

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства і  
природокористування  
Кафедра основ архітектурного проектування,  
конструювання та графіки

**03-07-89М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до курсового проектування з навчальної дисципліни

**«АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійними програмами спеціальності 192  
«Будівництво та цивільна інженерія»  
(промислове та цивільне будівництво)  
всіх форм навчання

**Частина 1.2. Фундаменти громадських та промислових  
будівель і споруд**

Рекомендовано  
науково-методичною  
радою з якості ННІБА,  
Протокол № 4  
від 21 лютого 2023 р.

Методичні вказівки до курсового проектування з навчальної дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (промислове та цивільне будівництво) всіх форм навчання. **Частина 1.2. Фундаменти громадських та промислових будівель і споруд.** [Електронне видання] / Ромашко В. М., Ромашко-Майструк О. В. – Рівне : НУВГП, 2023. – 43 с.

Укладачі: Ромашко В. М., доктор технічних наук, завідувач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;  
Ромашко-Майструк О. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

Відповідальний за випуск – Ромашко В. М., д. т. н., завідувач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

д.т.н., проф. Бабич Є. М.

© В. М. Ромашко,  
О. В. Ромашко-Майструк, 2023  
© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	4
1. Загальні положення.....	5
2. Навантаження та впливи на фундаменти.....	5
3. Вимоги до фундаментів.....	8
4. Класифікація фундаментів.....	9
5. Глибина закладання фундаменту.....	11
6. Типи фундаментів.....	13
6.1. Стрічкові фундаменти.....	13
6.2. Стовпчасті фундаменти.....	18
6.2.1. Монолітні фундаменти.....	18
6.2.2. Збірні фундаменти.....	23
6.2.3. Армування фундаментів.....	24
6.2.4. Фундаментні балки.....	25
6.3. Суцільні фундаменти.....	26
6.4. Пальові фундаменти.....	28
6.5. Особливості влаштування фундаментів висотних будівель і споруд.....	40
Рекомендована література .....	42

## Вступ

Фундаменти є одним з найважливіших елементів будь-якої будівлі чи споруди. В загальному обсязі зведення як перших, так і других влаштування фундаментів займає значну питому вагу не тільки за вартістю, але й трудомісткістю будівельних робіт. Загальні витрати на улаштування основ і фундаментів у деяких випадках може сягати 40% від загальної вартості будівель та споруд. Тому зниженням цих витрат можна досягти значного економічного ефекту, але домагатися цього необхідно не за рахунок зниження надійності самих фундаментів. Інакше кажучи, слід уникати зведення недовговічних та неякісних фундаментів, які можуть спричинити повну або часткову руйнацію будівлі чи споруди. Зниження вартості будівельних робіт та забезпечення необхідної надійності основ і фундаментів залежить від правильної оцінки фізико-механічних властивостей ґрунтів, що складають основу, урахування її спільної роботи з фундаментами та іншими надземними конструктивними елементами будівель і споруд.

Детальний аналіз статистичних даних показує, що більшість аварій будівель та споруд спричинялася саме руйнуваннями фундаментів. Неякісне влаштування фундаментів доволі часто є причиною появи їх неприпустимих деформацій, які можуть викликати пошкодження, а іноді і повне руйнування зведених будівель. Водночас, в деяких випадках з метою перестрашування, влаштовують фундаменти більших розмірів, ніж це потрібно за умовами експлуатації основ. Це призводить до виконання надлишкових робіт на будівельному майданчику, надмірного запасу несучої здатності ґрунтів основи та перевитрат будівельних матеріалів.

Знання особливостей роботи фундаментів під дією зовнішніх навантажень дозволяє правильно вибрати уніфікований тип їх конструктивного вирішення. Загалом же раціональний тип фундаментів залежить від правильного вибору розрахункової схеми, яка повинна враховувати основні фактори, що впливають на їх спільну роботу з ґрунтовими основами.

## **1. Загальні положення**

Фундамент являє собою нижню, переважно підземну, частину будівлі чи споруди, що сприймає на себе всі сили навантаження від вищерозміщених конструктивних елементів будівлі та несилкові впливи навколишнього середовища. Тому основним призначенням фундаменту є передача вказаних навантажень та впливів на ґрунт основи. Крім того, стрічковий фундамент може відігравати роль огорожувальної конструкції для підвальних приміщень.

Загалом же проектування фундаменту зводиться до вибору типу, розмірів та способів його влаштування. Для цього необхідно вибрати раціональні матеріали та конструкцію фундаменту, визначити глибину його закладання, реактивний тиск ґрунту під його подошвою, можливі осідання з ґрунтовою основою. При цьому слід чітко усвідомлювати, що від міцності та стійкості фундаменту значною мірою залежать загальна міцність, стійкість та деформативність всієї будівлі.

## **2. Навантаження та впливи на фундаменти**

Варто пам'ятати, що фундаменти завжди працюють у складних інженерно-геологічних умовах, піддаючись силовим та несиловим впливам різного характеру (рис. 2.1). Серед силових впливів найвагомішими є: навантаження від ваги будівлі і ґрунту; сили морозного здимання; сейсмічні удари та коливання; пружна реакція ґрунту; технологічні вібрації, що викликають стискаючі, зсувні та згинальні напруження, результатом яких можуть бути неприпустимі деформації фундаментів і навіть їх руйнування. До несилових впливів слід віднести: змінні температуру та вологість ґрунту і повітря; надмірне зволоження; вплив агресивних хімічних речовин і біологічних факторів, що можуть призвести до небажаних руйнівних процесів в фундаментах.

Особливого значення при проектуванні фундаментів надають впливу сил морозного здимання ґрунту. Здимальні ґрунти вирізняються тим, що в процесі сезонного промерзання вони збільшуються в об'ємі, що проявляється в підніманні

грунту. При цьому деформації морозного здимання під окремими частинами будівлі, заглибленої в такий ґрунт, можуть дуже сильно різнитися між собою.

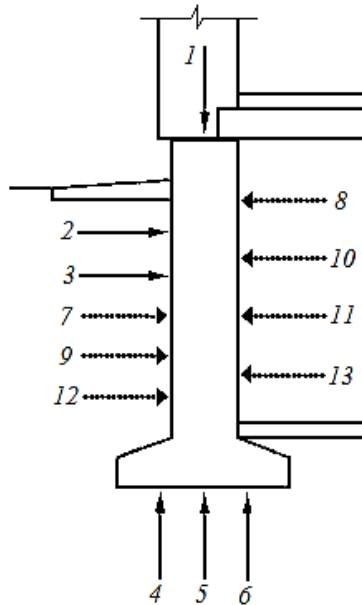


Рис. 2.1. Навантаження та впливи на фундаменти: сили: 1 – навантаження від будівлі; 2 – бічний тиск ґрунту; 3 – сейсмічні навантаження; 4 – пружна реакція ґрунту; 5 – сили морозного здимання ґрунту; 6 – вібрація; несиливі: 7 – температура ґрунту; 8 – температура приміщення підвалу; 9 – ґрунтова волога; 10 – волога повітря підвалу; 11 – агресивні компоненти повітря підвалу; 12 – агресивні компоненти ґрунтової вологи; 13 – біологічні фактори

Будівельними нормами передбачено заглиблення підшви фундаментів у здимальних ґрунтах нижче розрахункової глибини промерзання, чим забезпечується нерухомість самої будівлі чи споруди. За виконання цих вимог нормальні напруження (зусилля) морозного здимання під підшовною фундаментом, що можуть досягати  $20 \text{ тс/м}^2$  і більше, виключаються. Дотичні напруження (зусилля) морозного здимання, які діють на бічній

поверхні фундаментів при їх змерзанні з ґрунтом, у 5-у разів менші за нормальні і можуть урівноважуватися вагою самої будівлі (рис. 2.2).

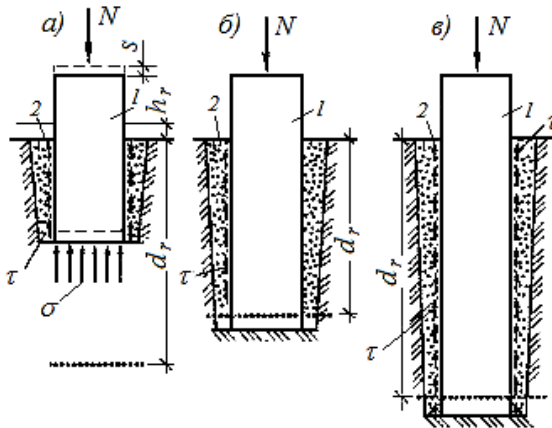


Рис. 2.2. Характер впливу сил морозного здимання на фундамент: *a* – при розміщенні підшви фундаменту в межах глибини промерзання; *б* – при розміщенні підшви фундаменту опалювальної будівлі нижче глибини промерзання; *в* – те ж, неопалюваного будинку; *l* – фундамент; *2* – зворотне засипання; □ – нормальні напруження морозного здимання; □ – дотичні напруження морозного здимання; *N* – навантаження від будівлі;  $d_r$  – глибина промерзання;  $h_r$  – деформація морозного здимання ґрунту; *s* – величина переміщення фундаменту

Але іноді ваги малоповерхової будівлі не вистачає для врівноваження дотичних зусиль морозного здимання середньо- і сильноздимальних ґрунтів. У малоповерхових будинках з фундаментами зі збірних блоків, при промерзанні сильноздимальних ґрунтів всього на 0,6 м (висота верхнього ряду блоків) виникають деформації морозного здимання від дотичних напружень (рис. 2.3). Ґрунт зворотного засипання потрапляє між фундаментні блоки, які весною вже не можуть повернутися у своє проектне (вихідне) положення. Зазначені деформації з роками накопичуються, що може призвести до появи тріщин у стінах цегляних будівель.

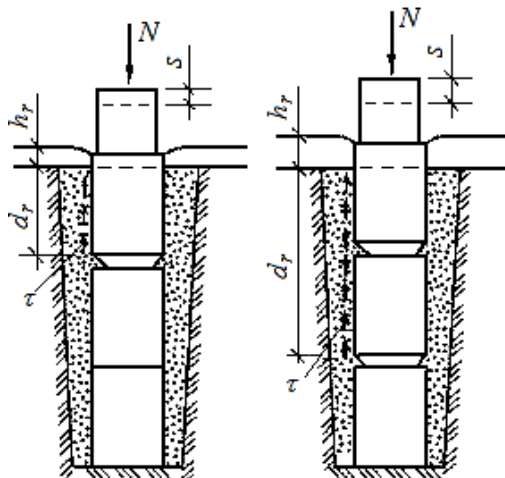


Рис. 2.3. Деформації збірних фундаментів малоповерхових (легких) будівель при промерзанні здимального ґрунту:  $N$  – навантаження від будівлі;  $d_r$  – глибина промерзання;  $h_r$  – деформація морозного здимання ґрунту;  $s$  – величина переміщення фундаменту

Загалом же взаємодія фундаменту легкої будівлі зі здимальним ґрунтом істотно відрізняється від взаємодії фундаменту важкої будівлі з таким же ґрунтом. Для відносно важких будівель характерні лише деформації осідання. У відносно легких будівлях осідання теж можуть бути, але вони зазвичай є несуттєвими. Найчастіше спостерігаються деформації підйому, що повторюються щорічно при здиманні ґрунтів.

