



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ  
БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**ДСТУ-Н Б В.2.6-205:2015**

Київ  
Мінрегіон України  
2015

## ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", ТК 303 "Будівельні конструкції", ПК 1 "Конструкції бетонні і залізобетонні"

РОЗРОБНИКИ: **А. Бамбура**, д-р техн. наук (науковий керівник); **О. Гурківський**, канд. техн. наук; **О. Дорогова**, канд. техн. наук; **Т. Мірошник**; **Ю. Немчинов**, д-р техн. наук; **І. Сазонова**; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук

За участю:

Харківська національна академія міського господарства (**В. Шмуклер**, д-р техн. наук; **В. Бабаєв**, д-р техн. наук)

Одеська державна академія будівництва та архітектури (**В. Дорофєєв**, д-р техн. наук; **Є. Клименко**, д-р техн. наук; **В. Карпюк**, канд. техн. наук; **І. Шеховцов**, канд. техн. наук; **С. Петраш**, канд. техн. наук)

Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури" (**М. Савицький**, д-р техн. наук)

Харківський "ПРОМБУДНДІПРОЕКТ" (**Ю. Хаинсон**, інж.)

"Проектний інститут "Київський ПРОМБУДПРОЕКТ" (**Е. Воловик**, інж.)

3 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства регіонального розвитку України від 29.04.2015 р. № 90, чинний з 2016-01-01

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

## **ВСТУП**

У цьому стандарті наведені основні методи розрахунку та правила проектування монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій будинків, будівель та споруд з важкого конструкційного бетону, які забезпечують виконання основних вимог ДБН В.2.6-98 щодо забезпечення несучої здатності, придатності до експлуатації, надійності та здатності конструкцій зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом усього строку служби.

У цьому стандарті використано терміни та визначення понять, одиниці вимірювання фізичних величин відповідно до ДБН В.2.6-98; класифікація бетону відповідно до ДСТУ Б В.2.7-176.

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт, – ТК 303 "Будівельні конструкції".

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

## НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

### РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### GUIDELINE FOR DESIGN OF COST-IN-PLACE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BUILDINGS AND STRUCTURES

Чинний від 2016-01-01

#### 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

**1.1** Цей стандарт поширюється на проектування монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій будинків, будівель та споруд різного призначення, виготовлених з важкого конструкційного бетону класів міцності на стиск від C12/15 до C50/60, які експлуатуються в кліматичних умовах України, в неагресивному середовищі.

**1.2** Даний стандарт не поширюється на розрахунок та проектування:

- вогнестійкості конструкцій та конструкції, які експлуатуються за температури навколишнього середовища вище ніж 50 °С і нижче ніж мінус 70 °С;
- віадуків, мостів, дамб, резервуарів під тиском, прибережних платформ та водозахисних споруд;
- конструкцій із фібробетону, дрібнозернистих бетонів та пінобетонних складових, а також конструкцій з бетону з надважкими заповнювачами;
- сталезалізобетонних та збірно-монолітних конструкцій, а також конструкцій, які піддаються впливу агресивного середовища.

**1.3** Положення цього стандарту не поширюються на проектування бетонних і залізобетонних конструкцій покриттів автомобільних шляхів і аеродромів.

#### 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти, нормативні акти та нормативні документи:

Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 1764 від 20 грудня 2006 р.

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України

ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

ДБН В.1.2-14:2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ

ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування

ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків  
ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення

ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогни і переміщення. Вимоги проектування

ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (IEC 62305:2006, NEQ)

ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ)

ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування

ДСТУ Б В.2.6-169:2011 З'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD)

ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетони. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ)

ДСТУ Б В.2.7-214-2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками

ДСТУ Б В.2.7-220-2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю

ДСТУ 3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ)

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой стали холодноотянута для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (Дріт з низьковуглецевої сталі холодноотягнутий для армування залізобетонних конструкцій. Технічні умови)

### **3 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ**

У цьому стандарті використані такі позначки:

- $N, N_x, N_y$  – поздовжня сила;
- $N_{xy}$  – сила зсуву;
- $M_x, M_y$  – згинальний момент;
- $M_{xy}$  – крутний момент;
- $Q_x, Q_y$  – поперечна сила.

У цьому стандарті використані такі скорочення:

- КС – конструктивна система.

### **4 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**4.1** Монолітні бетонні і залізобетонні конструкції повинні задовольняти основні вимоги безпеки відповідно до Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд, ДБН В.2.6-98, ДБН В.1.2-14, ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.2-7 та ДБН В.2.2-24. Для забезпечення вимог безпеки конструкції проектуються з такими початковими властивостями, щоб з необхідним ступенем надійності для різних розрахункових ситуацій у процесі будівництва і експлуатації будівель та споруд була виключена можливість руйнування будь-якого характеру або порушення експлуатаційної придатності, пов'язаного із спричиненням шкоди для життя або здоров'я людини, майна або навколишнього середовища.

**4.2** Монолітні бетонні та залізобетонні конструкції повинні бути забезпеченими необхідною надійністю від виникнення всіх видів граничних станів розрахунками, вибором показників якості матеріалів, призначенням розмірів та конструюванням відповідно до вимог цього стандарту. При цьому повинні бути виконані вимоги щодо вогнестійкості, визначені у ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-7, ДБН В.2.2-24, та технології виготовлення конструкцій і витримані вимоги щодо експлуатації будинків та споруд, а також вимоги щодо оцінки впливів на навколишнє середовище, які регламентуються відповідними нормативними документами.

**4.3** Положення цього стандарту використовують при проектуванні різних конструктивних систем будівель та споруд, в яких всі основні несучі конструкції (колони, стіни, перекриття, покриття, фундаменти тощо) виготовляють з монолітного звичайного та напруженого залізобетону з жорсткими і податливими з'єднаннями між ними. Цей стандарт слід застосовувати разом з ДБН В.2.6-98 та ДСТУ Б В.2.6-156.

**4.4** При проектуванні монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій будівель і споруд кліматичні і температурно-вологісні впливи слід враховувати згідно з ДБН В.2.6-98.

**4.5** Для запобігання виникненню температурних і усадково-температурних тріщин в конструкціях будівель і споруд на основі розрахунків, що враховують умови зведення будівлі чи споруди, розробляють та реалізують відповідні конструктивні та технологічні заходи. Межі температурно-усадочних елементів виконують, за можливості, по протипожежних відсіках чи окремих секціях будівлі чи споруди.

Температурно-усадочні шви можуть розрізати на відсіки як всю будівлю чи споруду, включаючи фундаменти, так і тільки надземні частини будинку. При сполученні температурно-усадочних швів з осадочними швами розрізання будинку на всю висоту обов'язково.

**4.6** Розрахунок і конструювання будівель при сейсмічних впливах виконують відповідно до вимог ДБН В.1.1-12. Розрахунок монолітних залізобетонних конструкцій на вогнестійкість відповідно до нормативних значень, визначених у ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.2-24, ДБН В.1.2-7 тощо, слід виконувати згідно з чинними нормативними документами з проектування вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій.

**4.7** Несучі конструкції будинку слід проектувати з урахуванням довговічності і ремонтпридатності згідно з ДБН В.1.2-14, захист конструкцій від корозії виконують згідно з ДСТУ Б В.2.6-145.

**4.8** Величини нерівномірності і граничних деформацій фундаментів будівель і споруд регламентуються ДБН В.2.1-10. Граничні прогини, переміщення конструкцій і перекося вертикальних і горизонтальних осередків будівель не повинні перевищувати допустимих значень, наведених у ДСТУ Б В.1.2-3.

**4.9** Для будівель, що розраховують на спільний вплив вертикальних і горизонтальних навантажень за недеформованою схемою, верху на рівні верхнього перекриття, будівлі з урахуванням податливості основи і фундаментів рекомендується приймати не більше ніж 0,001 висоти будівлі. При більших значеннях виконують розрахунок за деформованою схемою. При цьому значення горизонтальне переміщення будівлі не повинно перевищувати 0,002 його висоти.

**4.10** Будівлю проектують так, щоб запобігати надмірних перекося у межах одного поверху, які характеризуються зміною початкових кутів між колонами і ригелями, ригелями і стінами, пілонами, а також між іншими елементами будівлі. При виконанні елементів заповнення з традиційних матеріалів (гіпсобетон, цегляна кладка, блоки стінові тощо) допустимими перекосями слід вважати 0,002. При використанні жорстких матеріалів (наприклад, личкування стін природним каменем) перекося не повинні перевищувати величини 0,0015. Розрахункові схеми для підрахунку перекося при різних схемах розташування пілонів наведені в таблиці 4.1 і на рисунку 4.1.

При сейсмічних впливах допустимі перекося визначаються за ДБН В.1.1-12.

Таблиця 4.1

Положення поперечника будівлі	Тип комірок	Кути перекосу між конструкціями
В площині вітрового навантаження	Комірка, яка прилягає до "вільних" колон	$\beta_1 = \varphi$
	Комірка, яка однією стороною прилягає до пілону	$\beta_2 = \varphi \left( 1 + \frac{c_2}{d_2} \right)$
	Комірка, яка двома сторонами прилягає до пілонів	$\beta_3 = \varphi \left( 1 + \frac{c'_2 + c_3}{d_4} \right)$
В площині, що перпендикулярна до вітрового навантаження	Комірка, яка двома сторонами прилягає до пілонів, зміщена на один модуль	$\beta_4 = \frac{c_4 + c'_5}{d_4}$
	Комірка, яка однією стороною прилягає до пілону	$\beta_5 = \frac{c'_5}{d_4}$

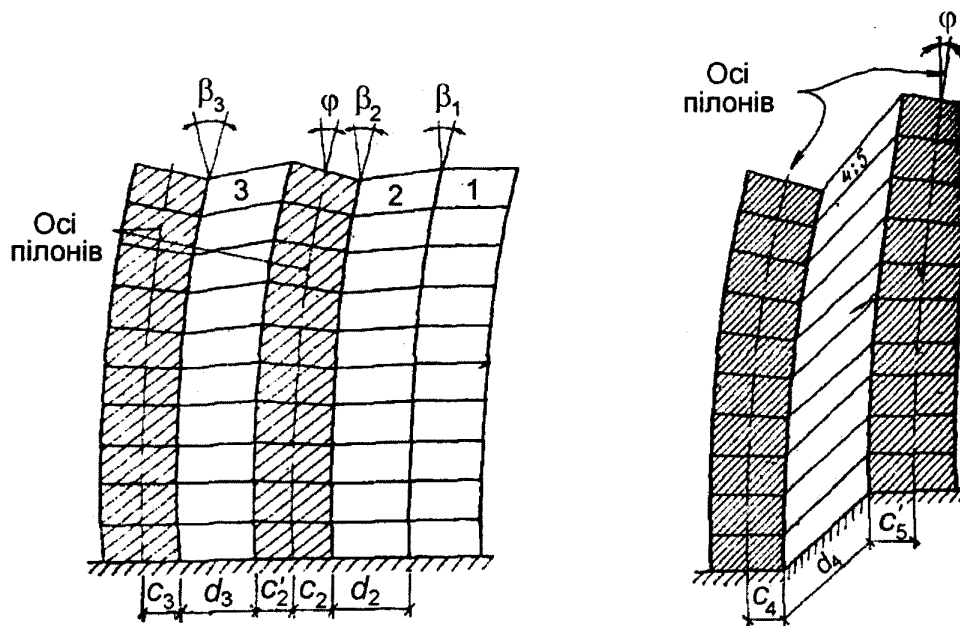


Рисунок 4.1 – Розрахункові схеми для визначення перекосів при різних схемах розташування пілонів

4.11 Для поліпшення умов роботи під навантаженням і зниження деформативності каркаса висотного будинку рекомендується його проектувати із симетричним розташуванням мас і жорсткостей, рівномірним розподілом вертикальних навантажень на пілони каркаса, стіни-діафрагми, фундамент і основу та симетричним горизонтальним перерізом, що наближається до квадратного або круглого перерізу.

