

## **8. РЕКОНСТРУКЦІЯ І ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ І ФУНДАМЕНТІВ. БУДІВНИЦТВО В СТИСНУТИХ УМОВАХ**

### **8.1. НАТУРНІ ОБСТЕЖЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ**

Випадки порушення роботи основ і фундаментів зустрічаються часто. Вони у більшості випадків обумовлені помилками, допущеними при інженерно-геологічних вишукуваннях, проектуванні, будівництві й експлуатації. Виконанню робіт з реконструкції та підсиленню фундаментів повинні передувати натурні обстеження деформованих будівель і споруд.

Перед проведенням натурних обстежень основ і фундаментів будівель (споруд), що деформуються чи реконструюються, необхідно отримати від відповідних організацій (проектних, органів нагляду) дозвіл на проведення цих робіт, при цьому повинні бути виконані заходи для забезпечення безпеки.

Метою обстеження основ і фундаментів є виявлення їхнього фактичного стану. До складу робіт входять: огляд існуючих фундаментів з фіксуванням їхнього стану і міцності; дослідження ґрунтів основи з установленням зміненого гідрогеологічного режиму; організація і проведення спостережень за деформаціями, осіданнями і кренами фундаментів. Характер і обсяг натурних обстежень визначається конкретними задачами перевлаштування фундаментів.

Обстеження фундаментів неглибокого закладання, огорожуючих підземних конструкцій, визначення виду і стану ґрунту основи здійснюють проходкою шурфу на глибину до 1,5 м нижче підошви фундаменту. Обстеження пальових фундаментів чи фундаментів з підвищеною глибиною закладання, а також їхніх основ роблять шляхом проходки шурфів-свердловин (дудок).

Спостереження за осіданнями і деформаціями являється спеціальним видом геодезичних робіт, які виконують за погодженою з проектною чи науково-дослідною організацією програмою. З огляду на те, що на період спостережень основна частина деформацій, як правило, завершена, то для оцінки швидкості їхнього протікання необхідно забезпечувати максимальну точність спостережень.

Спостереження за осіданнями здійснюють способом геометричного нівелювання. Найбільш оптимальною в умовах реконструкції і підсилення фундаментів може стати так звана методика "безреперного нівелювання", при якій визначають лише значення відносних вертикальних переміщення осадових знаків. При цьому вертикальні переміщення визначають шляхом порівняння відповідних перевищень, виміряних у різні моменти часу.

Спостереження за кренами будівлі чи фундаментів здійснюють методом геометричного нівелювання (за різницею осідань протилежних сторін, віднесеної до поперечного розміру) чи способом проектування з використанням теодоліта (за різницею відліків проекцій верху і низу, віднесеної до висоти).

До складу геодезичних робіт входить також організація спостережень за тріщинами. Ці спостереження мають дві цілі: виявити поширення зон деформацій (за маяками рис. 8.1) і установити характер розвитку ушкоджень у часі (наприклад, за допомогою найпростішого мікроскопа).

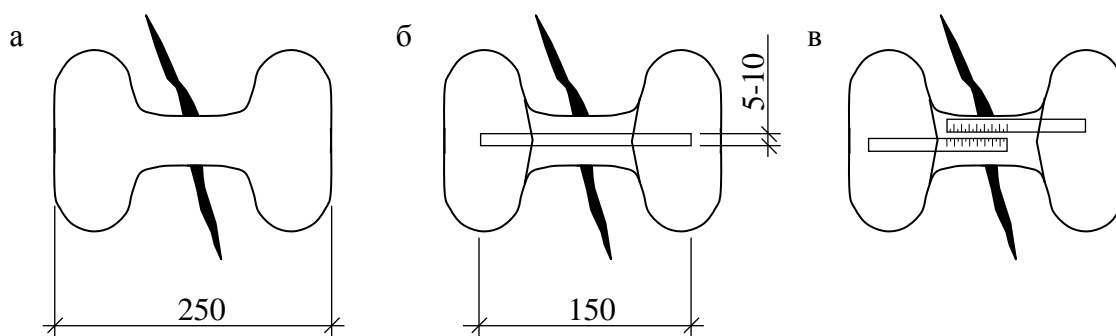


Рис. 8.1. Види алебастрових маяків, що використовуються в будівництві:  
а – у вигляді вісімки; б – зі скляною пластинкою; в – з пластинами внапуск

## 8.2. ЗМІЦНЕННЯ І ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ

Зміцнення і підсилення основ може бути забезпечено шляхом *осушення і дренажу, закріплення і зміцнення* ґрунтів.