### 3. Вимоги до фундаментів

Для нормальної експлуатації будівель і споруд необхідно, щоб їх фундаменти мали достатню:

- несучу спроможність (міцність);
- стійкість проти перекидання та проковзування уздовж своєї підшви;
- морозостійкість за сезонного промерзання ґрунтів, що здимаються;



- просторову жорсткість;
- довговічність;
- стійкість до дії ґрунтових вод, хімічно та біологічно агресивних середовищ.

Крім цього фундаменти повинні задовольняти вимогам технологічності та економічності влаштування. Мінімальних витрат коштів, праці та часу на їх зведення досягають застосуванням індустріальних методів будівництва та використанням раціональних будівельних матеріалів. Цим вимогам найбільш повно відповідають бетон та залізобетон. Крім цих матеріалів також можуть використовуватися природний камінь, бутобетон, ґрунтобетон і навіть метал (у пальових фундаментах).

#### 4. Класифікація фундаментів

Загалом фундаменти класифікують за багатьма ознаками, найважливішими серед яких є: тип та форма, матеріал, ступінь заглиблення, характер навантаження та спосіб зведення, спосіб спирання на ґрунтову основу та характер роботи.

За *конструктивним типом та формою* розрізняють фундаменти (рис. 4.1):

- *стрічкові*, розташовані уздовж стін у вигляді суцільної стрічки під рядами колон;
- *стовпчасті*, у вигляді окремих опор під колонами каркасних будівель, а також під стінами малоповерхових безпідвальних будівель;
- *суцільні* (плитні), що являють собою монолітні плити під всією площею будівлі або її частиною;
- *пальові*, у вигляді занурених у ґрунт (влаштованих у ґрунті) стержнів – паль.

За *матеріалом* фундаменти можуть бути: з природного каменю, бутобетону, ґрунтобетону, бетону та залізобетону.

За *ступенем заглиблення* в ґрунт розрізняють фундаменти *мілкого* (до 5 м) та *глибокого* (більше 5 м) закладання. Переважна більшість будівель і споруд проектується та зводиться з фундаментами мілкого закладання. Для них характерним є те,

що:

- навантаження на основу передаються переважно через плоску подошву, в той час як глибокі фундаменти (наприклад, палові) передають навантаження ще й бічною поверхнею;
- співвідношення розмірів (ширини до висоти) є незначним, що дозволяє розглядати їх в якості жорстких конструкцій;
- зведення фундаментів здійснюють у відкритих котлованах чи траншеях, що відриваються, або в порожнинах, створюваних в масиві ґрунту.

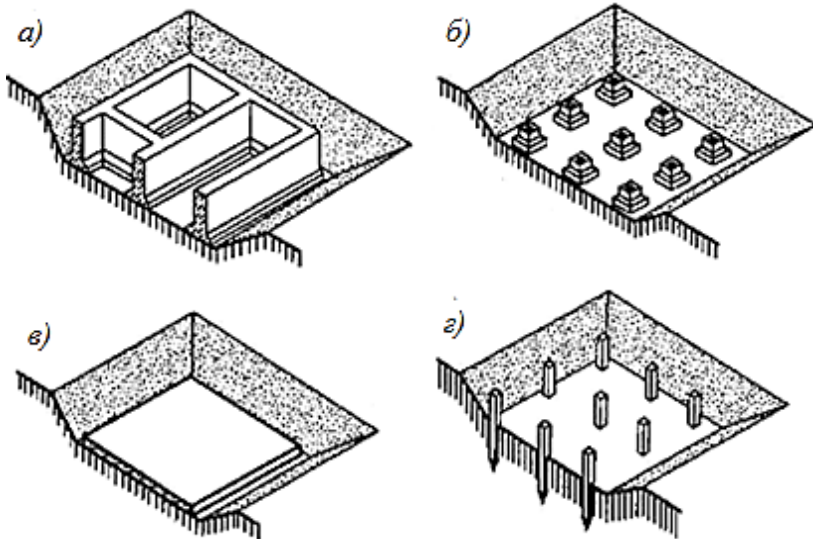


Рис. 4.1. Класифікація фундаментів за конструктивним типом: *a* – стрічкові; *б* – стовпчасті; *в* – суцільні (плитні); *г* – палові

За способом виготовлення фундаменти можуть бути *монолітними, збірно-монолітними і збірними*. У більшості випадків монолітні фундаменти є найбільш раціональними. Зазвичай вони є дешевшими за збірні та мають кращі технічні характеристики.

За характером своєї роботи фундаменти можуть бути *жорсткими*, що зазнають тільки стиснення, та *гнучкими*, розрахованими на сприйняття згинальних зусиль. Гнучкі

фундаменти виконують тільки із залізобетону.

За характером навантаження розрізняють *центрально* навантажені та *позацентрово* навантажені фундаменти.

За способом спирання на ґрунт розрізняють: фундаменти, що безпосередньо спираються на ґрунтову основу; фундаменти тертя, що утримуються основою уздовж їх бічної поверхні – висячі палі.

## 5. Глибина закладання фундаменту

Глибина закладання фундаменту – це відстань від спланованої позначки поверхні ґрунту до позначки підшови фундаменту (рис. 5.1).

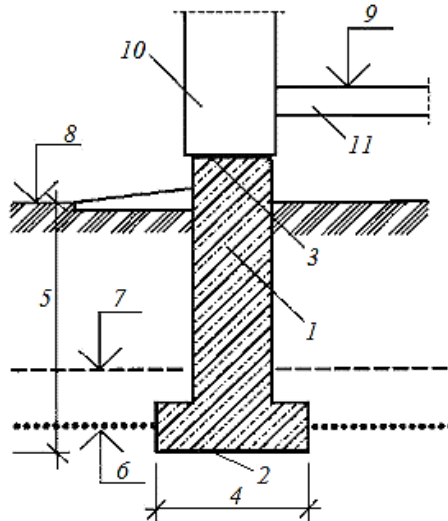


Рис. 5.1. Елементи фундаменту: 1 – тіло; 2 – підшва; 3 – обріз; 4 – ширина підшови; 5 – глибина закладання; 6 – позначка глибини промерзання ґрунту; 7 – відмітка рівня ґрунтових вод (РГВ); 8 – планувальна позначка землі; 9 – позначка підлоги першого поверху; 10 – стіна; 11 – перекриття

Глибину закладання фундаментів завжди приймають з урахуванням:

- призначення та конструктивних особливостей будівлі чи споруди, що проектується;
- навантажень та впливів на фундаменти;
- глибини прокладання інженерних комунікацій;
- існуючого та проектного рельєфу забудовуваної території;
- інженерно-геологічних умов майданчика будівництва (фізико-механічних властивостей ґрунтів, характеру напластунів, наявності схильних до ковзання шарів тощо);
- гідрогеологічних умов майданчика та можливих їх змін;
- глибини сезонного промерзання ґрунтів.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту приймається рівною середній з щорічних максимальних глибин сезонного промерзання ґрунтів (за даними спостережень протягом не менше 10 років) на відкритому оголеному від снігу горизонтальному майданчику за рівня підземних вод, що знаходиться нижче глибини сезонного промерзання ґрунтів.

За наявності залишкових деформацій морозного здимання закладання підшви фундаментів легкої (малоповерхової) будівлі нижче розрахункової глибини промерзання зазвичай призводить до марних витрат матеріалів, праці та фінансів. Навантаження від легких безпідвальних будівель у більшості випадків дозволяють влаштувати підшву фундаментів вище глибини промерзання, а іноді – в рівні планувальної відмітки землі на ущільненій піщано-гравійній подушці (так званий «фундамент-цоколь»). Висота протиздимальної подушки зазвичай коливається в межах 100...800 мм та залежить від ступеня здимання ґрунтів, ваги будівлі і допустимих для надфундаментної частини будівлі деформацій. Наприклад, для дерев'яних стін, виконаних з колод та брусів, допустимі деформації можуть бути вдвічі більшими, ніж для цегляних. Одною з основних вимог до незаглиблених та малозаглиблених стрічкових фундаментів є забезпечення їхньої жорсткості, чого можна досягти лише при монолітному варіанті залізобетонного фундаменту.

Доволі ефективними фундаментами для малоповерхових безпідвальних будівель, що зводяться на здимальних ґрунтах, є поверхнево теплоізовані фундаменти. Їх головна відмінність від звичайних малозаглиблених фундаментів полягає в тому, що

під суцільною залізобетонною стрічкою та поруч з нею на ґрунт основи вкладається спеціальний теплоізолюючий матеріал – екструдований пінополістирол (ЕППС). Пори пінополістиролу є закритими, що виключає попадання вологи всередину матеріалу та пов'язане з цим руйнування його структури. Крім того, ЕППС є біостійким та має значно вищу міцність порівняно з міцністю більшості ґрунтів.

При експлуатації будівлі ґрунт під теплоізолюваними фундаментами не промерзає, а тому й не виникає прямих наслідків його промерзання – морозного здимання та відповідних деформацій надземних конструкцій. Глибина закладання поверхнево теплоізолюваних фундаментів визначається лише конструктивними міркуваннями та рельєфом ділянки. У будь-яких кліматичних умовах вона може бути мінімальною – 0,5-1 м.

## **6. Типи фундаментів**

### **6.1. Стрічкові фундаменти**

Стрічкові фундаменти влаштовують переважно в будівлях та спорудах стінової системи і лише зрідка – під колони каркасних систем. Вони мають вигляд безперервних стін-стрічок. Форма фундаменту у плані повторює контур стін будівлі.

Стрічковий фундамент може слугувати не тільки несучою конструкцією, що передає навантаження від будівлі на ґрунтову основу, але й огорожувальною конструкцією приміщень цокольного поверху чи підвалу.

Застосування стрічкових фундаментів є доцільним при глибині їх закладання до 3 м у будівлях до 12 поверхів. Для більш високих будівель і споруд вони фактично перетворюються у суцільні (плитні). Зазвичай стрічкові фундаменти влаштовують при зведенні будівель і споруд з важкими стінами та перекриттями, а також у тих випадках, коли під будинком влаштовується підвал чи тепле підпілля. Найбільш доцільним є влаштування стрічкових фундаментів в малоповерхових будівлях і спорудах з легких конструкцій без підвалу при їх мілкому закладанні на сухих нездимальних та малоздимальних ґрунтах.

У найпростішому випадку стрічковий фундамент під стіну

є прямокутником у поперечному перерізі. Однак прямокутний переріз допустимий лише за невеликих навантажень на фундамент та високої несучої здатності ґрунту. Загалом же теоретичною формою поперечного перерізу фундаменту є трапеція з кутом нахилу до вертикалі 25-30°. Практично ж фундаменти виконують зі ступінчастим розширенням донизу, яке моделює зазначений кут (за технологічною потребою).

Монолітні стрічкові фундаменти влаштовують із бугу, бугобетону, бетону у вигляді жорсткої конструкції ступінчастої форми (рис. 6.1). При застосуванні ж залізобетону фундамент виконують у вигляді армованої стрічки-плити та неармованої або конструктивно армованої фундаментної стіни.