При прийнятті інших архітектурно-планувальних рішень в просторовому розрахунку враховуються найбільш несприятливі напрямки впливу горизонтальних навантажень (вітру, сейсмічних впливів), відмінні від напрямку головних (центральної) осей будинку.

4.12 Бетонні та залізобетонні конструкції проектують так, щоб з достатньою надійністю запобігти виникненню всіх видів граничних станів. Це досягається вибором показників якості матеріалів, призначенням розмірів і конструюванням згідно з положеннями цього стандарту і

чинних нормативних документів. При цьому забезпечується виконання технологічних вимог при виготовленні конструкцій, дотримання вимог щодо експлуатації будівель, а також щодо оцінки впливів на навколишнє середовище, енергозбереження, пожежної безпеки і довговічності, що встановлюються відповідними нормативними документами, та враховані нерівномірні деформації основи.

**4.13** При проектуванні бетонних та залізобетонних конструкцій їх надійність повинна бути забезпечена розрахунком за граничними станами першої та другої груп шляхом використання розрахункових значень навантажень, характеристик матеріалів, що визначають за допомогою відповідних часткових коефіцієнтів надійності за характеристичними значеннями цих характеристик з урахуванням класу наслідків (відповідальності) згідно з ДБН В.1.2-14.

**4.14** Надійність експлуатації (запобігання прогресуючому обваленню будинку) забезпечують комплексом об'ємно-планувальних та конструктивних рішень у сполученні з врахуванням можливих навантажень і впливів при надзвичайних ситуаціях. Для запобігання прогресуючому обваленню приймають технічні рішення, які створюють необхідну нерозрізність конструктивної системи будинку, що призводить при локальних руйнуваннях до перерозподілу зусиль і можливої появи пластичних деформацій, але забезпечує загальну стійкість будівлі.

**4.15** При проектуванні необхідно виконувати розрахункову оцінку збереження від прогресуючого обвалення несучих конструкцій будівель і споруд класів наслідків СС2 і СС3 у разі виникнення надзвичайної ситуації (пожежі або вибуху), яка може призвести до локального руйнування. Для оцінки стійкості будівель і споруд до лавиноподібного руйнування допускається розглядати лише найбільш небезпечні схеми локального руйнування і можливу втрату несучої здатності конструкцій категорії відповідальності А відповідно до ДБН В.1.2-14. При цьому розрахунки виконують на аварійні сполучення навантажень.

**4.16** При перевірці стійкості будівлі прогресуючому обваленню розрахункові опори матеріалів (сталі, бетону і арматури) приймають таким, що дорівнює їх характеристичним значенням. Величина деформацій і ширина розкриття тріщин в конструкціях у даному випадку не регламентується.

Постійні і квазіпостійні значення навантажень при перевірці стійкості будинку до прогресуючого обвалення слід приймати згідно з ДБН В.1.2-2. При цьому коефіцієнти надійності за навантаженням приймають за одиницю.

**4.17** Характеристичні значення навантажень і впливів, коефіцієнтів сполучень навантажень приймають згідно з ДБН В.1.2-2, а коефіцієнти надійності за відповідальністю будівель і конструкцій слід приймати згідно з ДБН В.1.2-14.

**4.18** Порядок застосування постійних і тривалих навантажень визначається графіком виконання робіт або за фактом.

**4.19** Поряд з контролем міцності бетону по зразках згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 та ДСТУ Б В.2.7-224 рекомендується контроль міцності бетону в готовій конструкції проводити з використанням неруйнівних методів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-220.

**4.20** Для монолітних конструкцій використовують арматуру відповідно до ДСТУ 3760 та ГОСТ 6727 з'єднання арматури діаметром більше ніж 20 мм на будівельному майданчику здійснюють, як правило, за допомогою зварного з'єднання в торець (наприклад, С19-Рм або інших згідно з ДСТУ Б В.2.6-169), а також за допомогою гвинтових механічних з'єднань.

**4.21** Зовнішні стіни будівель, крім інших загальних вимог згідно з чинними будівельними нормами та нормативними документами, повинні:

- сприймати значні та змінні по висоті вітрові навантаження, в тому числі їх пульсаційну складову згідно з розділом 9 ДБН В.1.2-2;
- відповідати підвищеним вимогам щодо вогнестійкості зовнішніх огорожувальних конструкцій у висотних будинках;



– відповідати вимогам щодо рівня теплового захисту будинків у залежності від їх висоти згідно з чинними будівельними нормами;

– мати довговічність теплоізолюючого шару, що дорівнює довговічності огорожувальних конструкцій. В іншому випадку конструкцію зовнішньої огорожі проектують такою, щоб забезпечити проведення ремонту або заміну теплоізолюючого шару.

**4.22** Значення допустимого шуму, вібрації і звукоізоляції огорожувальних конструкцій і перекриттів у приміщеннях будинку повинні відповідати вимогам чинних будівельних норм та нормативних документів.

## **5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ**

**5.1** Конструктивну систему будівлі призначають такою, щоб забезпечити несучу здатність і стійкість несучих конструкцій та їх елементів під дією розрахункових навантажень та впливів, а також опір прогресуючому обваленню при виникненні надзвичайних ситуацій. Конструктивне рішення включає будівельну та конструктивну системи, а також розрахункову схему.

**5.2** Конструктивні рішення приймають такими, щоб забезпечити термін служби житлових і громадських будівель не менше ніж 100 років, а висотних будівель – не менше ніж 125 років з урахуванням належного обслуговування та можливого відновлення ресурсу будинку за допомогою капітального ремонту, або відповідно терміну, зазначеного в завданні на проектування.

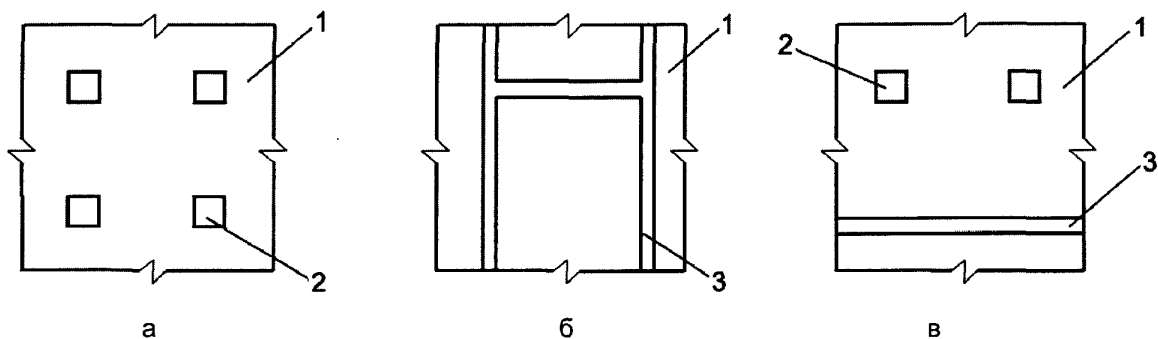
**5.3** КС будівлі являє собою сукупність взаємопов'язаних несучих конструктивних елементів, що забезпечують її опір навантаженням і впливам, стійкість і необхідний рівень експлуатаційної якості.

**5.4** КС монолітної залізобетонної будівлі складається з фундаменту, вертикальних несучих елементів (колон, пілонів, діафрагм та стін), що спираються на нього, горизонтальних елементів (плити перекриттів і покриття), що об'єднують їх в єдину просторову систему.

**5.5** В залежності від типу вертикальних несучих елементів (колони, стіни) конструктивні системи поділяють на (рисунок 5.1):

- каркасні, де основним несучим вертикальним елементом є колони;
- стінові, де основним несучим елементом є стіни;
- каркасно-стінові або змішані, де вертикальними несучими елементами є колони і стіни.

Нижня частина будівлі може вирішуватись в одній конструктивній системі, а верхня – в іншій. Конструктивна система таких будівель є комбінованою.



а – каркасна КС; б – стінова КС; в – змішана КС; 1 – плита перекриття; 2 – колони; 3 – стіни

**Рисунок 5.1** – Фрагменти планів будівель

**5.6** Несучі стіни в плані можуть бути окремо розташованими (рисунок 5.1, в); поздовжніми і поперечними; перехресними (рисунок 5.1, б), що утворюють вертикальні тонкостінні стержні відкритого і замкнутого перерізів.

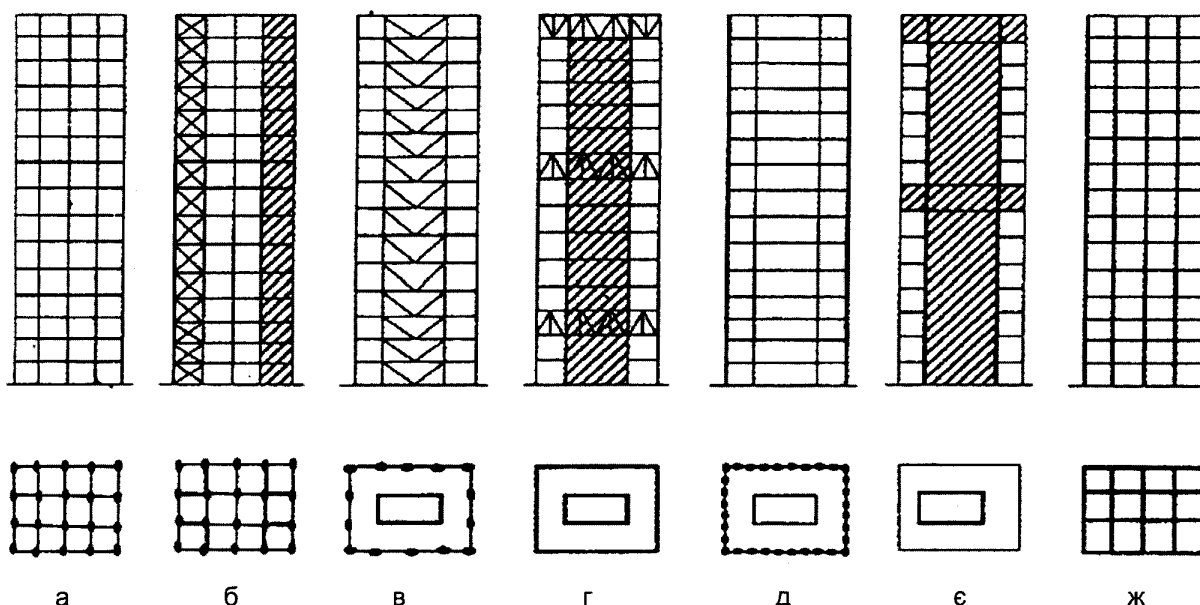
**5.7** При виборі конструктивної схеми висотного будинку і проектуванні несучих конструкцій необхідно враховувати переважаюче значення горизонтальних (у першу чергу, вітрових) навантажень та наступних факторів:

- значне навантаження на несучі конструкції, у тому числі на основи і фундаменти;
- підвищена значущість впливу ряду природних факторів (сейсміка, аеродинаміка) і техногенних (вібрації, аварії, пожежі, локальні руйнування) на безпеку експлуатації;
- проблеми забезпечення спільної роботи в несучих конструкціях таких матеріалів, як сталь і бетон, а також неоднаково навантажених елементів конструкцій, наприклад, колон і стін.