Осушення і дренаж основ застосовують самостійно чи в комплексі з активними способами захисту від деформацій (підсилення фундаментів, заміна чи підсилення надземних конструкцій).

При захисті основ від впливу підземних вод здійснюють наступні заходи:

1. Цілковитим припинити доступ води на забудовану територію. У цьому випадку влаштовують нагірні канали і кювети, водоперехоплюючі і відвідні лотки, дренажні траншеї чи засипання з відвідними дренажними трубами, протифільтраційні завіси тощо. Сюди ж відносять заходи по відведенню поверхневих вод, яке здійснюють шляхом вертикального планування і влаштування зливової каналізації.

2. Водозахисні заходи, призначені для відведення прибуваючої до будівлі (споруди) води від близько розміщених джерел замочування. У цьому випадку влаштовують кільцеві дренажі у вигляді траншей з укладеними в них дренами, заповненими дренажним матеріалом, дренажні завіси, дренажні галереї тощо.

3. Заходи, які здійснюють для зниження рівня підземних вод безпосередньо під фундаментами будівлі. Застосовують різноманітні види дренажів, приклади яких розглядалися у п.п. 4.6 та 7.14.

При здійсненні водозниження в ґрунтах, що мають коефіцієнт фільтрації менше 0,1 м/добу, використовують спеціальні методи водозниження – вакуумування і електроосушення.

Підвищення міцності основ, у тому числі і на період підсилення фундаментів і надземних конструкцій, може бути забезпечено методами закріплення (хімічне, термічне, фізико-хімічне).

За характером розташування ін'єкторів хімічне закріплення може бути вертикальним, похилим, горизонтальним і комбінованим (рис. 8.2, а, б, в і г відповідно). Зони, що закріплюють, влаштовують стрічковими, суцільними, переривчастими і кільцевими. Вибір способу і схем закріплення залежить від виду і характеристик ґрунту основи, форми і розмірів фундаменту, діючих навантажень.

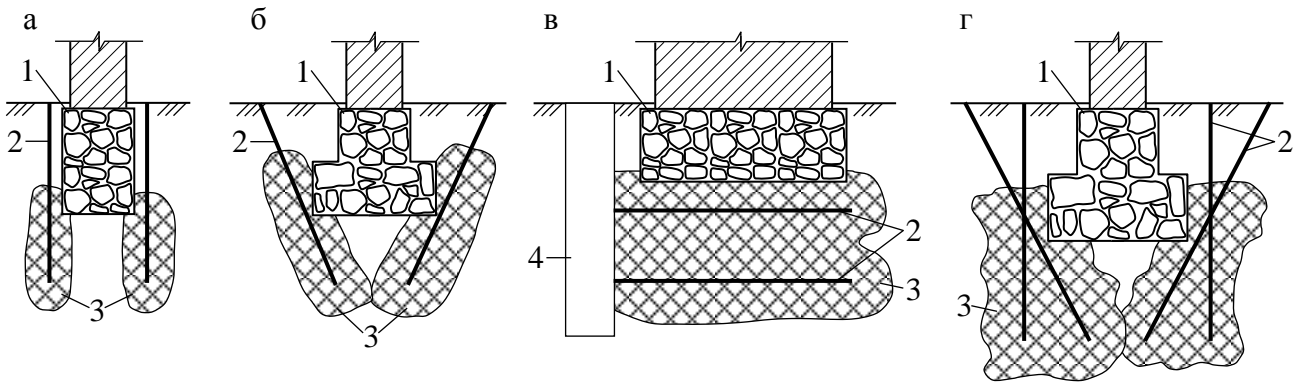


Рис.8.2. Схеми можливого розміщення ін'єкторів при закріпленні основ  
1 – фундамент; 2 – ін'єктор; 3 – зона закріплення; 4 – шахта

До традиційних способів хімічного закріплення відносять цементацію, силікатизацію (одно- і дворозчинна, газова, електросилікатизація), електрохімічне закріплення, смолізацію.

Термозакріплення (випалювання) застосовують в основному при закріпленні лесових необводнених ґрунтів.

Основи можуть бути підсилені також шляхом зведення по периметру фундаменту огорожуючої стінки, влаштованої нижче подошви вертикально чи похило з монолітного чи збірного залізобетону, шпунта, паль (вдавлених, буронабивних, буроін'єкційних). Ґрунт основи, розташований між огорожуючими стінками, ущільнюється, і, внаслідок тертя, частину навантаження сприймають стінки. Крім того, огорожуючі стінки, що улаштовують звичайно на глибину, рівну 1–2 ширини фундаменту, перешкоджають випиранню слабого ґрунту з-під подошви.