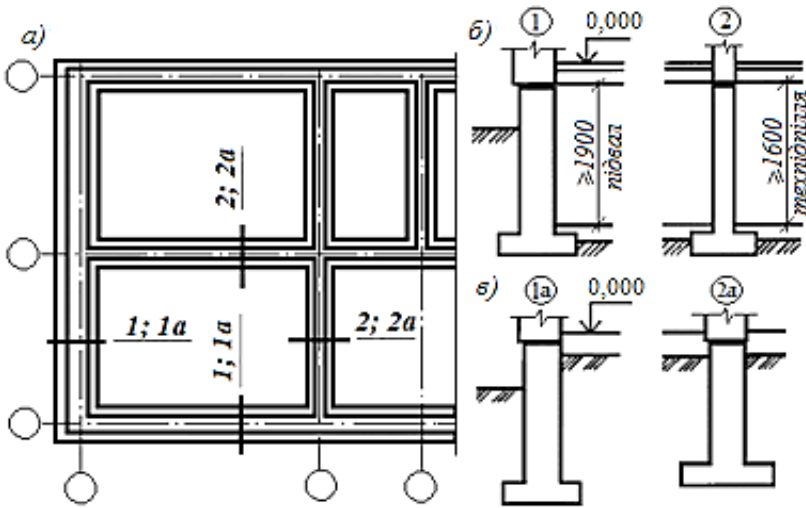


Рис. 6.1. Монолітні стрічкові фундаменти: а – схема плану; б – переріз фундаментів під стіни будівель з підвалами та технічними підпіллями; в – те ж саме, без підвалів

В окремих випадках для вирівнювання нерівномірних осідань каркасних будівель можна влаштовувати монолітний стрічковий фундамент з заведенням в нього колон каркасу. Такий фундамент виконується у вигляді перехресних стрічок, на місця перетину яких спираються колони. Окрема фундаментна стрічка

працює у поздовжньому напрямку на вигин як балка, що знаходиться під впливом зосереджених навантажень від колон зверху та розподіленого реактивного тиску ґрунту – знизу. Ребра фундаменту армують подібно до багатопрогонових балок. Монолітні фундаменти можуть застосовуватись у будь-яких ґрунтових умовах.

Як для збірних, так і монолітних стрічкових фундаментів, що зводяться у котлованах, властиві певні недоліки: вони потребують великого обсягу земляних робіт; вони повинні бути готовими сприймати бічний тиску ґрунту; в них не завжди раціонально використовуються міцнісні властивості матеріалів. Однак подібний традиційний тип фундаментів наділений і позитивними якостями (зокрема, в них можуть бути суміщені несучі та огорожувальні функції).

Нові технології останніх десятиліть дозволяють доволі суттєво підвищити економічну ефективність та технічний рівень зведення фундаментів. Одне з таких рішень реалізується за допомогою способу «стіна в ґрунті». В його основу покладено два види робіт: розробка в ґрунті траншей з вертикальними стінками (у вигляді щілин) та заповнення їх відповідними матеріалами і збірними елементами. Влаштовані таким способом щілинні фундаменти (переважно в монолітному варіанті) являють собою стрічки-опори під стіни будівель або споруд. Накопичений досвід застосування підтверджує їх основні переваги: індустріальність зведення, значне скорочення термінів, трудомісткості та вартості будівництва.

Зазвичай щілинні стрічкові фундаменти під стіни зводять у вигляді однорядних переривчастих або суцільних стрічок, а також стрічок, посилених монолітними залізобетонними поясами. Багатощілинні стрічкові фундаменти включають два або три ряди вертикальних стінок, на які спираються надземні конструкції.

За способом влаштування та характером роботи щілинні фундаменти відносяться до фундаментів глибокого закладання (до 25 м). Вони передають навантаження на основу як підошвою, так і бічною поверхнею. Найбільш ефективним є застосування щілинних фундаментів у структурно міцних маловологих

глинистих ґрунтах.

Досягти певного скорочення витрат матеріалів і трудових витрат можна при зведенні збірно-монолітних стін підвалу із застосуванням різного типу бетонних блоків. Порівняно зі збірними, в таких фундаментах питання перев'язування швів та місцевих закладок бетоном вирішуються значно простіше. Крім того, для влаштування необхідних отворів у монолітних ділянках закладаються відповідні патрубки.

Збірні стрічкові фундаменти проектують із різних конструктивних елементів залежно від будівельної системи самої будівлі. У кам'яних та великоблокових будинках їх виконують із залізобетонних плит-подушок та бетонних стінових блоків (рис. 6.2). Їх виготовляють на заводах будівельної індустрії.

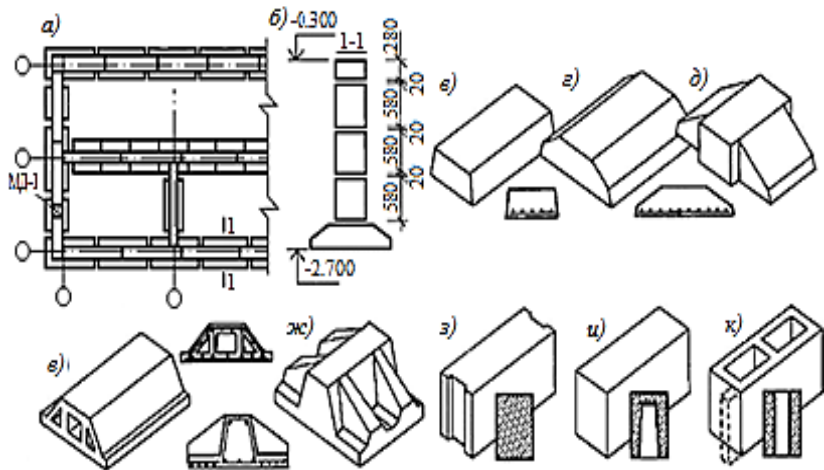


Рис. 6.2. Елементи збірних стрічкових фундаментів: *а* – фрагмент плану фундаментів; *б* – переріз; *в-ж* – фундаментні плити (суцільні, пустотні, ребристі); *з-к* – фундаментні стінові блоки (суцільні, пустотні, дірчасті)

Суцільні, пустотні та ребристі плити-подушки (рис. 6.2, *в-ж*) товщиною 300, 400, 500 і 600 мм з довжиною, переважно, 1200, 2400 і 3000 мм мають ширину від 600 до 3200 мм. Зазвичай під плити-подушки влаштовують вирівнювальну підсипку з піску



або вкладають тонкий шар пісного бетону.

У будівництві найбільше застосування знайшли наступні типи стінових фундаментних блоків (рис. 6.2, з-к): ФБС – фундаментні блоки стінові; ФБП – фундаментні блоки пустотні; УДБ – уніфіковані дірчасті блоки. В блоках УДБ, що мають прямокутний переріз, влаштовані наскрізні прямокутні прорізи з кроком, рівним висоті блоків – 600 мм. Можливий варіант виготовлення цих блоків з односторонньо закритими отворами та навіть з випусками арматури. Розкладку блоків УДБ здійснюють таким чином, щоб прорізи збігалися та утворювалися вертикальні колодязі, які можуть замонолічуватися бетоном або залишатися порожніми.

Стінові фундаментні блоки шириною 300; 400; 500 та 600 мм мають висоту 600 мм і, як виключення, 300 мм. Довжина дірчастих блоків коливається в межах від 600 мм до 6000 мм (з кратністю 600 мм), всіх інших – 600, 800, 900, 1200 та 2400 мм.

Всі блоки слід вклати з перев'язкою вертикальних швів, відстань між якими приймається не меншою 0,4 висоти блоку. У переривчастих фундаментах вертикальний шов між блоками слід розташовувати в межах фундаментних плит.

Для зменшення кількості типорозмірів фундаментних блоків за довжиною, а також для пропуску комунікацій у тілі стрічкового фундаменту залишають прорізи довжиною не більше 0,6 м, які згодом заповнюють переважно бетоном або цеглою. При цьому вищевкладений блок повинен повністю перекривати отвір з дотриманням відстаней між вертикальними швами.

Просторова жорсткість фундаментів забезпечується взаємною перев'язкою блоків поздовжніх та поперечних стін підвалу і закладанням в горизонтальні шви арматурних сіток зі стержнів діаметром 8 або 10 мм.

Якщо розрахункова ширина подошви фундаменту є значно меншою ширини типової залізобетонної плити, то варто влаштовувати переривчасті фундаменти шляхом вклатання плит із певними проміжками, що заповнюються піском або місцевим ґрунтом.

При переходах від підвальної до безпідвальної частин будівлі або на ділянках примикання фундаментів внутрішніх стін

до фундаментів зовнішніх стін глибина закладання фундаментів змінюється ступінчасто (з уступами). Довжина ділянок перепаду повинна бути в 2 рази більшою за різницю відміток підосів суміжних фундаментів, а висота перепаду (уступу) – не більшою 600 мм.

Основні недоліки збірних фундаментів з блоків стануть зрозумілими, якщо їх розглядати в якості монолітних, розрізаних на дрібні елементи – блоки. Цілком очевидно, що через велику кількість швів, які необхідно заробляти вручну, вони будуть дорожчими та менш якісними порівняно з монолітними. Тому в більшості країн світу фундаменти виконують монолітними з максимальною механізацією процесів їх зведення.

Стрічкові фундаменти на основах з різнорідною структурою ґрунтів розділяють деформаційними (осадовими) швами – наскрізними вертикальними зазорами в конструкції фундаменту. У місці влаштування осадового шва закладають дошки, загорнуті або просочені гідроізоляційним матеріалом, а вертикальні шви з обох боків захищають бітумною мастикою.

Необхідну площу підосви фундаменту визначають з умови обмеження тиску по підосві фундаменту розрахунковим опором ґрунту основи.

## **6.2. Стовпчасті фундаменти**

### **6.2.1. Монолітні фундаменти**

Стовпчасті фундаменти влаштовують під окремі опори (колони каркасних будівель, цегляні стовпи) і навіть під стіни легких будівель. Ці фундаменти є найдешевшими та найменш трудомісткими порівняно з іншими. Зокрема, вони є у 1,5...4 рази дешевшими від стрічкових.

Під колони одноповерхових промислових будівель зазвичай влаштовують монолітні фундаменти, що складаються з підколонника та одно-, дво- або триступінчастої плитної частини (рис. 6.3).

Висоту фундаменту приймають 1,5 м, а в межах 1,8...4,2 м – кратною 0,6 м. Розміри уступів у плані та за висотою складають 0,3 або 0,45 м. Загальні розміри фундаменту в плані уніфіковані

та кратні модулю 0,3 м. Розміри ж конкретного фундаменту розраховують залежно від навантаження, що передається самою колоною, характеристик ґрунту та конструктивних рішень частини будівлі нижче нульової позначки.