**5.8** Для підвищення жорсткості висотних будинків застосовують коробчасті або оболонкові системи, у яких підвищення жорсткості досягається за рахунок включення в роботу на поперечний вигин зовнішньої огорожі, виконаних у цьому випадку несучими. Поперечний переріз ядра жорсткості збільшується до розмірів зовнішньої оболонки будинку. Розміри будинку в плані при цьому мають обмеження за умовою забезпечення необхідного природного освітлення.

**5.9** У коробчастих системах зовнішня несуча оболонка може виконуватися у вигляді безрозкісної та розкісної решітки з залізобетону. Безрозкісна решітка не викликає труднощів при розміщенні світлопрозорих огорож по фасаду висотного будинку, але є значно менш ефективною ніж розкісна у відношенні забезпечення жорсткості будинку. Тому для підвищення жорсткості зовнішньої оболонки застосовують діагональні в'язі.

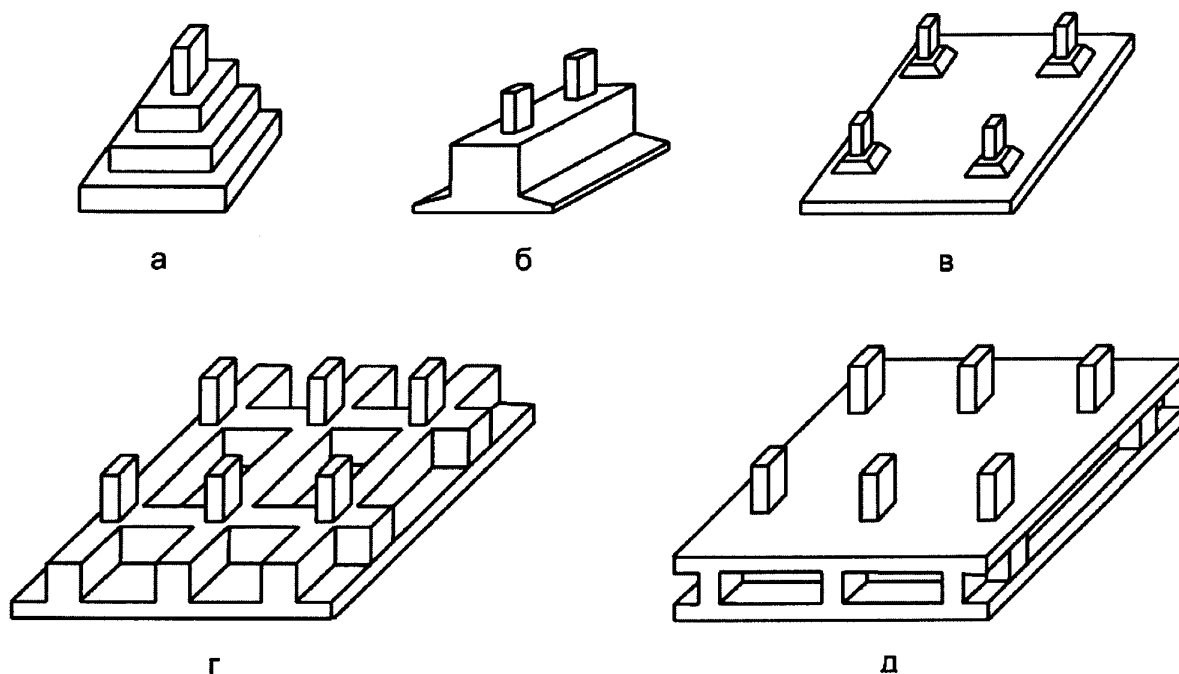
**5.10** При проектуванні, як правило, використовують наступні конструктивні системи висотних будинків: каркасна з діафрагмами жорсткості, рамно-каркасна, безкаркасна з перехресно-несучими стінами, стовбурна, каркасно-стовбурна, коробчата (оболонкова), стовбурно-коробчата ("труба в трубі" або "у фермі") (рисунок 5.2). Вибір тієї чи іншої конструктивної схеми (системи) залежить від багатьох факторів, основними з яких є висота будинку, умови будівництва (сейсмічність, ґрунтові особливості, атмосферні й у першу чергу вітрові впливи), архітектурно-планувальні вимоги.



а – рамно-каркасна система; б – каркасна з діафрагмами жорсткості; в – каркасно-стовбурна; г – стовбурно-коробчата; д – коробчата; е) стовбурна система; ж – безкаркасна з перехресно-несучими стінами

**Рисунок 5.2** – Конструктивні схеми

**5.11** В залежності від інженерно-геологічних умов, навантажень і проектного завдання фундаменти виконують у вигляді окремих плит змінної товщини під колони (рисунк 5.3, а), стрічкових плит під колони і стіну (рисунк 5.3, б) і загальної фундаментної плити по всій площі конструктивної системи (рисунк 5.3, в). При великій товщині застосовують більш економічні ніж суцільні, ребристі і коробчасті плити (рисунк 5.3, г, д). При слабких ґрунтах влаштовують пальові та баретні фундаменти.

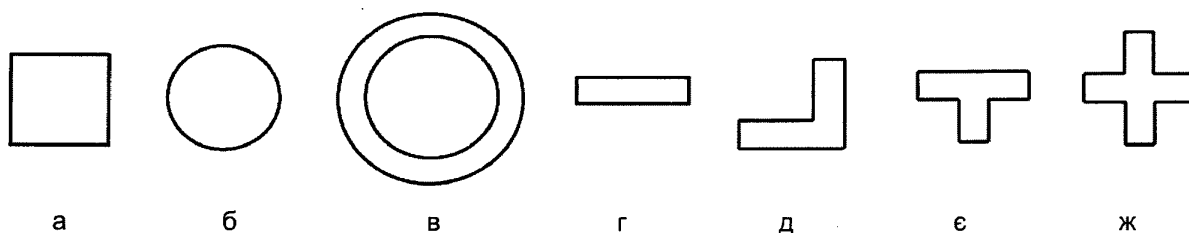


а – окремий; б – стрічковий; в, г, д – плитні: суцільний, ребристий і коробчастий

**Рисунок 5.3 – Фундаменти**

**5.12** Колони можуть мати квадратний, прямокутний, круглий, кільцевий, кутиковий, тавровий і хрестовий поперечні перерізи (рисунк 5.4).

Прямокутні колони (пілони) з витягнутим поперечним перерізом мають співвідношення довжини до ширини менше чотирьох або ( $b/a < 4$ ) або висоти поверху до довжини більше чотирьох ( $h_{пов} / b > 4$ ). Більш витягнуті в плані пілони слід відносити до стін.

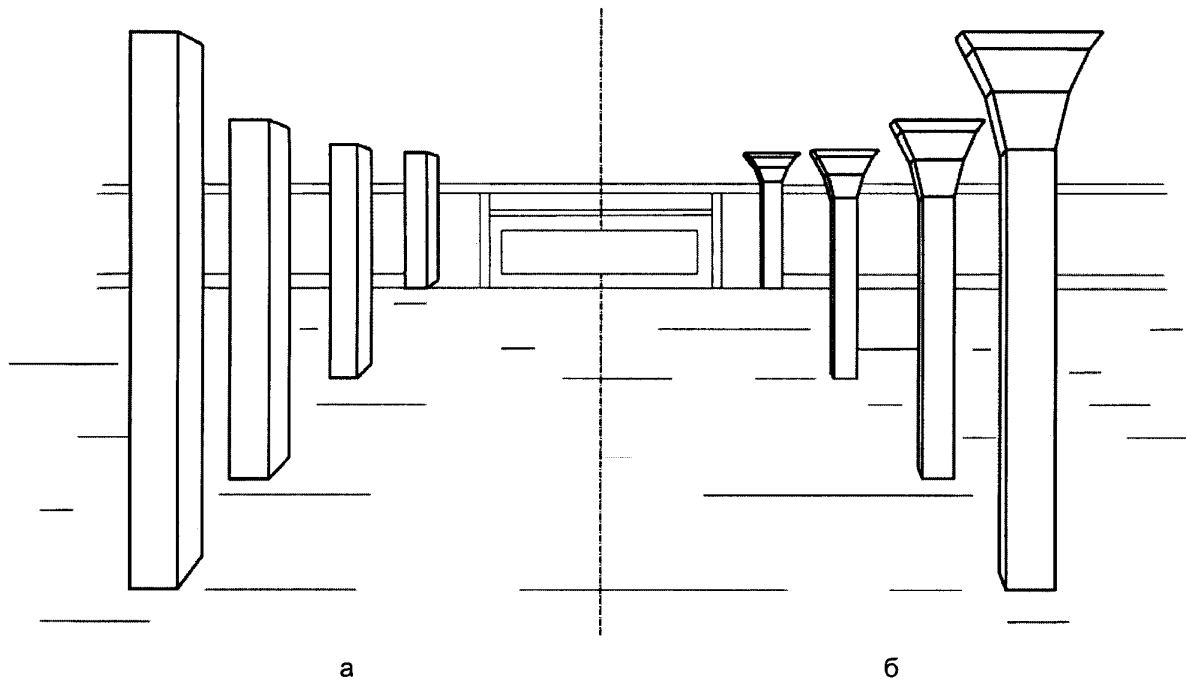


а – квадратний; б – круглий; в – кільцевий; г – прямокутний; д – кутиковий; е – тавровий; ж – хрестовий

**Рисунок 5.4 – Поперечні перерізи колон**

**5.13** Плити перекриттів у каркасних КС бувають:

- безбалочні у вигляді гладкої суцільної плити (рисунок 5.5, а); плити з капітелями (рисунок 5.5, б); плити гладкі або з капітелями і з контурними балками по периметру будівлі;
- з міжколонними балками в одному (рисунок 5.6, а, б) і в двох напрямках (рисунок 5.6, в, г).



а

б

а – гладка плита; б – плита з капітелями

**Рисунок 5.5** – Безбалочні перекриття

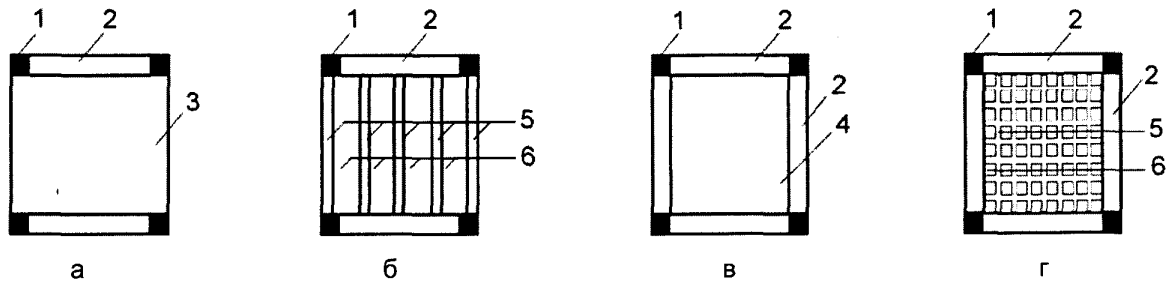
**5.14** Плити перекриттів у каркасних КС з балками і в стіннових КС бувають:

- суцільні, пустотні (або із вкладишами) і ребристі, якщо балки і стіни в одному напрямку (рисунок 5.6, а, б);
- суцільні, кесонні пустотні (або із вкладишами) і ребристі, якщо балки і стіни в двох напрямках (рисунок 5.6, в, г);
- ребристі з ребрами вгору для влаштування плаваючої підлоги та отримання гладкої стелі, укладання звукоізоляції та інженерних комунікацій (рисунок 5.6, г).

