КНУБА, 2023. – 180 с.
5. *Гетун Г. В.* Двоповерховий житловий будинок з дрібнорозмірних конструкцій: навч. посіб. / Г. В. Гетун, В. І. Запривоюда, В. О. Кошова – Київ: КНУБА, 2024. – 212 с.
6. *ДБН А.2.1-1-2014: Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва* – [Чинні від 01.08.2014 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2019 – 126 с.
7. *ДБН А.2.2-3-2014: Система проектної документації на будівництво. Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зі змінами №1 і №2* – [Чинні від 01.07.2022 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2022 – 40 с.

8. *ДБН Б.2.2-12:2019*: Містобудування. Планування та забудова населених пунктів і територій. Планування та забудова міст і функціональних територій. *Планування і забудова територій* – [Чинні від 01.10.2019 р.] – Київ: Мінрегіонбуд України, 2019 – 177 с.

9. *ДБН В.1.1-7-2016*: Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції призначення. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. *Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги* – [Чинні від 01.06.2017 р.] – Київ: Мінбуд України, 2017. – 41 с.

10. *ДБН В.1.2-2:2006*: Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. *Навантаження і впливи. Норми проектування* – [Чинні від 01.01.2007 р.] – Київ: Мінбуд України, 2007. – 60 с.

11. *ДБН В.1.2-14:2018*: Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. *Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ* – [Чинні від 01.01.2019 р.] – Київ: Мінбуд України, 2018. – 30 с.

12. *ДБН В.2.1-10:2018*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та підвалини будинків і споруд. *Основи та фундаменти будівель та споруд* – [Чинні від 01.01.2019 р.] – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.

13. *ДБН В.2.2-15-2019*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Будинки і споруди. *Житлові будинки. Основні положення* – [Чинні від 01.12.2019 р.] – Київ: Держбуд України, 2019. – 42 с.

14. *ДБН В.2.6-31:2021*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Теплова ізоляція та енергоефективність будівель* – [Чинні від 01.09.2021 р.] – Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. – 23 с.

15. *ДБН В.2.6-33:2018*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування* – [Чинні від 01.12.2018 р.] – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 21 с.

16. *ДБН В.2.6-161:2017*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти

будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Дерев'яні конструкції. Основні положення* – [Чинні від 01.02.2018 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. – 102 с.

17. *ДБН В.2.6-162:2010*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення* – [Чинні від 01.09.2011 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 98 с.

18. *ДБН В.2.6-220:2017*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Покриття будівель і споруд* – [Чинні від 01.01.2018 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. – 43 с.

19. *ДСТУ 9243.4:2023*: Організаційно-методичні нормативні документи. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Система проектної документації для будівництва. *Основні вимоги до проектної документації* – [Чинний від 03.07.2023 р.]. – Київ: ДП НДІБК України, 2023. – 56 с.

20. *ДСТУ 9243.7:2023*: Організаційно-методичні нормативні документи. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Система проектної документації для будівництва. *Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень* – [Чинні від 01.04.2024 р.]. – Київ: ДП НДІБК України, 2024. – 45 с.

21. *ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010*: Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. *Будівельна кліматологія* – [Чинні від 01.11.2011 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

22. *ДСТУ Б В.1.3-3:2011*: Технічні норми, правила і стандарти. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. *Модульна координація розмірів у будівництві. Загальні положення* – [Чинний від 01.10.2012 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 24 с.

23. *ДСТУ Б В.2.1-2-96*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та підвалини будинків і споруд. *Ґрунти. Класифікація* – [Чинний від 01.04.1997 р.]. – Київ: Держбуд України, 1997. – 47 с.

24. *ДСТУ Б В.2.6-35:2008*: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Конструкції зовнішніх стін із фасадною*

теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентилятованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови – [Чиний від 01.06.2009 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 25 с.

25. ДСТУ Б В.2.6-36:2008: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.* [Чиний від 01.06.2009 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.

26. ДСТУ Б В.2.6-95:2009: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Покрівлі. Номенклатура показників* – [Чиний від 01.08.2010 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 10 с.

27. ДСТУ 8855:2019: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Визначення класу наслідків (відповідальності)* – [Чиний від 24.06.2019 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. – 13 с.

28. ДСТУ 9191:2022: Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. *Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель* – [Чиний від 01.01.2023 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2023. – 60 с.

29. НК 018-2023: Національний класифікатор будівель та споруд – [Чиний від 01.01.2023 р.]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2023. – 18 с.

30. Куліков П. М. Архітектура будівель та споруд: підручник: у 5 кн. – Кн. 5: Промислові будівлі / П. М. Куліков, В. О. Плоский, Г. В. Гетун. – Кам'янець-Подільський: Ліра-К, Друкарня «Рута», 2020. – 820 с.: іл.

31. Куліков П. М. Конструкції будівель і споруд: підручник: у 2 кн. – Кн. 1 / П. М. Куліков, В. О. Плоский, Г. В. Гетун. – Кам'янець-Подільський: Ліра-К, Друкарня «Рута», 2021. – 880 с.

32. Плоский В. О. Архітектура будівель та споруд: підручник: у 5 кн. – Кн. 2. Житлові будинки / В. О. Плоский, Г. В. Гетун. – 3-тє вид. перероб. і допов. – Кам'янець-Подільський: Рута, 2017. – 736 с.: іл.

33. Шерешевский И. А. Конструирование гражданских зданий / Шерешевский И. А. – М.: Архитектура-С, 2005. – 176 с.: ил.

Навчально-методичне видання

Гетун Галина В'ячеславівна

АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ ТА ПЛАНУВАННЯ МІСТ У трьох частинах *Частина 1*

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво
та цивільна інженерія»

Редагування та коректура *Г.В. Кобриної*
Комп'ютерне верстання *А.П. Селівестрової*

Підписано до друку 2025. Формат 60 × 84 ^{1/8}.
Ум. друк. арк. 13,95. Обл.-вид. арк. 15,0.
Електронний документ. Вид. № 23/І-25

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів

видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002