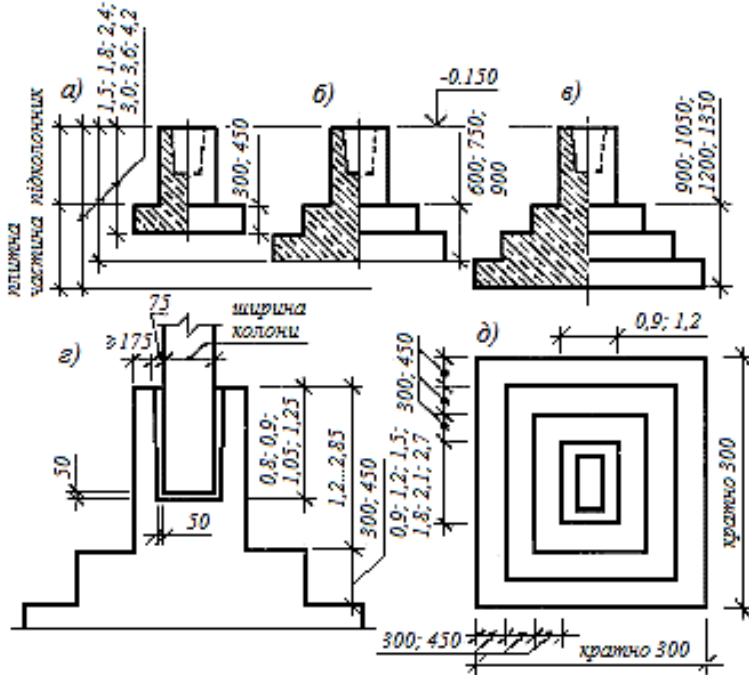


Рис. 6.3. Монолітні стовпчасті фундаменти промислових будівель під збірні залізобетонні колони: а – одно-; б – дво-; в – триступінчастий; г – підколонник; д – вид зверху

Для встановлення (монтажу) залізобетонних колон у тілі підколонника фундаменту передбачають заглиблення – склянку. Зазор між гранями колони та стінкою склянки приймають зверху 75 мм, внизу – 50 мм (рис. 6.3, г). Обріз фундаментів під залізобетонні колони зазвичай розташовують на позначці мінус 0,150 м, під сталеві – на мінус 0,300 м і нижче.

В місцях влаштування поперечних (рис. 6.4) та поздовжніх температурних швів (рис. 6.5) фундамент під суміжні (спарені) залізобетонні колони виконують спільним в усіх тих випадках,

коли немає необхідності влаштування осадового шва.

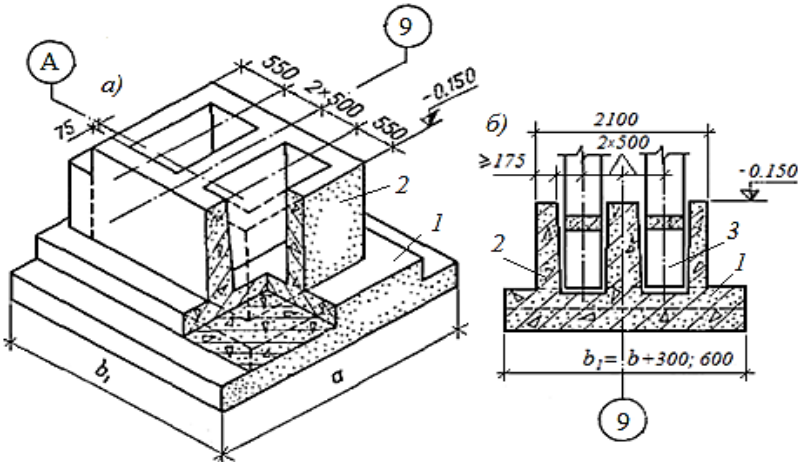


Рис. 6.4. Монолітні стовпчасті фундаменти в місцях влаштування поперечних температурних швів: *a* – загальний вигляд; *б* – поперечний переріз; 1 – плитна частина; 2 – підколонник; 3 – колона

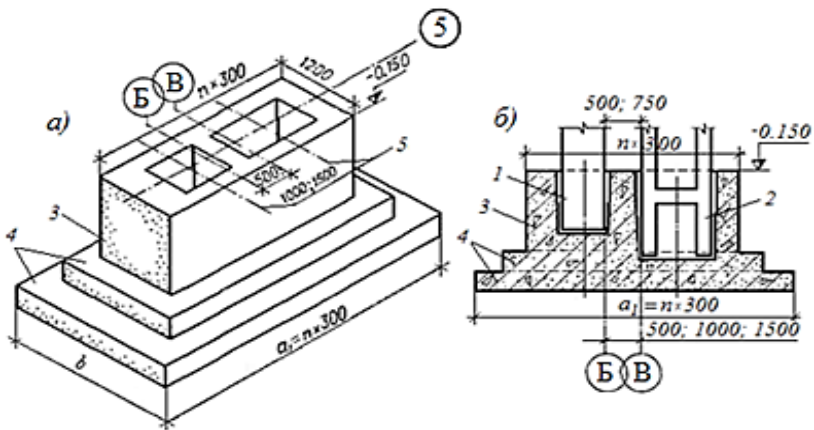


Рис. 6.5. Монолітні стовпчасті фундаменти в місцях влаштування поздовжніх температурних швів: *a* – загальний вигляд; *б* – поперечний переріз; 1 та 2 – колони; 3 – підколонник; 4 – плитна частина; 5 – осі суміжних колон

Фундаменти під сталеві колони виконують з суцільними підколонниками (тобто без «склянок») пенькоподібного типу та з анкерними болтами, закладеними в тіло бетону. Розміри фундаментів вибирають як і для збірних залізобетонних колон, що мають розміри поперечного перерізу, близькі до габаритних розмірів перерізу сталевих колон.

Бази сталевих колон кріпляться до фундаментів гайками, які загвинчують на верхні кінці анкерних болтів, що виступають із підколонників. Бази можуть бути двох типів: з опорними плитами (рис. 6.6) або з траверсами (рис. 6.7). Бази з опорними плитами можуть також підсилюватися розкісними плитами (рис. 6.6, б).

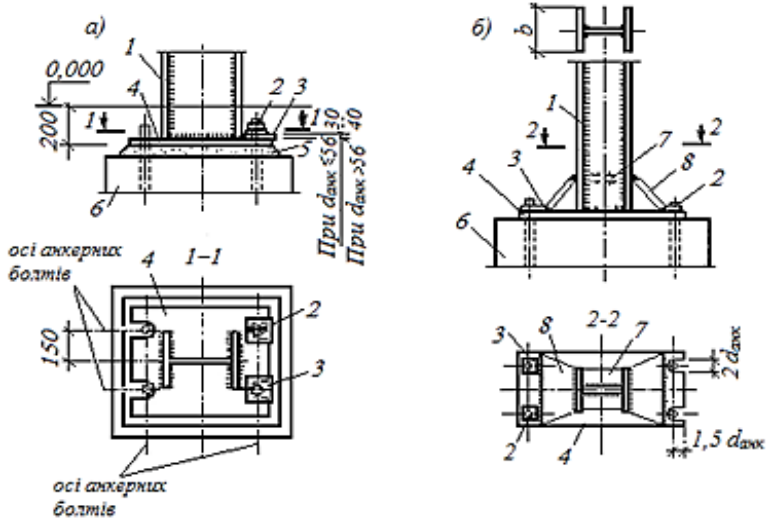


Рис. 6.6. Монолітні залізобетонні фундаменти під сталеві колони, бази яких виконані у вигляді опорних (а) або опорних і розкісних плит (б): 1 – сталеві колони; 2 – анкерний стержень (з гайкою і шайбою); 3 – анкерна плита; 4 – опорна плита; 5 – цементна стяжка (цементний розчин 1:2); 6 – залізобетонний фундамент; 7 – ребро жорсткості; 8 – розкісна плита

Для сталевих колон з базами у вигляді опорних плит обріз підколонника влаштовують на позначці – 0,250 м. Що ж до заглиблення розвинених (траверсних) баз сталевих колон, то

обріз підколонника фундаменту розташовують на позначці – 0,700 м або – 1,000 м.

Розміри поперечного перерізу підколонників під вищезгадані бази сталевих колон приймають такими, щоб відстань від осі анкерних болтів до граней підколонника була не меншою 150 мм.

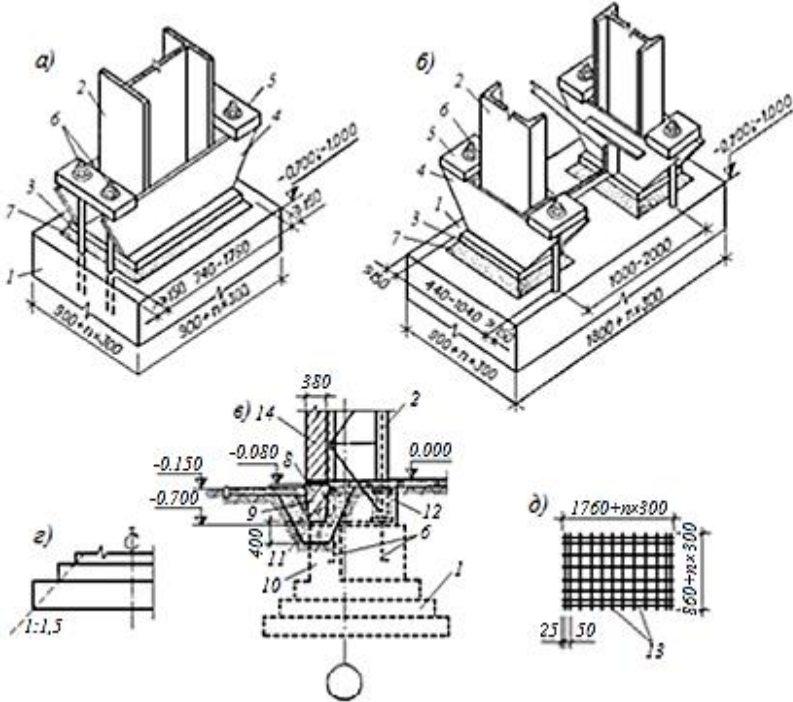


Рис. 6.7. Монолітні залізобетонні фундаменти під сталеві колони, бази яких виконані у вигляді траверс: *а* – для колон суцільного перерізу; *б* – для двовіткових колон; *в* – з’єднання колони з фундаментом; *г* – до виносу ступенів фундаментної плити; *д* – арматурна сітка підколонника; *1* – залізобетонний фундамент; *2* – колона (вітки колон); *3* – опорна плита; *4* – траверса; *5* – анкерні плити; *6* – анкерні стержні (з гайками і шайбами); *7* – цементна підливка (цементний розчин 1:2); *8* – гідроізоляція; *9* – фундаментна балка; *10* – стовпчик; *11* – шлак; *12* – бетон; *13* – арматурна сітка; *14* – стіна

## 6.2.2. Збірні фундаменти

Збірні стовпчасті фундаменти виконують цілісними з одного блоку, блоку і плити або з декількох різних блоків та плит (рис. 6.8), залежно від габаритних розмірів вищезазначених елементів. Зазвичай цілісні фундаменти вирізняються порівняно невеликими розмірами та масою. Водночас виготовлення збірних стовпчастих фундаментів із застосуванням ребристих або пустотних елементів дозволяє зменшувати їх матеріаломісткість.