**5.15** Огороджувальні зовнішні стіни бувають:

- несучі, які передають тимчасове і постійне навантаження з поверхів і власної ваги безпосередньо на фундамент;
- самонесучі, що передають безпосередньо на фундамент тільки власну вагу;
- не несучі, що спираються в межах поверху на перекриття або вертикальні несучі елементи КС і безпосередньо не передають навантаження на фундамент.

**5.16** Конструктивні схеми в стіннових КС визначаються взаємним розташуванням стін, а в каркасних КС – взаємним розташуванням міжколонних балок (рисунок 5.6) щодо поперечних і поздовжніх осей будівлі. Схеми бувають поперечні, поздовжні та перехресні. У реальних монолітних будівлях конструктивні схеми зазвичай перехресні (рисунок 5.6, в, г). Чисто поперечні і поздовжні схеми (рисунок 5.6, а, б) розглядаються при поділі просторової КС на дві незалежні з метою спрощення розрахунків.



а, б – балки і стіни в одному напрямку; в, г – балки і стіни в двох напрямках; 1 – колони; 2 – балки або стіни; 3 – плита суцільна або пустотна (або із вкладишами); 4 – плита суцільна або пустотна (або із вкладишами) кесонна; 5 і 6 – ребра і полиці ребристої і кесонної плит

**Рисунок 5.6** – Плити перекриттів в каркасних конструктивних схемах з балками і в стінових конструктивних схемах

**5.17** Горизонтальні навантаження перерозподіляються дисками перекриттів між закріпленими у фундаменті вертикальними опорними консольними конструкціями (устоями) у вигляді:

- просторових рам у каркасних КС;
- стін у двох напрямках і утворених стінами тонкостінних стрижнів відкритого і замкнутого профілів в стінових КС;
- просторових рам, стін і тонкостінних стрижнів в змішаних КС.

Вертикальні несучі елементи в КС сприймають всі горизонтальні і вертикальні навантаження.

Диски перекриттів (особливо для в'язевих систем) достатньо жорсткі (практично не деформовані) в своїй площині. Вузли і їх з'єднання з пілонами проектують такими, щоб забезпечити повну передачу всіх компонентів зусиль від диска перекриття на пілон.

**5.18** У каркасних КС стики просторових рам-етажерок вважаються жорсткими за наявності капітелей в плитах або вутів у головних балках. Стики колон з гладкою плитою або балками є умовно жорсткими. Після утворення в стиках колон похилих тріщин їх податливість ще більше зростає. Податливість стиків враховують введенням коефіцієнтів, що знижують згинальну жорсткість елементів.

**5.19** У багатоповерхових будівлях найбільш часто застосовують змішані каркасно-стінові КС.

Стінові, особливо перехресні, КС мають більшу жорсткість з великим опором горизонтальним і вертикальним навантаженням і тому більше підходять для висотних будівель.

**5.20** Несучі конструктивні системи можуть бути регулярними, з однаковим кроком колон і стін за довжиною, шириною і висотою будинку або нерегулярними в плані і за висотою будівлі.

**5.21** Несучу конструктивну систему рекомендується проектувати так, щоб вертикальні несучі елементи (колони, стіни) розташовувалися від фундаменту один над іншим елементом по висоті будівлі, тобто були співвісними. У тих випадках, коли колони і стіни не встановлюються по одній осі, під "вісячими" колонами і стінами слід передбачати влаштування ребер жорсткості і балок-стінок.

**5.22** Конструктивну систему будівель рекомендується розділяти осадковими швами при різній висоті будівлі, а також в залежності від довжини будівлі – температурно-усадковими швами. Необхідні відстані між температурно-усадковими швами по довжині будинку встановлюють розрахунком. На період будівництва можливо влаштування тимчасових деформаційних швів, які потім усуваються.

**5.23** При проектуванні несучих конструктивних систем, особливо в сейсмічних районах, рекомендується прагнути до простих технічних рішень, що найбільшою мірою забезпечують несучу здатність та жорсткість конструктивної системи: симетричними в плані і однаковими за висотою, з регулярним розміщенням вертикальних несучих елементів в плані і по висоті, без великих консолей і прорізів у плані і по висоті будівлі тощо.

**5.24** Висотні будівлі, що розташовані окремо, рекомендується виконувати ширококорпусними: круглими, овальними, квадратними чи прямокутними з невеликим співвідношенням довгої і короткої сторін для зниження вітрового тиску і витрат на опалення.

**5.25** Секції будівлі різної висоти рекомендується розділяти деформаційними швами. Не рекомендується влаштовувати підземний гараж і стилобат, що виступають за межі площі висотної частини будівлі. У разі необхідності влаштування стилобату, що виходить за межі площі забудови висотною частиною будівлі, рекомендується конструктивними заходами на основі виконаних розрахунків забезпечити рівномірність деформування основи під всією площею забудови висотної частини будівлі або виконати деформаційні шви між стилобатом і висотною частиною будівлі.

## **6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКУ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ**

### **6.1 Розрахункова схема**

**6.1.1** Розрахунки несучих конструкцій монолітних залізобетонних будівель виконують як просторової системи "грунтова основа – фундамент – надфундаментна будова".

Кожен конструктивний елемент системи проектують за найнесприятливішим варіантом розрахунку.

Орієнтовний алгоритм складання розрахункової моделі наведено в додатку А.

**6.1.2** Розрахунки несучих конструкцій висотних будинків, будівель і споруд класу відповідальності ССЗ виконують у два етапи з використанням різних розрахункових моделей:

– перший розрахунок – фахівцями проектної організації;

– другий (дублюючий) розрахунок – виконується іншою організацією ніж та, що виконувала проектування та має фахівців відповідної кваліфікації і досвід виконання таких робіт.

**6.1.3** Розрахунки несучих конструкцій будівель – надземних та підземних, в тому числі фундаментів, виконують як для закінченої споруди, так і на різних стадіях будівництва.

Проектування і розрахунок монолітних будівель і споруд допускається виконувати, використовуючи зворотний перевірочний підхід (підтвердження прийнятих у геометрії конструктивних елементів споруди, фізико-механічних характеристик матеріалів) або прямий підхід (визначення всіх необхідних атрибутів шляхом розв'язання оптимізаційних задач).

**6.1.4** При визначенні зусиль в несучих елементах конструкцій та горизонтальних переміщень системи деформаційні (жорсткісні) характеристики залізобетонних елементів, як правило, приймають на основі методів, які враховують нелінійну роботу матеріалів конструкцій.

При розрахунку будівель на перекидання і зсув їх конструктивну систему приймають як жорстке тіло, що не деформується.

**6.1.5** Визначення несучої здатності пілонів, стін та простінків в місцях сполучення із фундаментною плитою виконують з урахуванням деформацій останньої.

**6.1.6** Несучі конструкції розраховують за першою та другою групами граничних станів з урахуванням найнесприятливішого сполучення навантажень відповідно до положень даного розділу.

**6.1.7** Розрахункова схема будівлі включає дані про навантаження та впливи і фізичну модель.

**6.1.8** Фізична модель будівлі являє собою тривимірну систему з колон, стін, плит, балок і їх сполучень, фундаментів і основи, а також дані про фізико-механічні властивості матеріалів.

**6.1.9** Розподіл зусиль у "просторово-деформівних" системах в значній мірі визначається характеристиками жоркості елементів і їх сполученнями, які залежать як від матеріалу і його напруженого стану, так і від якості виготовлення і монтажу, наявності дефектів, передісторії завантаження, типу конструкції, вологості матеріалу, ступеня пошкодження (зносу), температури та інших факторів. Вплив цих факторів при проектуванні в повній мірі врахувати практично неможливо. Тому геометричні параметри і фізичні характеристики матеріалів і конструкцій у розрахунках приймають заданими.

**6.1.10** Методи визначення напружено-деформованого стану залізобетонних стрижневих, плоских та об'ємних елементів і їх сполучень розроблені тільки для нормальних перерізів при простих впливах.

Розрахунки по похилих і просторових перерізах з тріщинами є лише для окремих випадків, а для складних впливів і врахування багатьох факторів (див. 6.1.3) застосовують різні спрощення.

**6.1.11** Складні просторові геометричні схеми можуть бути спрощеними шляхом заміни реальної конструкції умовною схемою. Ребристі і пустотні диски перекриттів так само, як і структурні покриття зі стержнів, замінюють "умовною анізотропною пластиною" постійної товщини. Колони й балки апроксимуються стержнями, приведеними до осі, а плити і стіни – пластинами, приведеними до середньої площини.

**6.1.12** Застосовують континуальні, дискретно-континуальні і дискретні розрахункові моделі. Найбільше поширення отримали дискретні розрахункові моделі, засновані на математичній та геометричній дискретизації просторових конструкцій, що розраховують методом скінченних елементів (МСЕ). Параметри дескретизації та типи скінченних елементів приймаються з урахуванням вимог щодо точності відтворення моделлю реальної конструкції.

## **6.2 Вимоги до розрахунку**

**6.2.1** Розрахунок конструктивних систем включає:

– визначення зусиль в перерізах елементів конструктивної системи (колонах, плитах перекриття і покриттях, фундаментних плитах, стінах, ядрах жорсткості) та зусиль, що діють на основу фундаментів;

– визначення переміщень конструктивної системи в цілому і окремих її елементів, а також прискорень коливання перекриттів у визначених випадках;

– розрахунок на стійкість конструктивної системи (стійкість форми і положення);

– оцінку опору конструктивної системи прогресуючому руйнуванню;

– оцінку несучої здатності й деформації основи.

**6.2.2** Розрахунок конструктивної системи, що включає надземні та підземні конструкції, фундамент та основу, виконують для всіх послідовних стадій зведення (у разі істотної зміни розрахункової ситуації) і для стадії експлуатації, приймаючи розрахункові схеми, що відповідають розглянутим стадіям. При цьому враховують:

– порядок прикладання і зміни вертикального навантаження і жорсткостей елементів у процесі монтажу та експлуатації;

– утворення тріщин від температурно-усадкових деформацій бетону в процесі тверднення та наявність технологічних швів при бетонуванні захватками;

– міцнісні та деформативні властивості бетону, температуру навколишнього середовища в момент звільнення конструкції від опалубки і передачі навантаження від верхніх поверхів.

**6.2.3** Розрахунок конструктивної системи в загальному випадку виконують в просторовій розрахунковій схемі з урахуванням спільної роботи надземних і підземних конструкцій, фундаменту і основи під ним.

**6.2.4** Розрахунок конструктивних систем, як правило, виконують з урахуванням нелінійних властивостей матеріалів залізобетонних елементів.

Нелінійні жорсткісні параметри залізобетонних елементів визначають по поперечному перерізу з урахуванням фізичної нелінійності бетону й арматури, що відповідають короткочасному і тривалому впливам навантаження.