### 8.3. ПІДСИЛЕННЯ І РЕКОНСТРУКЦІЯ ФУНДАМЕНТІВ НЕГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Вибір методу підсилення і реконструкції фундаментів неглибокого закладання (як стрічкових, так і стовпчастих) залежить від причин, що викликають необхідність такого підсилення, конструктивних особливостей існуючих фундаментів і ґрунтових умов площадки. Методи, що застосовуються в таких випадках, підрозділяють на наступні групи:

1. В умовах руйнування матеріалу фундаменту, недостатньої несучої здатності основи і необхідності часткового збільшення навантаження застосовують підсилення кладки шляхом нагнітання цементного розчину в порожнини, заміну слабкої ділянки фундаменту, влаштування бетонних чи залізобетонних обойм без розширення чи з розширенням подошви фундаменту (рис. 8.3, а, б, в).

2. При великій товщі слабких ґрунтів і основи, корозійному чи іншому руйнуванні фундаменту, необхідності збільшення глибини закладання чи зміни підземної частини будівлі здійснюють підведення конструктивних елементів (плити, стовпи) під існуючі фундаменти (рис. 8.4, а, б). Підведення стовпів і плит виконують у шаховому порядку чи шляхом суцільної стіни. Можливе збі-

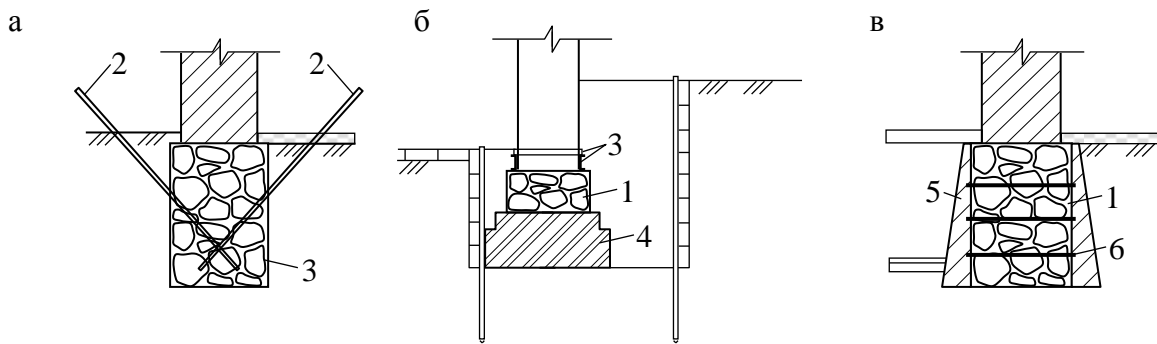


Рис. 8.3. Укріплення фундаментів: а – цементациєю; б – заміною слабкої ділянки; в – бетонною чи залізобетонною обоймою; 1 – існуючий фундамент; 2 – ін'єктор; 3 – металічні укріплюючі балки; 4 – заново влаштована частина фундаменту; 5 – обойма; 6 – анкеруючі стрижні

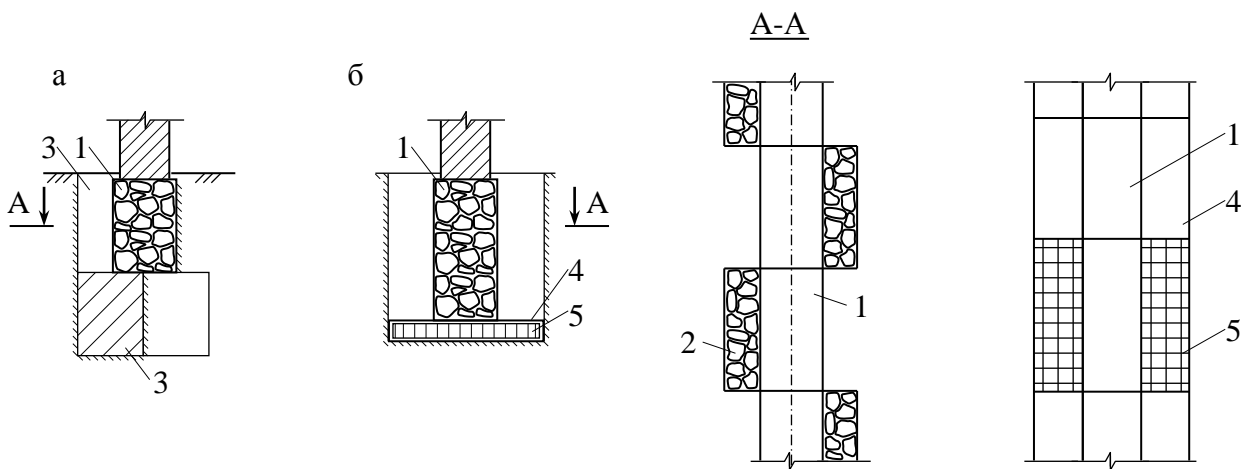


Рис. 8.4. Конструктивні рішення підведення фундаменту: а – стовпи з шаховим розміщенням у плані; б – залізобетонні плити; 1 – фундамент; 2 – стовп; 3 – шурф; 4 – плита; 5 – арматурний каркас