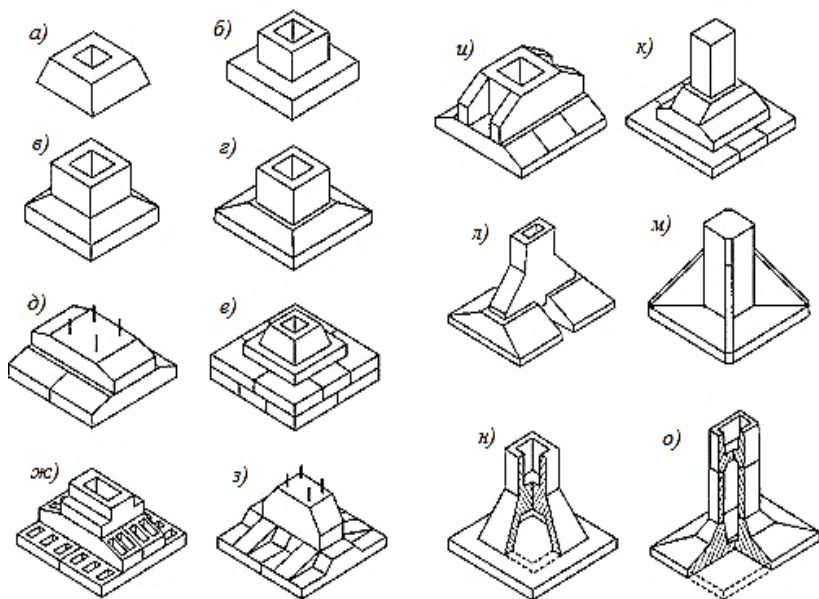


Рис. 6.8. Збірні стовпчасті фундаменти під колони: *а...в* – одноблочні підколонники; *г* – підколонник на плиті; *д* – триплитний; *е* – підколонник на плитах у два ряди; *ж* – підколонник на дірчастих плитах у два ряди; *з* – підколонник на двох ребристих плитах; *и* – ребристий підколонник на трьох плитах; *к* – високий підколонник на блоці і трьох плитах; *л* – підколонник із заглибленням у дві плити; *м* – ребристий; *н* – пустотний підколонник на плиті; *о* – з трьох пустотних елементів з високим підколонником

Плити чи блоки вкладають на підготовку товщиною не менше 100 мм. При сухих ґрунтах вона повинна бути щебеневною або піщаною, а при вологих – з «пісного» бетону. Всі збірні елементи вкладаються на розчин та з'єднуються між собою шляхом зварювання закладних деталей, випусків, анкерів тощо.

### 6.2.3. Армування фундаментів

Стовпчасті фундаменти зводять з важкого бетону класів не нижче С10/12,5 (монолітні) та С12/15 (збірні). Їх підшви армують уніфікованими зварними сітками із сталі періодичного профілю класів А-300 та А-400 (рис. 6.9, а). Діаметр стержнів в сітках приймають не меншим 10 мм. Крок стержнів робочої арматури вибирають в межах 100...200 мм. Захисний шар бетону для арматури приймають 35 або 70 мм за наявності або відсутності бетонної підготовки, відповідно.

За необхідності заглиблення стовпчастого фундаменту варто влаштовувати високі підколоники (рис. 6.9, б та г). Їх конструюють за правилами, що пред'являються до колон зі збільшеною на 20-40 мм товщиною захисного шару бетону.

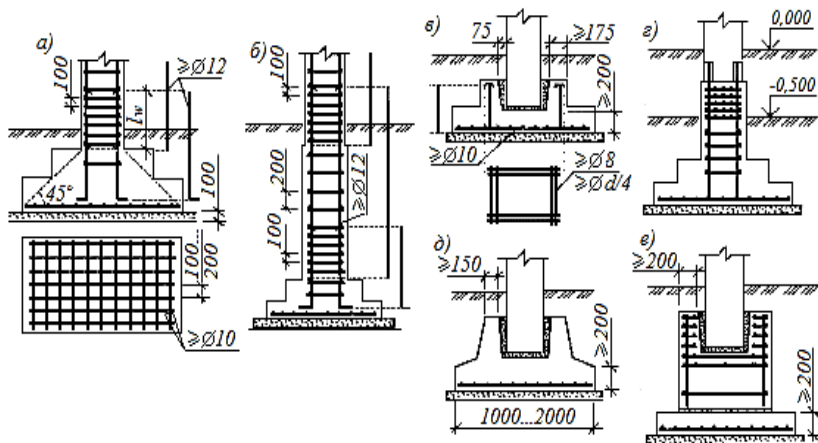


Рис. 6.9. Армування стовпчастих фундаментів: а, б – монолітних під монолітні колони; в, г – монолітних під збірні колони; д, е – збірних під збірні колони



## 6.2.4. Фундаментні балки

В каркасних будівлях для влаштування самонесучих стін застосовують фундаментні балки, що передають навантаження від вказаних стін безпосередньо на фундаменти. Збірні фундаментні балки розроблені під цегляні, блокові, панельні самонесучі і панельні навісні варіанти виконання зовнішніх стін. Залежно від ваги зовнішніх стін та кроку колон фундаментні балки мають трапецієподібний або тавровий переріз (рис. 6.10, а, б). Балки таврового перерізу застосовують в цегляних стінах товщиною 380 і 510 мм та панельних самонесучих стінах товщиною до 300 мм за кроку колон 6 м. Балки трапецієподібного перерізу застосовують при кроці колон 6 і 12 м в цегляних стінах товщиною 250 мм, панельних самонесучих стінах товщиною 200 і 240 мм та навісних панелях товщиною 160, 200, 240 і 300 мм.

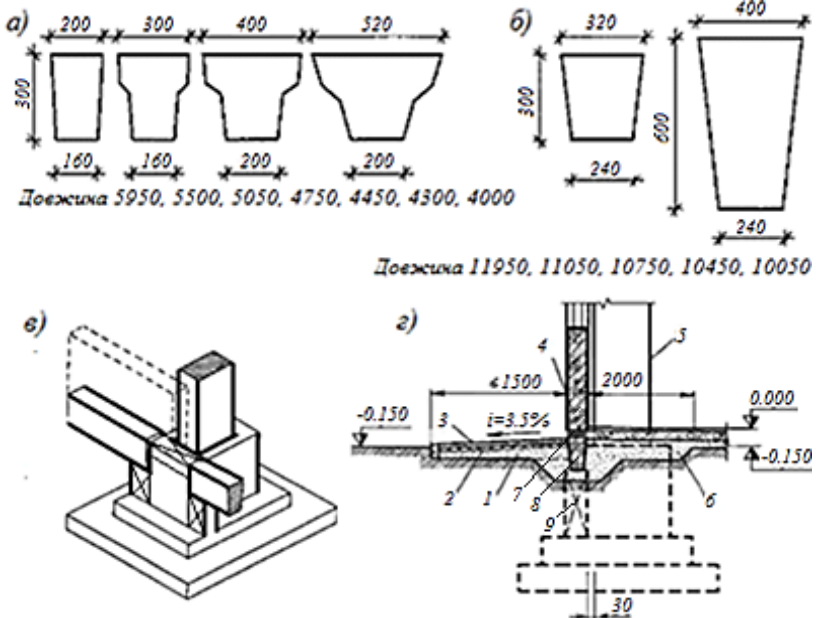


Рис. 6.10. Фундаментні балки: а – переріз балок за кроку колон 6 м; б – те ж за 12 м; в, г – деталі спирання балок на фундамент; 1 – пісок; 2 – щебінь; 3 – асфальт; 4 – стіна; 5 – колона; 6 – шлак; 7 – гідроізоляція; 8 – балка; 9 – стовпчик

Для спирання фундаментних балок на уступах фундаментів влаштовують бетонні стовпчики перерізом 300x600 мм (рис. 6.10, в) або ж так звані «припливи» (рис. 6.11). Їх ширину приймають не меншою за максимальну ширину фундаментної балки, а верх розміщують на позначці  $-0,350$ ;  $-0,450$  і  $-0,650$  м за висоти балок 300...600 мм, відповідно.

Загалом замерзання здимальних ґрунтів може призводити до деформування фундаментних балках. Щоб уникнути цього та захистити підлогу вздовж стін від промерзання бокові та нижні зони балок засипають шлаком (рис. 6.10, з).

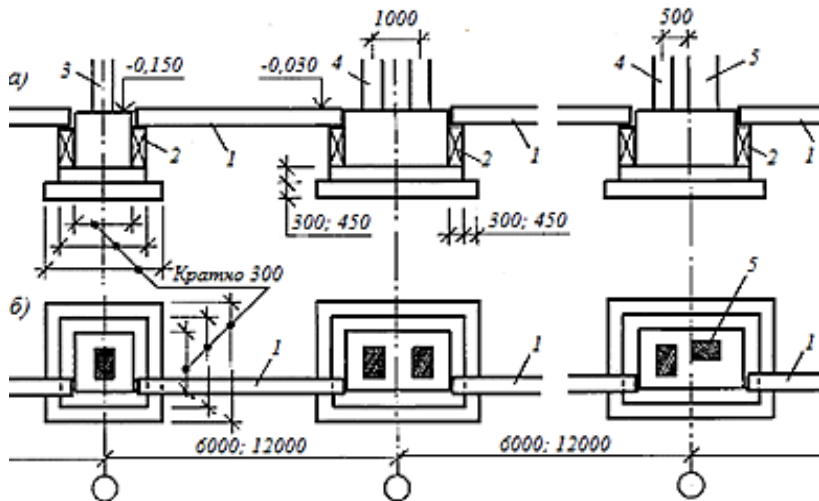


Рис. 6.11. Фрагменти спирання балок на уступи фундаментів: *а* – боковий вигляд; *б* – план; *1* – фундаментні балки; *2* – бетонні стовпчики (припливи); *3, 4* та *5* – колони

### 6.3. Суцільні фундаменти

Застосування суцільних або плитних фундаментів є доцільним за наступних випадків:

- за слабких ґрунтів та значних навантажень, що не можуть бути сприйняті стрічковими чи стовпчастими фундаментами, з метою створення допустимого тиску на ґрунт;
- за неприпустимого чи регламентованого нерівномірного

осідання будівлі (фундаментні плити забезпечують не тільки рівномірний тиск на окремі ділянки основи, але і рівномірність їх осідання;

- за технологічної необхідності (наприклад, при установці технологічного обладнання);
- за необхідності забезпечення надійної гідроізоляції підземних приміщень (плита та стіни виступають в якості такої ізоляції).

Суцільні фундаменти зводять лише з монолітного залізобетону. Їх проектують під будівлі будь-якої конструктивної системи, зокрема: каркасної, стінової, ствольної, оболонкової чи комбінованої. Конструкції суцільних фундаментів за формою можуть бути плитними плоскими, плитними ребристими, коробчастими та оболонковими (рис. 6.12).