**6.2.5** Значення нелінійних жорсткостей залізобетонних елементів приймають в залежності від стадії розрахунку, вимог до розрахунку та характеру напружено-деформованого стану елемента.

На першій стадії розрахунку конструктивної системи, що характеризується тим, що армування залізобетонних елементів невідомо, нелінійну роботу елементів рекомендується враховувати шляхом зниження їх жорсткостей за допомогою умовних узагальнених коефіцієнтів або з використанням "фіктивного" модуля деформацій бетону.

На наступних стадіях розрахунку конструктивної системи, коли відомо армування залізо-бетонних елементів, в розрахунок вводять уточнені значення жорсткостей елементів, що визначаються з урахуванням армування, утворення тріщин і розвитку непружних деформацій у бетоні й арматурі згідно з ДБН В.2.6-98 та ДСТУ Б В.2.6-156.

**6.2.6** В результаті розрахунку конструктивної системи визначають: у колонах – значення поздовжніх і поперечних сил, згинальних моментів, а у разі необхідності – і крутних моментів; в плоских плитах перекриття, покриття та фундаментів – значення згинальних, крутних моментів та зсувних сил, поперечних і поздовжніх сил; в стінах – значення нормальних і зсувних поздовжніх сил, згинальних і крутних моментів і поперечних сил.

Визначення зусиль в елементах конструктивної системи виконують від дії розрахункових постійних, тривалих і короткочасних навантажень, особливих навантажень, а також їх розрахункових сполучень.

На першій стадії розрахунку для оцінки зусиль в елементах конструктивної системи допускається приймати наближені значення жорсткостей елементів, маючи на увазі, що розподіл зусиль в елементах конструктивних систем залежить не від величини, а, в основному, від співвідношення жорсткостей цих елементів. Для більш точної оцінки розподілу зусиль в елементах конструктивної системи рекомендується приймати уточнені значення жорсткостей відповідно до ДСТУ Б В.2.6-156. При цьому необхідно враховувати суттєве зниження жорсткостей в згинальних плитних елементах (в результаті можливого утворення тріщин) у порівнянні з позацентрово стиснутими елементами. У першому наближенні рекомендується приймати модуль пружності бетону  $E_c$ , який дорівнює його розрахунковому значенню відповідно до таблиці 3.1 ДСТУ Б В.2.6-156.

На наступних стадіях розрахунку при відомому армуванні приймають уточнені жорсткості плит з урахуванням армування, наявності тріщин і непружних деформацій у бетоні й арматурі, що визначаються згідно з чинними нормативними документами.

Прискорення коливань перекриттів верхніх поверхів будівлі визначають при дії пульсаційної складової вітрового навантаження.

**6.2.7** При розрахунку на стійкість конструктивної системи виконують перевірку стійкості форми конструктивної системи, а також стійкості положення конструктивної системи на перекидання і на зсув.

Розрахунок на стійкість конструктивної системи виконують на вплив розрахункових постійних, тривалих і короткочасних вертикальних і горизонтальних навантажень.

При розрахунку стійкості форми конструктивної системи рекомендується приймати знижені жорсткості елементів конструктивної системи (враховуючи фізичну нелінійність матеріалів за ДСТУ Б В.2.6-156), оскільки стійкість конструктивної системи пов'язана з деформативністю системи та її окремих елементів.

При проектуванні висотних (вище за 73,5 м) будівель та середніх по висоті ( $40,0 \text{ м} \leq H \leq 73,5 \text{ м}$ ) рекомендується надавати перевагу мінімальній кількості пілонів, які мають розвинені розміри в плані (рисунок 6.1).

В протяжних будівлях у плані відстань між паралельними пілонами приймають не більше ніж 30,0 м, а відстань від крайнього пілона до торця будівлі (консольна ділянка перекриття) не більше ніж 12,0 м (рисунок 6.1 а, в). У разі необхідності відхилення вищевказаних обмежень прийняте рішення обґрунтовується розрахунком.

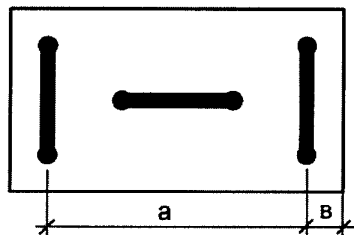


Рисунок 6.1 – Розміщення пілонів



**6.2.8** Ураховуючи те, що стійкість конструктивної системи залежить від опору в основному позацентрово стиснутих вертикальних елементів при тривалій дії навантаження і в стадії, що наближається до граничної, запас стійкості призначають не менше ніж дворазовим.

При розрахунку стійкості положення конструктивну систему розглядають як жорстке недеформоване тіло. При розрахунку на перекидання утримуючий момент від вертикального навантаження повинен перевищувати перекидний момент від горизонтального навантаження з коефіцієнтом 1,5. При розрахунку на зсув утримуюча горизонтальна сила повинна перевищувати діючу зсувну силу з коефіцієнтом 1,2. При цьому слід враховувати найбільш несприятливі значення коефіцієнтів надійності за навантаженнями і впливами.

**6.2.9** Розрахунок на запобігання прогресуючому руйнуванню повинен забезпечувати несучу здатність і стійкість конструктивної системи в цілому при відмові одного будь-якого елемента конструктивної схеми (колони, ділянки стіни, ділянки перекриття) і можливого подальшого руйнування прилеглих елементів. Крім того, в обґрунтованих випадках розглядають розрахункову ситуацію з відмовою частини основи (наприклад, у разі утворення карстових провалів).

Розрахунок на запобігання прогресуючому руйнуванню виконують при впливі особливого сполучення навантажень з характеристичними значеннями міцності бетону та арматури.

**6.2.10** Оцінку несучої здатності й деформацій основи виконують згідно з відповідними будівельними нормами та нормативними документами на зусилля, які передаються на основу, отримані при розрахунку конструктивної системи будівлі.

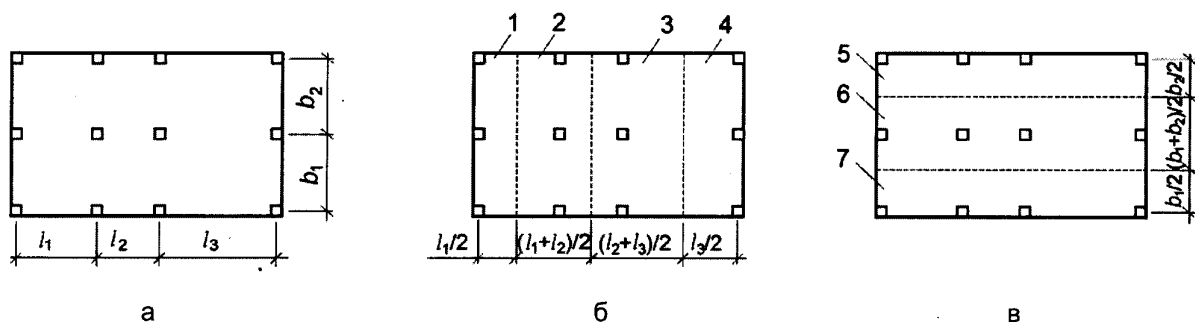
**6.2.11** Розрахунок перекосів вертикальних блоків будівлі від нерівномірних вертикальних деформацій сусідніх несучих конструкцій (стін та колон) виконують з урахуванням фактичного порядку зведення будівлі, а також часу і тривалості прикладання навантажень для врахування нелінійних деформацій у залізобетонних конструкціях.

### 6.3 Методи розрахунку

**6.3.1** Просторова конструктивна система є статично невизначеною системою. Для розрахунку несучих конструктивних систем рекомендується використовувати дискретні розрахункові моделі, що розраховуються методом скінченних елементів.

Розрахунок регулярних (або близьких до них) каркасних і стінових КС можна виконувати методом замінюючих (еквівалентних) рам (рисунок 6.2), а стінових КС – шляхом розкладання на поперечну і поздовжню схеми (рисунок 6.3).

Для оцінки максимальної несучої здатності перекриттів може бути використаний розрахунок методом граничної рівноваги.



а – загальна схема; б – поперечна схема; в – поздовжня схема; 1, 4 і 2, 3 – дві крайні і дві середні поперечні рами; 5, 7 і 6 – дві крайні і середня поздовжні рами;  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  – відстань між поперечними рамами;  $b_1$ ,  $b_2$  – відстань між поздовжніми рамами

**Рисунок 6.2** – План типового поверху будівлі з регулярними колонами каркасної конструктивної системи

**6.3.2** Дискретизацію конструктивних схем виконують із застосуванням оболонкових, стрижневих і об'ємних (у разі необхідності) скінченних елементів, які використовуються у прийнятому розрахунковому комплексі.

При розробленні просторової моделі конструктивної системи враховують характер спільної роботи стрижневих, оболонкових і об'ємних кінцевих елементів, пов'язаний з різною кількістю ступенів свободи для кожного із зазначених елементів.

**6.3.3** Деформативні властивості основи враховують шляхом використання загальноприйнятих розрахункових моделей основи з застосуванням різних типів скінченних елементів або граничних умов із заданою піддатливістю, моделювання всього масиву ґрунту під будівлею з об'ємних кінцевих елементів, або комплексно – з використанням всіх вищеперерахованих методів у разі складної спільної роботи конструкції фундаменту і основи.

На першій стадії розрахунку конструктивної системи допускається деформативність основи враховувати за допомогою коефіцієнта жорсткості основи, прийнятого за усередненими характеристиками ґрунтів.

При використанні пальових або пальово-плитних фундаментів палі моделюють як залізобетонні конструкції або враховують їхню спільну роботу з ґрунтом узагальнено, як єдине ціле з використанням приведенного коефіцієнта постелі основи.

**6.3.4** За відсутності даних про порядок і час дії постійних і довготривалих навантажень перевіряють несучу здатність, тріщиностійкість та деформації несучої КС з обов'язковим урахуванням деформативності основи з дотриманням наступного:

- 1) врахування зміни навантажень та зміну жорсткості системи в процесі монтажу при збільшенні поверхів;
- 2) одночасного врахування навантаження на всіх поверхах.

**6.3.5** При побудові скінченно-елементної розрахункової моделі розміри й конфігурацію скінченних елементів призначають, виходячи з можливостей застосовуваних конкретних розрахункових програм, і приймають такими, щоб була забезпечена необхідна точність визначення зусиль по довжині колон і по площі плит перекриттів, фундаментів і стін з урахуванням загального числа скінченних елементів у розрахунковій схемі, що впливає на тривалість розрахунку.

**6.3.6** Жорсткості скінченних елементів на початковій стадії розрахунку конструктивної системи, коли армування конструкцій ще невідомо, визначають відповідно до 6.2.

Після визначення арматури в плитах перекриттів і покриттів виконують додатковий розрахунок конструктивної системи для уточнення прогинів цих конструкцій, приймаючи уточнені значення згинальних жорсткостей скінченних елементів плит з урахуванням армування у двох напрямках згідно з чинними нормативними документами.

Аналогічний додатковий розрахунок виконують для більш точної оцінки згинальних моментів в елементах перекриттів, покриттів і фундаментних плитах, а також поздовжніх сил в стінах і колонах з урахуванням нелінійної роботи арматури і бетону включно до граничних значень.