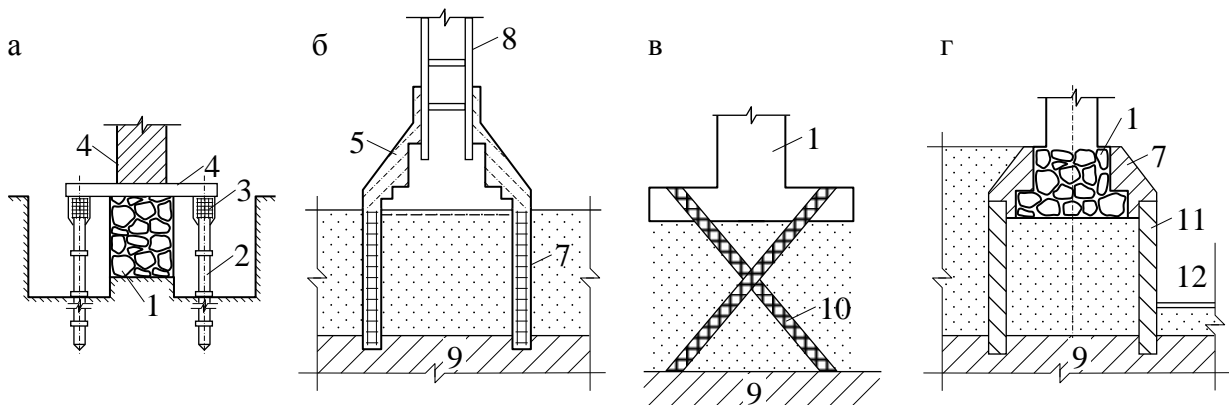


Рис. 8.5. Схеми підсилення фундаментів палями та глибокими стінами: а – задавленими; б – набивними; в – буроін'єкційними; г – стіною в ґрунті; 1 – існуючий фундамент; 2 – металічні трубчаті палі; 3 – оголовок; 4 – монолітна залізобетонна балка; 5 – стіна будівлі; 6 – набивна палля; 7 – залізобетонна обойма; 8 – колона; 9 – щільний ґрунт; 10 – буроін'єкційна палля; 11 – стіна в ґрунті; 12 – підвальне приміщення

льшення опорної площадки.

3. При неможливості розширення підшви фундаменту і наявності вели-

кої товщі слабких ґрунтів підсилення здійснюють шляхом:

- влаштування проміжних опор, що за допомогою обойм омонолічують з тілом фундаменту;
- збільшення шляхом постановки фундаментів на палі.

Підсилення роблять вдавленими палями (металевими, залізобетонними), у тому числі складеними (рис. 8.5, *а*), набивними (рис. 8.5, *б*), буроін'єкційними (рис. 8.5, *в*).

За великих навантажень підсилення може бути зроблене шляхом постановки фундаменту на виносні конструкції, які зводять по периметру способом "стіна в ґрунті". Такий спосіб підсилення застосовують також при влаштуванні глибоких виїмок і підвалів у безпосередній близькості від фундаменту (рис. 8.5, *г*).

#### 8.4. ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

Підсилення пальових фундаментів виконують у випадках ушкодження ростверків, руйнування оголовок паль, а також недостатньої несучої здатності куців паль чи зростання навантаження при реконструкції.

Спосіб підсилення ростверків вибирають залежно від характеру ушкодження і причин, що його викликали. Так ремонт дрібних поверхневих і неглибоких тріщин, що не розвиваються, усунення виколів і раковин виконують шляхом обмазки чи торкретування (під тиском цементного розчину по металевій сітці). При наскрізних тріщинах, недостатній міцності бетону, недостатньому армуванні, а також для запобігання подальшого розвитку небезпечних вертикальних тріщин у ростверку поряд з цементацією влаштовують залізобетонні обойми у вигляді сорочки чи поясу.