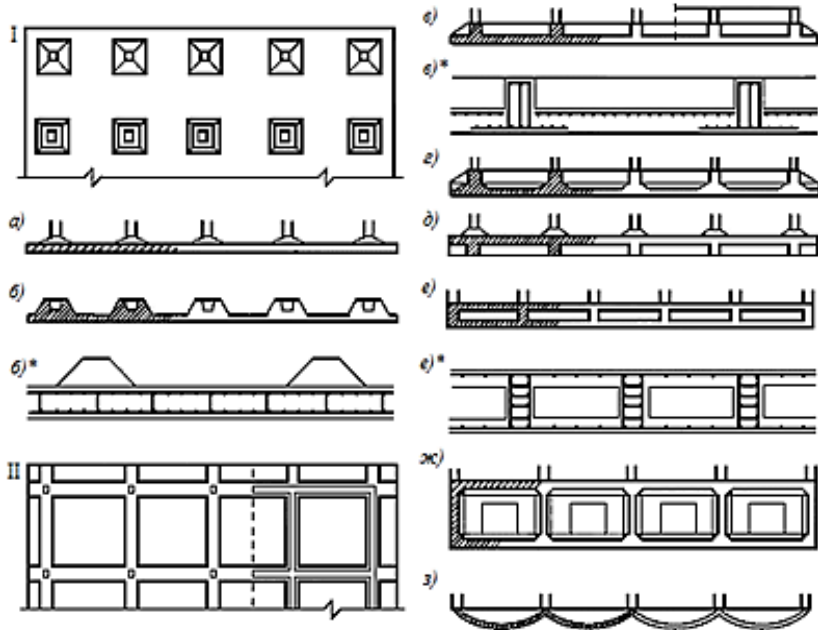


Рис. 6.12. Суцільні фундаменти: I – плоскі плитні; а...б\* – конструкції плоских плит з підколонниками; II – ребристі плитні; в...д – конструкції ребрих плит; е...ж – конструкції коробчастих фундаментів; з – оболонкові фундаменти

Зазвичай фундаменти з плоских плит проектують за відносно незначних навантажень та невеликих відстаней між колонами чи іншими вертикальними опорами. Монолітні колони спираються на фундаментну плиту через розширення, що є подібними до капітелей безбалкових перекриттів. Збірні колони защемлюють у склянкових підколонниках фундаментної плити.

За відносно великих відстаней між колонами та відносно великих навантажень необхідна жорсткість суцільного фундаменту забезпечується влаштуванням ребристих або коробчастих фундаментів. За каркасної конструктивної системи в місцях перетину ребер встановлюють колони, а за стінової системи ребра виступають в якості стін підвалу. Коробчасті фундаменти мають не тільки найбільшу несучу здатність, але й дозволяють розташовувати всередині гаражі та різні приміщення.

Плити у вигляді циліндричних оболонок теж значно підвищують несучу здатність суцільних фундаментів. Однак влаштування таких фундаментів ґрунтується на застосуванні бетонів високих класів з інтенсивним армуванням.

Загалом же суцільний фундамент працює подібно до «перевернутого» залізобетонного перекриття, в якому колони виконують роль вертикальних опор, а горизонтальні плитні елементи фундаменту сприймають реактивний тиск ґрунту

Зазвичай робочу арматуру у сітках приймають в одному напрямку. Їхкладають одну на одну не більше ніж у чотири шари, з'єднуючи внапуск без зварювання в робочому напрямку і без напуску - в неробочому напрямку. Ребра суцільних ребристих та коробчастих фундаментів армують зварними або в'язаними каркасами і сітками за аналогією з залізобетонними балками.

#### **6.4. Пальові фундаменти**

На сьогодні пальові фундаменти відносяться до одних із найбільш прогресивних типів фундаментів. Вони дозволяють забезпечити відносно високий рівень комплексної механізації робіт нульового циклу за відносно високої якості їх виконання.

Відомо, що пальові фундаменти доцільно влаштовувати на різноманітних ґрунтах, зокрема слабких, насипних, набухаючих і

навіть вічномерзлих. Більше того, для низки ґрунтових умов пальові фундаменти можуть бути єдино виправданими. З їх застосуванням виникає можливість суттєвого зменшення обсягу земляних робіт. Загалом же широке застосування пальових фундаментів у промисловому будівництві обґрунтовується:

- спроможністю сприймати не тільки вертикальні вдавлюючі чи висмикуючі, але й горизонтальні навантаження та згинальні моменти;
- відносно високою індустріальністю і скороченими термінами виконання робіт;
- зменшеними витратами бетону;
- скороченими транспортними операціями;
- незначними величинами загальних та нерівномірних осідань будівель;
- можливістю досягнення відносно високої якості виконання робіт навіть у зимовий період.

У випадках, коли навантаження на основу передається зі значним ексцентриситетом, пальові фундаменти можуть стати особливо ефективними. Принципова ідея полягає в тому, що фундаменти з ймовірним частковим відривом їхньої підошви доцільно влаштовувати з анкерними елементами. Саме останні здатні сприйняти висмикуючі зусилля та зменшити крен фундаментів. За знакозмінних моментів анкери розташовують симетрично щодо площини дії моменту, а за постійних моментів їх можна влаштовувати з одного боку фундаменту – більш віддаленого від рівнодійного навантаження.

У якості зазначених анкерів рекомендується застосовувати буронабивні палі діаметром 200 мм, довжиною від 2 м зі стержневим або каркасним армуванням. Подібними анкерами можуть також слугувати забивні палі довжиною від 3 м. Випуски арматури з їх оголовоків можуть навіть зварюватися (з'єднуватися) з арматурним каркасом ростверку, який виконується переважно з монолітного залізобетону.

Однією з основних особливостей влаштування пальових фундаментів є значна різноманітність їх конструктивних рішень (більше 100 типів паль), ефективних за тих чи інших умов.

Пальовий фундамент являє собою опорну конструкцію

глибокого закладання, в якій основними елементами є палі. Палі – це стержневі елементи (бруси, стовпи, труби), що занурюються в ґрунт або влаштовуються в ґрунті для передачі навантажень від будівлі на основу. Палі об'єднуються в єдину конструкцію (фундамент) за допомогою ростверка.

За способом заглиблення в ґрунт розрізняють наступні палі:

- забивні (залізобетонні та сталеві), занурювані в ґрунт без його виїмки за допомогою спеціальних молотів та пристроїв, шляхом забивання, вібрації чи вдвлювання (рис. 6.13);

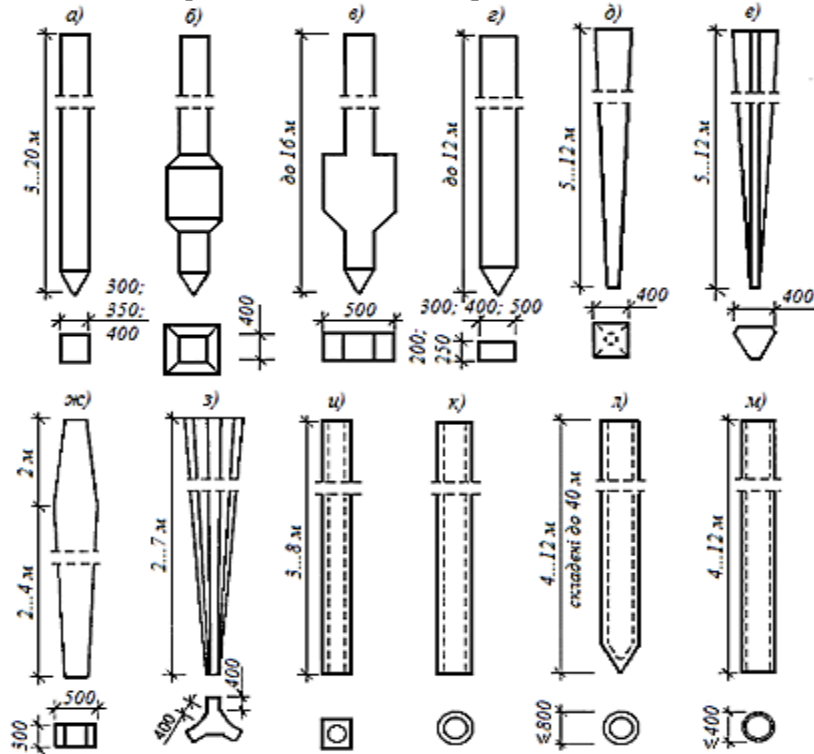


Рис. 6.13. Забивні палі: а – призматичні квадратного перерізу; б, в – те ж, з розширенням; г - призматичні прямокутного перерізу; д – пірамідальні квадратного перерізу; е – те ж, трикутного перерізу; ж – ромбовидні; з – тригількові; и – призматичні з круглою порожниною; к – трубчасті (порожнисті); л – те ж, з наконечником; м – сталеві трубчасті

- бурові (залізобетонні, бетонні, бутобетонні, ґрунтобетонні), що влаштовуються в ґрунті шляхом заповнення пробурених свердловин бетонною сумішшю чи цементно-піщаним розчином з встановленими в них залізобетонними елементами (рис. 6.14);

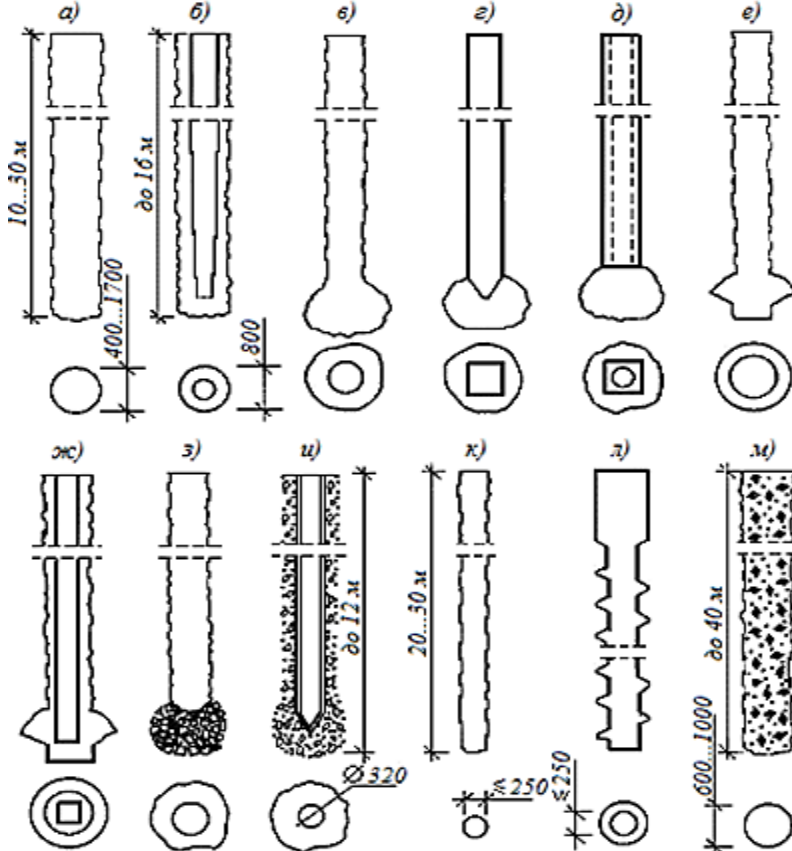


Рис. 6.14. Бурові палі: а – буронабивні суцільні циліндричні; б – буронабивні порожнисті; в – буронабивні з камуфлетним розширенням п'яти; г, д – буроопускні; е – буронабивні з механічним розширенням п'яти; ж – буроопускні з квадратною залізобетонною серцевиною; з – буронабивні з трамбуванням у вибій свердловини щебеню; и – віброштаповані; к – буроін'єкційні; л – гвинтонабивні; м – ґрунтобетонні (ґрунтоцементні)

- набивні (залізобетонні та бетонні), що влаштовують в ґрунті шляхом вкладання бетонної суміші у свердловини, утворені в результаті примусового витіснення ґрунту;
- залізобетонні палі-оболонки, що заглиблюють спеціальними вібронавантажувачами з виїмкою ґрунту і заповнюють повністю або частково бетонною сумішшю;
- гвинтові (з металевими наконечниками), що занурюються в ґрунт спеціальними установками під кутом  $0...45^\circ$  до вертикалі.