**6.3.7** Розрахунок конструктивних систем методом скінченних елементів, як правило, виконують з використанням спеціальних сертифікованих комп'ютерних комплексів, в яких реалізовані вимоги ДБН В.2.6-98 та ДСТУ Б В.2.6-156 щодо врахування фізичної і геометричної нелінійності, та впливи другого порядку.

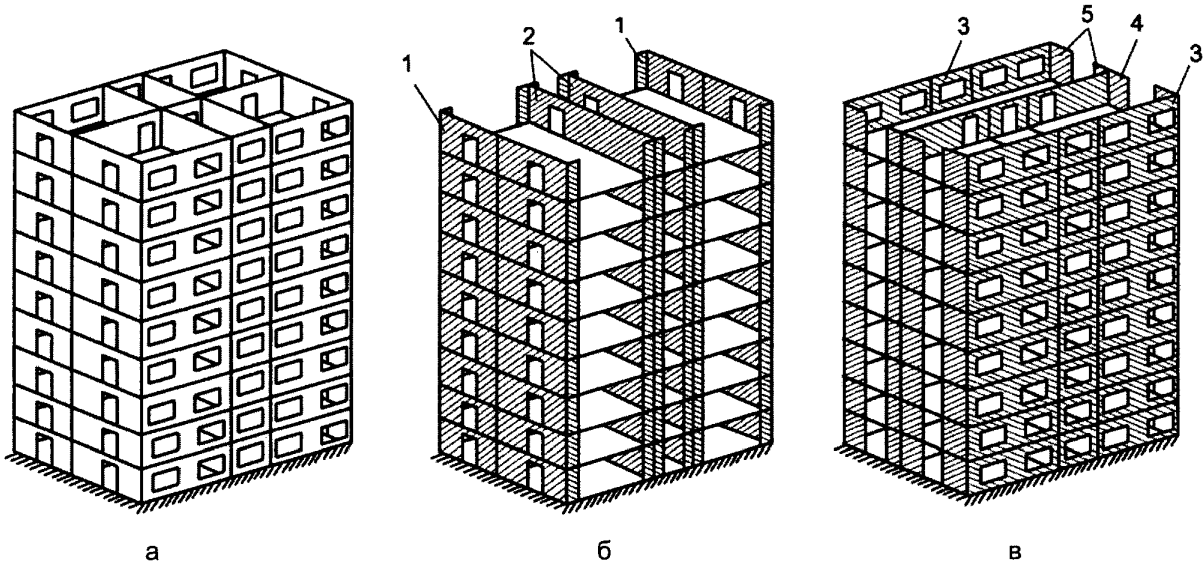
**6.3.8** Розрахунок регулярної каркасної конструктивної системи методом заміних (еквівалентних) рам виконують шляхом виділення окремих рам вертикальними перерізами, що проходять по середині кроку колон, у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Розрахунок виділених в кожному напрямку рам, що складаються з колон і смуг плоскої плити (умовного ригеля), виконують незалежно одне від одного за загальними правилами будівельної механіки на дію вертикальних і горизонтальних навантажень, приймаючи при визначенні зусиль лінійні жорсткості елементів рам.

Згинальні моменти і поперечні сили в опорних і перерізах перетинах умовного ригеля розподіляють між його надколонними і міжколонними смугами в залежності від розташування колон в рамі (крайня або проміжна колона) і співвідношення між поперечними і поздовжніми (уздовж осі рами) прольотами.

**6.3.9** Розрахунок стінової КС (рисунок 6.3, а) на горизонтальні навантаження можна виконувати методом поділу перехресної КС на незалежні поперечну (рисунок 6.3, б) і поздовжню схеми (рисунок 6.3, в).

Горизонтальні навантаження приймають діючими в обох напрямках.



а – загальна схема; б – поперечна схема; в – поздовжня схема; 1, 2 – зовнішні і внутрішні поперечні стіни; 3, 4 – зовнішні і внутрішні поздовжні стіни; 5 – ділянки, що примикають до стін перпендикулярного напрямку

**Рисунок 6.3** – До розрахунку стінової конструктивної системи

**6.3.10** Розрахунок несучої здатності перекриттів методом граничної рівноваги виконують, беручи за критерій рівність робіт зовнішніх навантажень і внутрішніх сил на можливих переміщеннях в граничній рівновазі плити перекриття з найбільш небезпечною схемою зламу, що характеризує її руйнування.

**6.3.11** На початковій стадії розрахунку для орієнтовної оцінки жорсткості прийнятої конструктивної системи будинків підвищеної поверховості допускається виконати розрахунок системи на стійкість і горизонтальні переміщення за умовною стержневою консольною схемою, що включає тільки стіни і колони (з лінійними деформаційними характеристиками), жорстко закріплені в основі і об'єднані шарнірно пов'язаними з ними жорсткими дисками перекриттів.

## **7 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ НЕСУЧИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**7.1** Основними несучими елементами (рисунки 5.1 – 5.5) конструктивної системи є колони, стіни, плити перекриттів і покриттів, різні фундаменти, у тому числі пальові ростверки та основа.

**7.2** Основними конструктивними параметрами колон є їхня висота, розміри поперечного перерізу, клас бетону за міцністю на стиск і вміст поздовжньої та поперечної арматури, які визначаються в залежності від висоти будівлі, навантаження на перекриття (з урахуванням власної ваги перекриттів) і кроку колон.

При проектуванні рекомендується приймати раціональні конструктивні параметри колон, що встановлюють на основі техніко-економічного аналізу. При цьому мінімальний розмір поперечного перерізу квадратних і круглих колон (рисунок 5.4) рекомендується приймати не менше ніж 30 см, для колон з витягнутим поперечним перерізом – не менше ніж 20 см, клас бетону, як правило, – не менше ніж С20/25, відсоток армування в будь-якому перерізі (включаючи ділянки з з'єднанням напуском арматури) – не більше ніж 4,0 (8,0).

**7.3** Конструктивні параметри колон рекомендується приймати однаковими на одному рівні перекриттів.

**7.4** У тому разі, коли техніко-економічний аналіз конструктивних параметрів колон встановлює, що необхідне армування перевищує максимальні значення, наведені в 8.5 ДСТУ Б В.2.6-156, рекомендується застосовувати сталезалізобетонні, в тому числі трубобетонні колони, а також з застосуванням сталевібробетону.

У тих випадках, коли техніко-економічний аналіз конструктивних параметрів колон встановлює, що необхідний клас бетону перевищує С50/60, рекомендується збільшити розміри перерізу колони.

**7.5** Основними конструктивними параметрами стін є її розміри (довжина, висота та товщина стіни), клас бетону за міцністю на стиск і вміст вертикальної арматури (відсоток армування), які визначають в залежності від висоти будівлі, навантаження на перекриття, кроку стін.

При проектуванні рекомендується приймати раціональні конструктивні параметри стін, які встановлюють на основі техніко-економічного аналізу. При цьому товщину стін рекомендується приймати не менше ніж 18 см, клас бетону – не менше ніж С16/20, вміст армування відповідно до ДСТУ Б В.2.6-156.

При застосуванні високих відсотків армування перерізів максимальна крупність заповнювача в бетонній суміші не повинна перевищувати 10 мм.

**7.6** При прольотах до 7,2 м перекриття рекомендується виконувати плоскими, при більших значеннях – плоскими з капітелями (рисунок 5.5) або міжколонними балками і стінами (рисунок 5.6), а при прольотах більше ніж 12 м – з міжколонними балками або стінами і ребристими та порожнистими плитами (рисунок 5.6, а, б).

Для зальних приміщень прогоном (12 – 15) м рекомендуються кесонні, ребристі або порожнисті плити при обпиранні по чотирьох сторонах на балки і стіни (рисунок 5.6, в, г).

**7.7** Основними конструктивними параметрами плоских плит перекриттів є розміри поперечного перерізу (товщина плити), клас бетону за міцністю на стиск і вміст поздовжньої арматури, які визначають в залежності від навантаження на перекриття та довжини прольотів.

При проектуванні рекомендується приймати оптимальні конструктивні параметри перекриттів, установлені на основі техніко-економічного аналізу. При цьому товщину плоских плит перекриттів суцільного перерізу рекомендується приймати не менше ніж 16 см і не менше ніж 1/30 довжини найбільшого прольоту і не більше ніж 30 см, клас бетону – не менше ніж С16/20. Висоту порожнистих, ребристих і кесонних плит приймають не менше ніж 25 см і не більше ніж 50 см, клас бетону – не менше ніж С20/25.

**7.8** При прольотах більше ніж 7,2 м рекомендується застосування додаткової попередньо напруженої арматури з високоміцних канатів класу К-7 та К-15 без зчеплення з бетоном.

Для зниження ваги перекриттів бажано застосовувати легкі бетони, порожнисті вкладиші або вкладиші у вигляді плит і блоків з особливо легких бетонів.

**7.9** У плоских плитах перекриттів та плит з прихованими капітелями, на густо армованих ділянках, навколо колон, де діють максимальні поперечні сили, згинальні і крутні моменти, для запобігання продавлюванню, спрощення армування й полегшення бетонування допускається укладання фібробетону класу за міцністю на розтяг не менше ніж С<sub>t</sub>2.

**7.10** Основними конструктивними параметрами плоских фундаментних плит є розміри в плані, товщина плити, клас бетону за міцністю на стиск і вміст поздовжньої арматури, які визначають залежно від реактивного тиску ґрунту основи й кроку колон і стін.

При проектуванні рекомендується приймати оптимальні конструктивні параметри фундаментних плит, які встановлюють на основі техніко-економічного аналізу. При цьому товщину фундаментних плит рекомендується приймати не менше ніж 50 см і не більше ніж 200 см, клас бетону – не менше ніж С16/20, вміст робочого армування – не менше ніж 0,003, а марку за водонепроникністю – не менше ніж W6.

**7.11** Ребристі і коробчасті фундаменти складаються з плитних і стінових елементів і застосовують для підвищення жорсткості будівлі, а при висоті більше ніж 2 м і для використання підземного простору в якості технічних поверхів.

**7.12** Пальові фундаменти складаються з монолітних ростверків у вигляді загальних фундаментних плит, стрічкових фундаментних плит під стінами, окремо розташованих фундаментних плит під колонами і забивних, буронабивних, буроін'єкційних і інших паль.

Тип і розташування паль по полю фундаментної плити визначають залежно від конструктивної системи будівлі, навантажень, що припадають на палі та інженерно-геологічних умов майданчика.

Розрахунок і конструювання пальових фундаментів виконують за чинними нормативними документами.

**7.13** Для забезпечення термічної тріщиностійкості масивних фундаментних плит об'ємом до 2000 м<sup>3</sup> без розбивки на окремі технологічні блоки рекомендується застосовувати метод безперервної укладки високорухомих і самоущільнювальних сумішей з модифікованих бетонів з низькою екзотермією та усадкою і які містять полікомпонентні модифікатори.

**7.14** Допускається не виконувати обклеювальну гідроізоляцію для фундаментних плит і зовнішніх стін підземних поверхів при влаштуванні конструкцій технологічних і усадкових швів, що запобігають протіканню, та застосування бетонів з компенсованою усадкою за відповідних добавок і маркою за водонепроникністю від W8 до W12.

**7.15** Для несучих елементів конструктивних систем будинків висотою понад 73,5 м слід враховувати вимоги до конструктивних параметрів, регламентованих ДБН В.2.2-24.