За умовами роботи, тобто за умовами взаємодії з ґрунтом, палі поділяють на палі-стійки та висячі палі («палі тертя»).

До палі-стійок відносять всі види палі, що спираються на скельні та міцні малостисливі ґрунти.

Висячими є всі види палі, що спираються на стисливі ґрунти та передають навантаження на ґрунти основи не стільки нижнім кінцем, як бічною поверхнею за рахунок сил тертя.

Забивні палі (рис. 6.13) та палі-оболонки поділяють:

- за способом армування – на палі з ненапруженою поздовжньою арматурою, з попередньо напруженою стержневою або дротяною поздовжньою арматурою, з поперечним армуванням чи без нього (рис. 6.15):

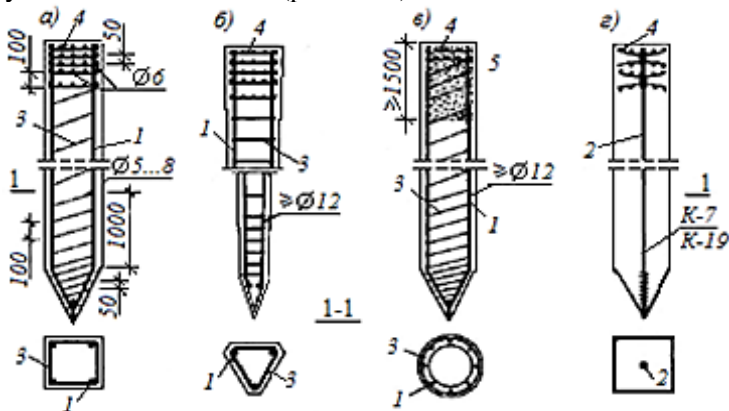


Рис. 6.15. Армування забивних палі: *a, б* – суцільні з ненапруженою арматурою; *в* – порожниста з ненапруженою арматурою; *г* – суцільна з напруженою арматурою; *1* – поздовжня ненапружена арматура; *2* – те ж, що напружується; *3* – поперечна арматура; *4* – сітки; *5* – фібробетон



- за *формою поперечного перерізу* – на палі квадратні, прямокутні, трикутні, квадратні з круглою порожниною, порожнисті круглого перерізу, таврового та двотаврового перерізів, три- та чотиригілкові (рис. 6.16, а);
- за *формою поздовжнього перерізу* – на палі призматичні, циліндричні, пірамідальні, ромбовидні, призматичні з розширеннями (рис. 6.16, б);
- за *формою та конструкцією нижнього кінця* – на палі з загостреним або плоским нижнім кінцем, з плоским або об'ємним розширенням (булавоподібні), на порожнистій палі із закритим або відкритим нижнім кінцем чи з камуфлетною п'ятою (рис. 6.16, в);
- за *конструктивними особливостями* – на палі цілісні та складові (з окремих секцій за довжиною).

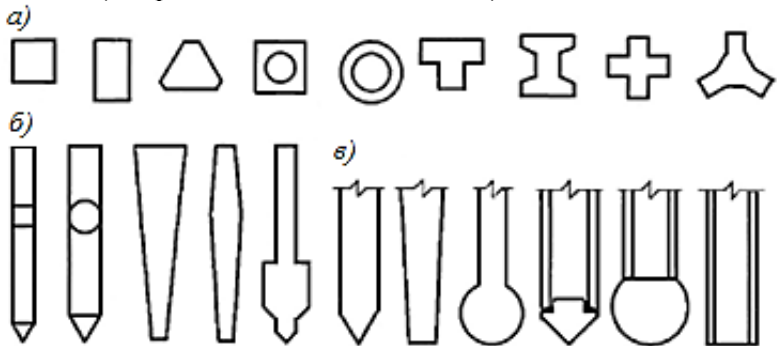


Рис. 6.16. Форми забивних палей: а – поперечні перерізи; б – поздовжні перерізи; в – форми нижніх кінців

Бурові палі за *способом влаштування* поділяють на:

- буронабивні суцільного перерізу з розширеннями і без них, бетоновані в свердловинах, пробурених у пилювато-глинистих ґрунтах вище рівня підземних вод (РПВ) без кріплення стінок свердловин, а в будь-яких ґрунтах нижче РПВ – із кріпленням стінок свердловин глинистим розчином або інвентарними витяжними трубами (рис. 6.14, а, е);
- буронабивні порожнисті круглого перерізу, що влаштовують із застосуванням багатосекційного вібрсерцевика (рис. 6.14, б);

- буронабивні з камуфлетною п'ятою, що влаштовують шляхом буріння свердловин з подальшим утворенням розширень вибухом та заповненням свердловин бетонною сумішшю (рис. 6.14, в);
- буронабивні з ущільненим вибоєм, що влаштовуються шляхом втрамбування в вибій свердловини щебеню (рис. 6.14, з);
- буроопускні, що влаштовують шляхом буріння свердловин з розширенням чи без нього, вкладанням в них цементно-піщаного розчину, що омонолічує опущені в свердловини циліндричні або призматичні залізобетонні елементи (рис. 6.14, г, д, ж);
- віброштамповані, що влаштовуються шляхом буріння свердловин та ущільнення ґрунту навколо стовбура палі віброштампом (спеціальною металевою трубою) у процесі її бетонування (рис. 6.14, и);
- буроін'єкційні, що влаштовують шляхом нагнітання (ін'єкції) дрібнозернистої бетонної суміші або цементно-піщаного розчину в пробурені свердловини (рис. 6.14, к);
- гвинтонабивні, що виготовляються гвинтовою навивкою уздовж стовбуру свердловини шляхом вкручування в неї порожнистого формуючого наконечника з подальшим його викручуванням та подачею бетонної суміші в порожнину (рис. 6.14, л);
- ґрунтобетонні, що виготовляють шляхом подачі струменя цементного розчину через ін'єктори бурової колони в радіальному напрямку з її обертанням та підняттям (рис. 6.14, м).

Набивні палі *за способом влаштування* можуть бути:

- набивними, влаштованими шляхом розкочування (розсування та ущільнення) ґрунту спеціальними машинами без його видалення та подальшого заповнення порожнин бетонною сумішшю;
- набивними у виштампованому ложі, влаштованими шляхом виштампування (відтиску) в ґрунті свердловин пірамідальної або конусної форми з наступним заповненням їх бетонною сумішшю;
- набивними в пробитих свердловинах сталевими трубчастими снарядами, з порційним підсипанням та втрамбуванням щебеню в вибої свердловин, з заповненням їх бетонною сумішшю та відповідним ущільненням.

Пальові фундаменти, залежно від розміщення паль у плані, проєктують у вигляді:

- одиночних паль - під окремі опори;
- пальових стрічок - під стіни будівель з розташуванням паль в один, два ряди і більше (рис. 6.17, *а*);
- пальових куців - під колони з розташуванням паль у плані на ділянці квадратної, прямокутної, трапецієподібної та іншої форми (рис. 6.17, *б*);
- суцільного пальового поля - під важкі споруди зі сваями, рівномірно розташованими під усім будинком і об'єднаними суцільним ростверком, підшва якого спирається на ґрунт (рис. 6.17, *в*).

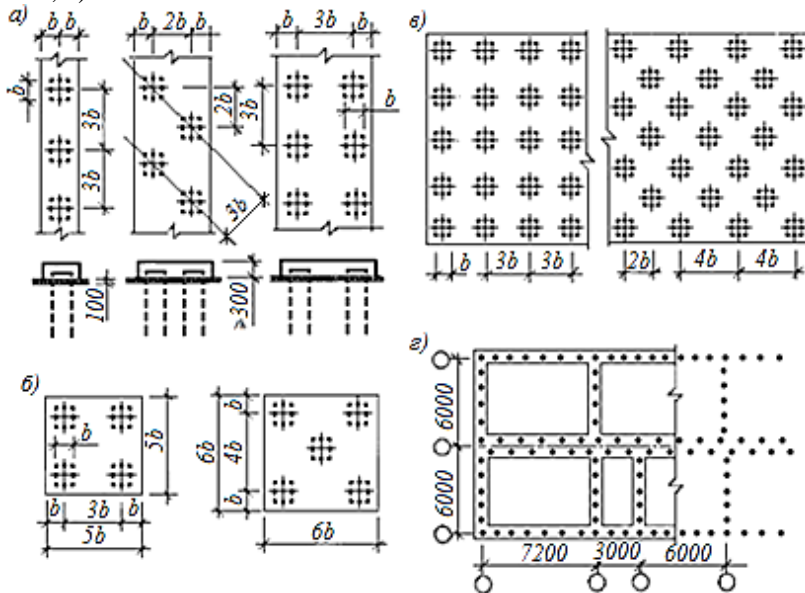


Рис. 6.17. Види фундаментів за розташуванням паль: *а* – пальові стрічки; *б* – пальові куці; *в* – пальові поля; *г* – схема плану пальових фундаментів

Відстань між осями забивних висячих паль має бути не меншою потрійного розміру сторони перерізу (або діаметра), а паль-стійок – не меншою 1,5 розміру їх перерізу. Відстань у світлі

між стовбурами бурових, набивних паль та паль-оболонок має бути не меншою 1 м.

При зведенні пальових фундаментів для спирання на них несучих конструкцій влаштовують залізобетонні монолітні чи збірні ростверки або ж застосовують безростверкові рішення (рис. 6.18).

Конструктивне вирішення ростверку зазвичай приймають у вигляді балок для стрічкового ростверку, у вигляді плит для кущового та суцільного плитного ростверку або ж у вигляді підколонника для стовпчастого ростверку.

На глибину закладання підшви пальового ростверку впливає достатньо багато факторів. Її призначають в залежності від конструктивних рішень підземної частини будівлі (наявності підвалу або технічного підпілля), геологічних умов ґрунту, а також висоти ростверку, що визначається шляхом виконання відповідного розрахунку.

Монолітні залізобетонні ростверки (рис. 6.19) виконують із важкого бетону класу не нижче С10/12,5 та гарячекатаної стержневої арматури класу А-400.

Під зовнішні стіни будівель без підвалів підшву ростверку (його нижню площину) влаштовують на 100-150 мм нижче планувальної позначки землі. Монолітні ростверки споруджують на підготовці з пісного бетону товщиною 100 мм, покладеної на ґрунт між палями. Армвання ростверків виконують готовими сітками та каркаси, що вкладаються на вказану підготовку. Глибина заведення паль в тіло ростверку залежить від способу їх з'єднання.

За шарнірного з'єднання всі палі закладають у тіло монолітного ростверку на глибину 50 мм без арматурних випусків таким чином, щоб робоча сітка ростверку знаходилася вище паль (рис. 6.19, а, б).

При жорсткому з'єднанні голови паль заводять у ростверк не менше ніж на 250 мм (при їх «точному» забиванні). У випадку «неточного» забивання голови паль зрубують по вертикалі так, щоб їх бетонна частина була на 50 мм вище підшви ростверку, а оголена при цьому робоча арматура закладалася в монолітний ростверк на глибину не менше 250 мм (рис. 6.19, в).





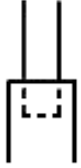

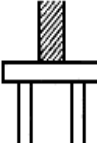


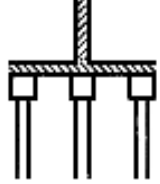
Верхні ел-ти	З ростверком			Без ростверку	
	стрічковий	плитний	стовбчастий	з оголовками	без оголовків
колони	монолітний, низький 	монолітний, низький 	монолітний (збірний), низький 	монолітний (збірний) 	
стіни	монолітний, низький 	монолітний, низький 	—	—	
стіни та перекриття	збірний, високий 	—	—	збірний 	—

Рис. 6.18. Варіанти влаштування ростверків в паливих фундаментах за спирання різних елементів

При застосуванні трубчастих паль їх заведення у монолітний ростверк виконується аналогічно жорсткому з'єднанню з суцільними забивними палями. При цьому можуть застосовуватися додаткові арматурні стержні, що заводяться в бетон ростверку та бетонну пробку трубчастої палі (рис. 6.19, з).

Застосування додаткових арматурних стержнів разом зі збірними оголовками (рис. 6.19, д) також дозволяє здійснити аналогічне жорстке з'єднання паль з ростверком.

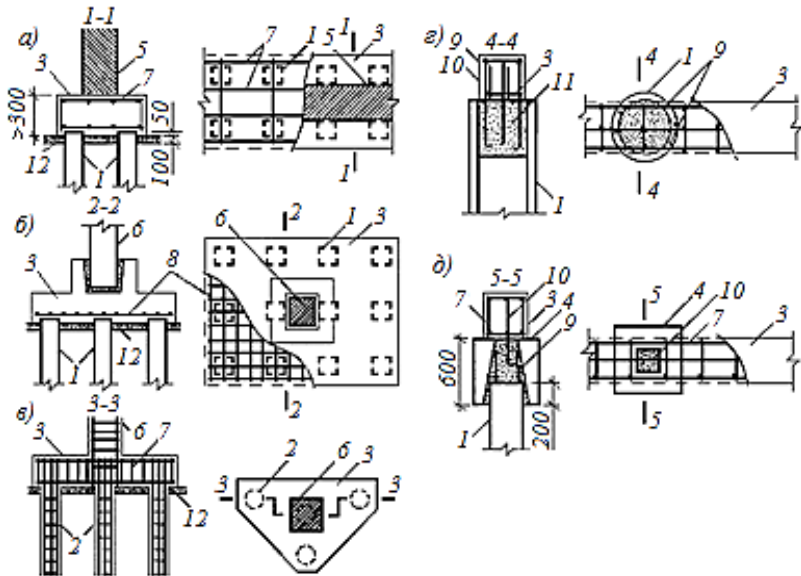


Рис.6.19. Монолітні ростверки палевих фундаментів: *а* – стрічковий під стіну; *б* – плитний під збірну колону; *в* – плитний під монолітну колону; *з* – стрічковий по трубчастих палях; *д* – стрічковий зі збірними оголовками; 1 – забивна паля; 2 – бурова паля; 3 – ростверк; 4 – збірний оголовок палі; 5 – стіна; 6 – колона; 7 – арматурний каркас; 8 – арматурна сітка; 9 – арматурний випуск палі; 10 – додаткові арматурні стрижні; 11 – бетонна пробка; 12 – бетонна підготовка

Збірним ростверкам (рис. 6.20) віддають перевагу за:

- великої кількості однотипних елементів фундаментів;
- необхідності влаштування фундаментів на забивних палях в

зимовий час;

- необхідності влаштування ростверку вище поверхні ґрунту (високий ростверк).

Одна з необхідних умов застосування збірної ростверку – ретельне забивання паль за проектом. Однак для конструкцій ростверку передбачається, що палі не занурюються точно по вертикалі до проектної позначки (зазвичай, вони її не досягають). А оскільки зрізання голів великої кількості паль не може бути виконане точно до єдиної необхідної позначки, то вирівнювання голів паль здійснюється збірними оголовками (рис. 6.20). Застосування оголовок (насадок) також дозволяє компенсувати відхилення паль на плані в допустимих межах.

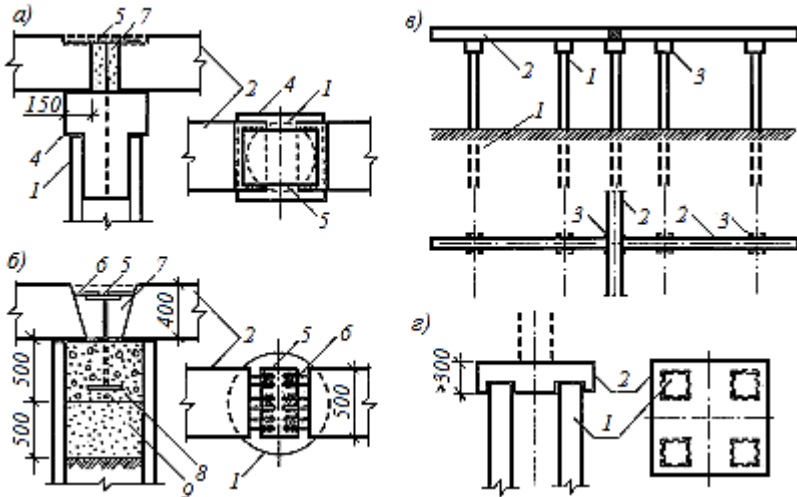


Рис. 6.20. Збірні ростверки палевих фундаментів: *а, б* – стрічкові по трубчастих (порожнистих) палях; *в* – стрічковий у високих фундаментах панельного будинку; *г* – плитний (кущовий) для спирання колон; *1* – паля; *2* – ростверк; *3* – збірний оголовок; *4* – залізобетонна пробка-блок; *5* – з'єднувальна сталева пластина; *6* – випуски арматури; *7* – монолітний бетон; *8* – бетонна пробка; *9* – піщана засипка

Для точного встановлення збірних оголовок застосовують інвентарні металеві рамки, попередньо змонтовані на головах

паль на рівні проектних позначок.

Зазвичай у панельних будинках застосовують збірні високі ростверки з використанням залізобетонних консольних балок ростверку, що спираються на оголовки паль. За жорсткого кріплення збірної ростверку до оголовків паль передбачається встановлення закладних деталей на оголовках і балках ростверку та їх зварювання за допомогою накладок з листової сталі. Балки між собою з'єднуються зварюванням арматурних випусків.

У панельних будинках з перекриттями з плит розміром на кімнату застосовують більш економічний варіант фундаментів – безростверковий, за якого плити перекриттів спираються по контуру на точно встановлені збірні оголовки паль.

### **6.5. Особливості влаштування фундаментів висотних будівель і споруд**

Сучасна світова практика показує, що в будівлях та спорудах підвищеної поверховості або висотності найбільш поширеними є монолітні залізобетонні фундаментні плити, що влаштовуються на щільній піщаній або скельній основі. Глибина закладання фундаментних плит може сягати 12...15 м, а їх товщина може коливатися в межах 2...4 м. Іноді в межах плану будівлі чи споруди плита приймається змінної товщини з найбільшою товщиною під основними несучими конструкціями.

Форма фундаментної плити зазвичай повторює форму будівлі у плані. При цьому, у багатьох випадках плиту можуть влаштовувати не під усім будинком, а лише в зонах спирання вертикальних несучих конструкцій. Крім того, щоб уникнути утворення тріщин внаслідок нерівномірних осідань під баштовим (висотним) об'ємом будівлі, фундаментні плити відокремлюють відповідним деформаційним швом від фундаментів прилеглих малоповерхових будівель.

При зведенні будівель і споруд на відносно слабких ґрунтах отримали доволі широке застосування фундаменти у вигляді буронабивних паль, які зазвичай доводяться до щільних материкових порід. Загалом бурові опори (буронабивні палі великого діаметру) є одними з найбільш ефективних фундаментів



для зведення висотних будівель завдяки здатності сприймати дуже великі вертикальні та горизонтальні навантаження. Діаметр буронабивних опор може складати 1...3 м. Крім того, доволі часто біля їх основи може влаштовуватися розширена п'ята діаметром до 8 м. Глибина опор може сягати до 20...30 м, в окремих унікальних будинках – до 70...90 м.

Зазвичай при влаштуванні буронабивних опор стінки свердловин закріплюють за допомогою сталевих обсадних труб або за допомогою спеціального бентонітового розчину, що нагнітається в свердловину.

З метою більш рівномірного розподілу навантажень від конструкцій будівлі чи споруди на фундаменти оголовки опор об'єднують монолітними плитними або балковими ростверками товщиною 2...3 м. Саме таким чином влаштовують комбіновані, зокрема, плитно-пальові фундаменти. При цьому, в місцях передачі великих зосереджених навантажень влаштовують куці з кількох буронабивних паль.

В межах однієї будівлі може застосовуватися комбінація різних типів фундаментів: наприклад, фундаментна плита – під стовбуром, а бурові опори – під колонами зовнішніх стін; набивні палі невеликого діаметру – під усією будівлею і лише під кутами стовбура – бурові опори великого діаметру, тощо.

При влаштуванні котлованів під фундаментні плити та конструкції підземних поверхів (ярусів) будівель доволі часто застосовуються підпірні стіни, що зводяться методом «стіна в ґрунті» або шляхом анкерування в ґрунті за допомогою похилих анкерних затяжок. Зазвичай, згодом, ці підпірні стіни виконують роль несучих контурних стін підземних поверхів (ярусів) будівлі.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.2-29:2011. Будівлі підприємств: параметри. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 9 с.
2. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 48 с.
3. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 43 с.
4. ДБН 360-92\*\*. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Київ : Мінбудархітектури України, 2002. 92 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Національний стандарт України. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ : Мінбуд України, 2011. 123 с.
6. ДБН В.2.6-31-2016 Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінбуд України, 2016. 62 с.
7. Буга П. Г. Громадські, промислові й сільськогосподарські будівлі. Київ : Вища школа, 1985. 385 с.
8. Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: учеб пособие для студентов строительных специальностей. Москва : Архитектура-С, 2005. 168 с.
9. Трепенков Р. И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий. Москва : Стройиздат, 1980. 284 с.
10. Котеньова З. І. (2007). Конспект лекцій з курсу «Архітектура будівель і споруд» (для студентів 2 та 3 курсів всіх форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» зі спеціальностей «Теплогазопостачання і вентиляція», «Промислове та цивільне господарство» та «Охорона праці в будівництві»). URL: <http://eprints.kname.edu.ua/21617/>
11. Романенко І. І. (2011). Архітектура будівель і споруд. Конспект лекцій навчальної дисципліни для студентів 2 і 3 курсів денної і заочної форм навчання та другої вищої освіти за напрямом підготовки (0921) 6.060101 «Будівництво»,

спеціальності «Міське будівництво та господарство», спеціалізації «Технічне обслуговування, ремонт та реконструкція будівель». URL: <http://eprints.kname.edu.ua/21107/>.

12. Ромашко В. М., Ромашко-Майструк О. В. Методичні вказівки до курсового проектування з навчальної дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. Частина 1.1. Проектування фундаментів малоповерхових житлових будинків. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2021. 32 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/20759/>.
13. Ромашко В. М., Ромашко-Майструк О. В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» на тему «Промислова будівля» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» (промислове та цивільне будівництво) всіх форм навчання [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2020. 34 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/18133/>.
14. Ромашко В. М., Ромашко-Майструк О. В. Методичні вказівки до курсового проектування з навчальної дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. Частина 2.3. Стіни зі штучних та природних каменів. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2022. 30 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/23342>.