## **8 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКУ НЕСУЧИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**8.1** Розрахунки бетонних та залізобетонних конструкцій виконують за граничними станами згідно з 2.2 ДБН В.2.6-98, які включають:

- граничні стани першої групи;
- граничні стани другої групи.

Розрахунки за граничними станами першої групи включають розрахунки щодо визначення несучої здатності з урахуванням у разі необхідності деформованого стану конструкції.

Розрахунки за граничними станами другої групи включають розрахунки щодо виникнення та розкриття тріщин і за деформаціями.

**8.2** Розрахунки за граничними станами будівлі в цілому, а також окремих її елементів, як правило, виконують для всіх стадій її існування – зведення та експлуатації; при цьому розрахункові схеми приймають такими, що максимально відповідають реальній роботі конструкцій та прийнятим конструктивним рішенням.

**8.3** Розрахунки зусиль, напружень та деформацій від зовнішніх навантажень та впливів навколишнього середовища в монолітних бетонних і залізобетонних конструкціях визначають за загальними правилами будівельної механіки з урахуванням фізичної та геометричної нелінійності роботи конструкції у системі.

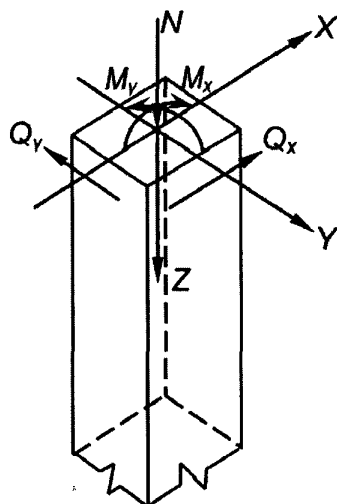
Необхідно враховувати перерозподіл зусиль в елементах системи внаслідок нелінійних деформацій бетону і арматури та процесів тріщиноутворення за граничним станом, що розглядається.

Розрахунок несучих залізобетонних елементів конструктивної системи (колон, стін, плит перекриттів, покриттів і фундаментів) слід проводити за граничними станами двох груп: за несучою здатністю та стійкістю і за експлуатаційною придатністю (за тріщиностійкістю і деформаціями). При цьому розрахунок на стійкість окремих стиснутих елементів (колон і стін) рекомендується проводити в рамках розрахунку за несучою здатністю цих елементів з урахуванням впливу поздовжнього вигину або в рамках розрахунку конструктивної системи за деформованою схемою, а розрахунок за деформаціями елементів – в рамках розрахунку статично невизначеної конструктивної системи.

**8.4** Розрахунок несучої здатності колон виконують за нормальними перерізами на дію згинальних моментів і поздовжніх сил і по похилих перерізах на дію поперечних і поздовжніх сил, отриманих з розрахунку конструктивної системи (рисунок 8.1).

Розрахунок за несучою здатністю колон за нормальними перерізами рекомендується проводити за граничним зусиллям або з використанням деформаційної моделі згідно з ДСТУ Б В.2.6-156.

Вплив поздовжнього вигину враховують множенням згинальних моментів, отриманих з розрахунку конструктивної системи за недеформованою схемою.



**Рисунок 8.1** – Схема зусиль, що діють на виділений стержневий елемент

**8.5** Розрахунок конструкції плити має враховувати додаткові зусилля, які виникають в результаті різниці вертикальних деформацій в стінах і колонах (пілястрах) при їх розміщенні в безпосередній близькості, і зусилля, які можуть виникнути у разі аварійної ситуації.

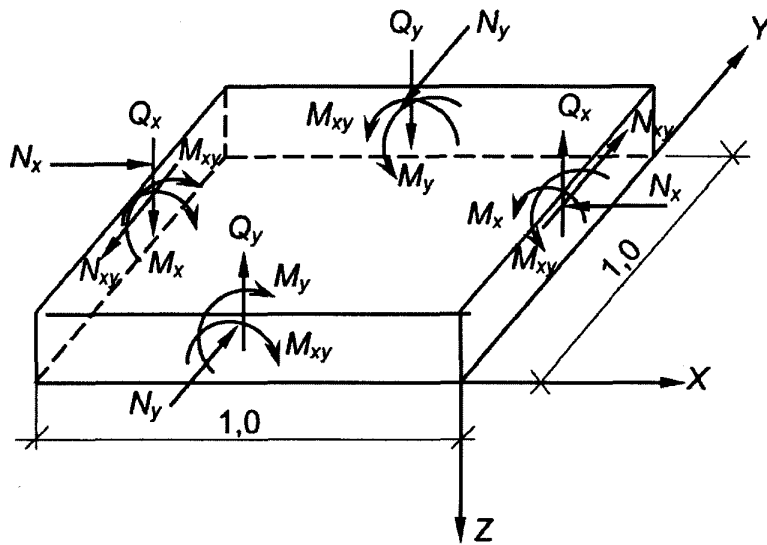
Міцність бетону плити на стиск призначають з урахуванням вимог опору на продавлювання в місцях обпирання, як правило, без використання поперечного армування.

Деформативність (прогини) плит слід обмежувати згідно з ДСТУ Б В.1.2-3 з урахуванням конструктивних, фізіологічних та естетико-психологічних вимог.

Для забезпечення опору місць обпирання плит на крайні вертикальні несучі конструкції при крутінні каркаса висотного будинку рекомендується в створі вертикальних несучих конструкцій по зовнішньому периметру влаштовувати ребра.

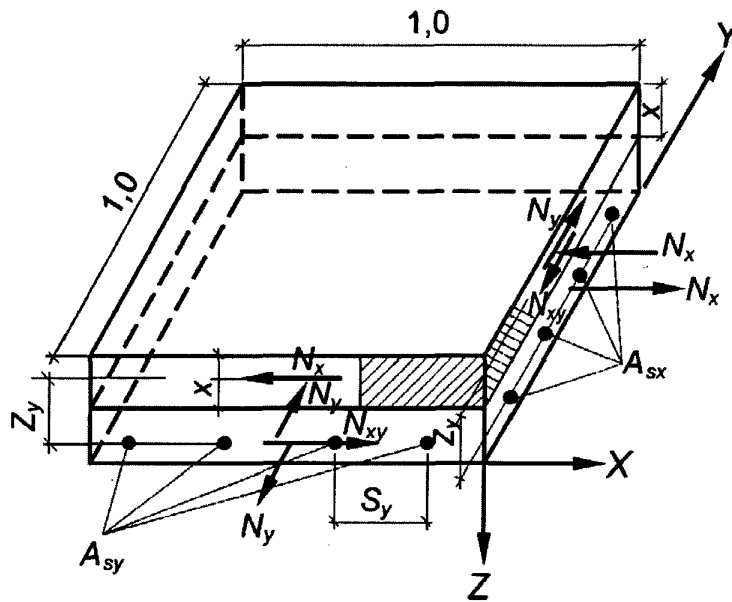
**8.6** Розрахунок за несучою здатністю плоских плит перекриттів, покриттів і фундаментних плит рекомендується виконувати як плоских виділених елементів на спільну дію згинальних моментів в напрямку взаємно перпендикулярних осей і крутних моментів, прикладених по бічних сторонах плоского виділеного елемента, а також на дію поздовжніх і поперечних та зсувних сил, прикладених по бічних сторонах плоского елемента, отриманих з статичного розрахунку конструктивної системи методом кінцевих елементів (рисунок 8.2).

Крім того, при закріпленні плоских плит на колони виконують розрахунок плит на продавлювання на дію зосереджених нормальних сил і моментів згідно з ДСТУ Б В.2.6-156.



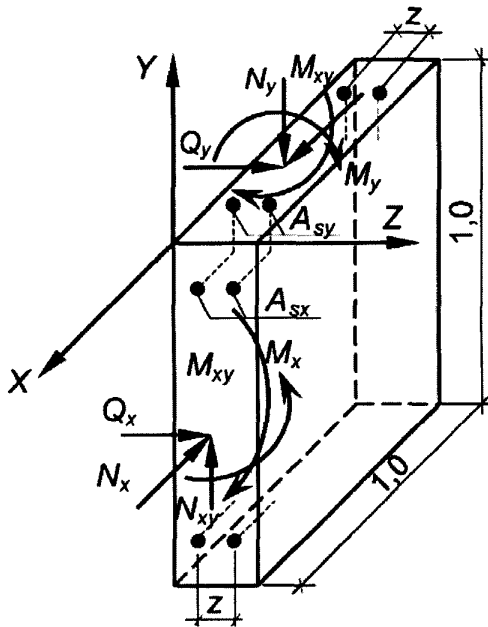
**Рисунок 8.2** – Схема зусиль, що діють на виділений плоский елемент одиничної ширини

**8.7** Розрахунок за несучою здатністю плоских плит в загальному випадку можна виконувати шляхом поділу плоского елемента на окремі шари стиснутого бетону, розтягнутої і стиснутої арматури і розрахунку кожного шару окремо на дію нормальних і зсувних сил в цьому шарі, отриманих від дії згинальних і крутних моментів і нормальних сил (рисунок 8.3).



**Рисунок 8.3** – Схема зусиль, що діють у бетонному і арматурному шарах виділеного плоского елемента плити (зусилля на протилежних сторонах умовно не показані)

**8.8** Розрахунок за несучою здатністю стін в загальному випадку рекомендується виконувати як плоских виділених елементів на спільну дію нормальних і зсувних сил, згинальних моментів, крутних моментів, поперечних сил, прикладених по бічних сторонах плоского виділеного елемента і отриманих з розрахунку конструктивної системи методом скінченних елементів (рисунок 8.4).



**Рисунок 8.4** – Схема зусиль, що діють на виділений плоский елемент одиничної ширини стіни (зусилля на протилежних сторонах умовно не показані)

**8.9** Розрахунок стін в загальному випадку рекомендується проводити шляхом поділу плоского елемента на окремі шари стиснутого бетону і розтягнутої і стиснутої арматури та розрахунку кожного шару окремо на дію нормальних і зсувних сил в цьому шарі, отриманих від дії згинальних і крутних моментів, спільних нормальних і зсувних сил.

Допускається проводити розрахунок без поділу на шари бетону і розтягнутої арматури окремо з площини стіни на спільну дію згинальних моментів, крутних моментів і нормальних сил і в площині стіни на спільну дію нормальних і зсувних сил.

Розрахунок з площини стіни виконують аналогічно розрахунку плоских плит перекриттів, визначаючи значення граничних згинальних моментів з урахуванням впливу нормальних сил.

Допускається застосовувати і інші методи розрахунку за несучою здатністю плоского виділеного елемента, отримані на основі рівноваги зовнішніх зусиль, що діють по бічних сторонах виділеного елемента, і внутрішніх зусиль в головному діагональному перерізі виділеного елемента.

**8.10** Розрахунок за несучою здатністю плоских виділених елементів стін на дію поперечних сил виконують аналогічно розрахунку плит, але з урахуванням впливу поздовжніх сил.

**8.11** Розрахунок за тріщиностійкістю плит (за виникненням та розкриттям тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента) слід виконувати на дію згинальних моментів (без урахування крутних моментів) згідно з ДСТУ Б В.2.6-156.

**8.12** При використанні в розрахунках об'ємних скінченних елементів (наприклад, в товстих фундаментних плитах) розтягувальні зусилля повинні бути сприйняті поздовжньою, поперечною або фібровою арматурою, а стискальні зусилля – бетоном.



## **9 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КОНСТРУЮВАННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ**

**9.1** При конструюванні несучих елементів конструктивної системи (колон, стін, плит перекриттів і покриттів, фундаментних плит, паль) слід дотримуватися загальних вимог щодо конструювання залізобетонних конструкцій ДСТУ Б В.2.6-156, а також вимог розділу 7.

**9.2** Мінімальні розміри перерізів конструкцій приймають з урахуванням їх вогнестійкості та протипожежних вимог.

**9.3** Колони армують поздовжньою, як правило, симетричною арматурою, розташованою по контуру поперечного перерізу і, у разі необхідності, всередині поперечного перерізу, і поперечною арматурою по висоті колони, що охоплює всі поздовжні стрижні, що розташовані по контуру і всередині поперечного перерізу. Конструкцію поперечної арматури в межах поперечного перерізу та максимальні відстані між хомутами і зв'язками по висоті колони приймають такими, щоб запобігти випинанню стиснутих поздовжніх стрижнів і забезпечити рівномірне сприйняття поперечних сил по висоті колони.

**9.4** Підвищення несучої здатності вертикальних конструкцій з урахуванням поступового зростання навантаження від верхніх до нижніх поверхів забезпечують:

- а) збільшенням вмісту поздовжнього армування;
- б) підвищенням міцності бетону на стиск;
- в) збільшенням геометричних розмірів перерізу елементів з урахуванням планувальних обмежень;
- г) використанням "жорсткої" арматури. В якості "жорсткої" арматури рекомендується використовувати прокатні сталеві профілі (двотаври, в т.ч. широкополічкові, кутові елементи, швелери, листову сталь та труби).

**9.5** Стіни рекомендується армувати, як правило, вертикальною та горизонтальною арматурою, розташованою симетрично біля бічних сторін стіни, і поперечними в'язками, що з'єднують вертикальну і горизонтальну арматуру, розташовану біля протилежних бічних сторін стіни.

Максимальна відстань між вертикальними і горизонтальними стрижнями, а також максимальна відстань між поперечними зв'язками приймають такими, щоб запобігти випинанню вертикальних стиснутих стрижнів і забезпечити рівномірне сприйняття зусиль, що діють в стіні.

**9.6** Товщина стін ядер жорсткості, а також несучих простінків, діафрагм жорсткості може прийматися змінною по висоті. Гнучкість колон та стін (відношення  $l_0/i$ , де  $l_0$  – розрахункова довжина,  $i$  – радіус інерції поперечного перерізу) приймають не більше ніж 60.

**9.7** В несучих залізобетонних конструкціях – ростверках, колонах, стінах та ядрах жорсткості – як правило, застосовують важкі бетони, а в перекриттях – важкі і легкі бетони класів за міцністю на стиск не менше ніж С20/25.

**9.8** На торцевих ділянках стіни по її висоті встановлюють поперечну арматуру у вигляді П-подібних або замкнутих хомутів, що створюють необхідне анкерування кінцевих ділянок горизонтальних стрижнів і забезпечують від випинання торцевих стиснутих вертикальних стрижнів стін.

**9.9** З'єднання стін в місцях їх перетину армують по всій висоті стін П-подібними або гнутими хомутами, які забезпечують сприйняття концентрованих горизонтальних зусиль у з'єднаннях стін, а також забезпечують вертикальні стиснуті стрижні в з'єднаннях від випучування і забезпечують анкерування кінцевих ділянок горизонтальних стрижнів.

**9.10** Армуння пілонів, що займають за своїми геометричними характеристиками проміжне положення між стінами і колонами, виконують, як для колон або як для стін в залежності від співвідношення довжини і ширини поперечного перерізу пілонів.

**9.11** Кількість вертикальної і горизонтальної арматури в стіні призначають відповідно до діючих в стіні зусиль, але не менше ніж мінімальна величина армування згідно з ДСТУ Б В.2.6-156 та

ДБН В.1.1-12. При цьому рекомендується передбачати рівномірне армування по площі стіни зі збільшенням армування біля торців стіни й у прорізів.

**9.12** Перекриття виконують у вигляді нерозрізної монолітної залізобетонної плити. При розмірах комірок плити більше ніж 6 м × 6 м товщину плити рекомендується приймати не менше ніж 200 мм. При відстанях між опорами плити понад 7,2 м плиту переkritтя рекомендується підсилювати балками (ребрами). Не слід влаштовувати вентиляційні шахти та інші отвори у зонах умовних (арматурних) балок плоских переkritтів.

**9.13** Армування плоских плит здійснюють поздовжньою арматурою в двох напрямках, що розташовується на нижній і верхній гранях плити, а у разі необхідності (згідно з розрахунком) і поперечною арматурою, що розташовується біля колон, стін і по площі плити з урахуванням вимог та заходів щодо її анкерування.

**9.14** На кінцевих ділянках плоских плит встановлюють поперечну арматуру у вигляді П-подібних хомути, розташованих по краю плити, які забезпечують прийняття крутних моментів біля краю плити і необхідне анкерування кінцевих ділянок поздовжньої арматури.

**9.15** Кількість верхньої та нижньої поздовжньої арматури в плиті переkritтя (покриття) встановлюють відповідно до діючих зусиль. При цьому рекомендується для нерегулярних конструктивних систем з метою спрощення армування використовувати нижню арматуру однаковою по всій площі розглянутої конструкції відповідно до максимальних значень зусиль у прольоті плити; основну верхню арматуру приймати такою ж, як і нижню, а у колонах і стінах встановлювати додаткову верхню арматуру, яка в сумі з основною повинна приймати опорні зусилля в плиті. Для регулярних конструктивних систем поздовжню арматуру рекомендується встановлювати по надколонних і міжколонних смугах у двох взаємно перпендикулярних напрямках відповідно до діючих в цих смугах зусиллям.

Для зменшення армування можна також рекомендувати укладання по всій площі плити нижньої і верхньої арматури, що відповідає мінімальному відсотку армування, а на ділянках, де діючі зусилля, що перевищують зусилля, які сприймаються цієї арматурою, і встановлювати додаткову арматуру, що в сумі з вищевказаною арматурою сприймає діючі на цих ділянках зусилля. Такий підхід приводить до більш складного армування переkritтів, що вимагає більш ретельного контролю арматурних робіт.

Армування фундаментних плит виконують аналогічно.

**9.16** У масивних фундаментних плитах, крім поздовжньої арматури, яку встановлюють на верхній і нижній гранях плити, передбачають поздовжню арматуру, розташовану в середній зоні по товщині плити, та хомути, які об'єднують верхню і нижню сітки.

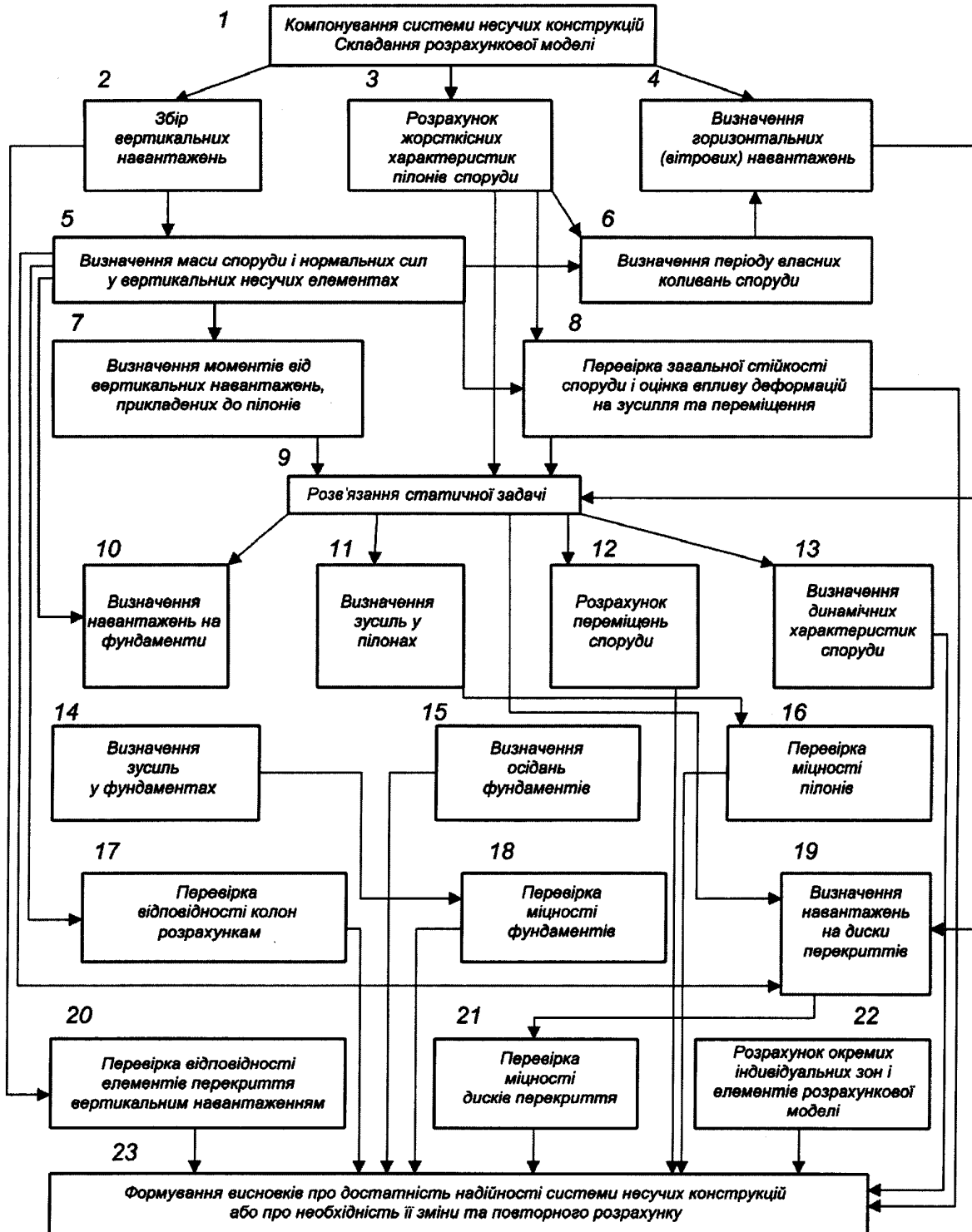
**9.17** Для сталезалізобетонних конструкцій в якості жорсткої арматури рекомендується застосовувати прокатні сталеві профілі та інші елементи, марки сталі яких приймають відповідно до чинних нормативних документів.

**9.18** Для зниження витрати сталі і полегшення бетонування в колонах, балках і фундаментних плитах замість з'єднання стрижневої арматури діаметром 20 мм і більше шляхом перепуску рекомендується її зв'язувати відповідно до вимог 4.20.

**9.19** В монолітних залізобетонних будівлях у зовнішніх стінах для огорожувальних конструкцій використовують важкий або легкий конструкційний бетон.

ДОДАТОК А  
(довідковий)

ОРІЄНТОВНИЙ АЛГОРИТМ СКЛАДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ



Код УКНД 91.080.40

**Ключові слова:** монолітні залізобетонні конструкції; конструктивна система, розрахунок несучих конструктивних систем, розрахунок несучих залізобетонних конструкцій, конструювання основних несучих залізобетонних конструкцій; вимоги до арматури; розрахунок бетонних та залізобетонних елементів за несучою здатністю, утворенням тріщин та деформаціями; захист конструкцій від несприятливих дій навколишнього середовища.