Підсилення верхніх кінців залізобетонних паль і місць їхнього сполучення з ростверком (різні випадки ушкоджень і порушень у процесі провадження робіт, руйнування бетону й арматури при експлуатації) може бути виконано влаштуванням залізобетонної сорочки-обойми (рис. 8.6, *а*). Розміри сорочки й

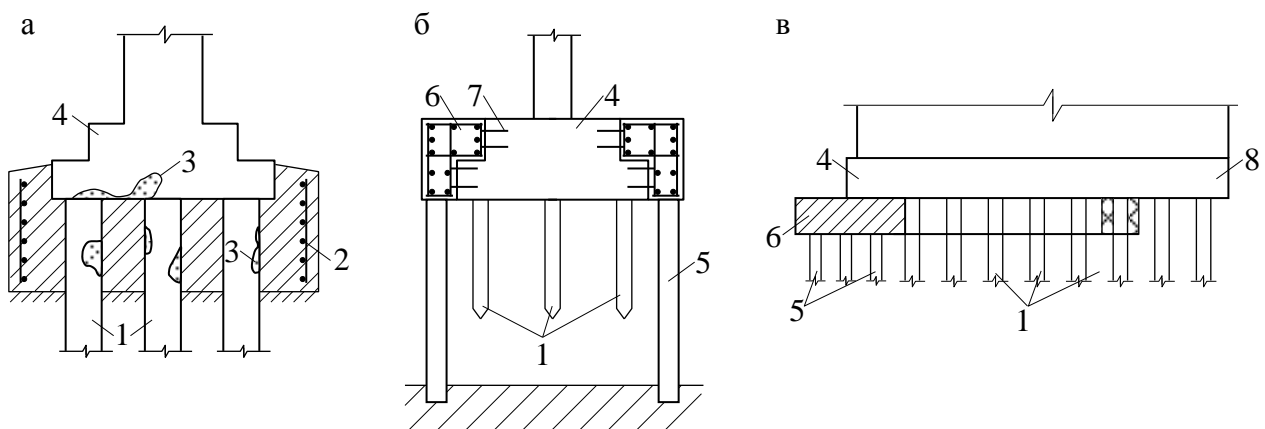


Рис 8.6 Підсилення пальових фундаментів: а – омонолічуванням оголовок паль; б – влаштуванням виносних паль; в – підведенням додаткових паль; 1 – існуючі палі; 2 – залізобетонна обойма; 3 – пошкодження у палі та ростверку; 4 – ростверк; 5 – додаткова виносна паля; 6 – новий ростверк; 7 – зв'язки додаткового ростверку з тим, що підсилюється; 8 – сторона будівлі, по якій вирубувались палі

армування приймають конструктивно; роботи виконують захватками.

Найчастіше підсилення виконують зануренням додаткових паль поза контуром (виносні палі). Навантаження на виносні палі може передаватися за допомогою спеціальних опорних горизонтальних балок, що пропускають крізь ростверк чи стіну будівлі, а також за допомогою нового ростверку (рис. 8.6, б). Підсилення може також бути виконане за допомогою буроін'єкційних паль.

Тип додаткових паль – буронабивні, вдавлювані складені, буроін'єкційні – вибирають з урахуванням конкретних умов. Підсилення пальових фундаментів виносними палями роблять і для призупинення крену. У цьому випадку для включення в роботу виносних паль в існуючих палях вирубувалася верхня частина стовбура (рис. 8.6, в).

## **8.5. ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД, РОЗТАШОВАНИХ НА НЕСТІЙКИХ СХИЛАХ**

Найбільш ефективними заходами щодо закріплення нестійкого (зсувного) схилу з розташованими на ньому будівлями і спорудами є влаштування контрбанкетів, контрфорсів і утримуючих протизсувних конструкцій. Слід, однак, мати на увазі, що будівлі чи споруди, побудовані на схилах, можуть деформуватися і незалежно від ступеня стійкості схилу. Якщо схил чи укіс, на якому (чи поблизу якого) зведена будівля чи споруда, стійкий, а деформації фундаментів відбуваються, то причини цих деформацій варто шукати в недостатній несучій здатності основи чи міцності фундаменту. У цих випадках підсилення основ і фундаментів роблять раніше розглянутими в п.п. 8.2–8.5 способами.

Контрбанкет (рис. 8.7) являє собою відсипання з ґрунту і призначений для збільшення утримуючих сил у схилі під дією власної ваги. Найбільший ефект від контрбанкета досягається в тому випадку, коли він розташований над висхідною гілкою поверхні ковзання. В окремих випадках низовий укіс контрбанкета може бути підсилений підпірною стінкою чи пальовою конструкцією. Основу контрбанкета часто виконують із дренаючого матеріалу (щебінь, гравій, крупний пісок).

Для зміцнення схилів замість суцільного контрбанкета влаштовують контрфорс, що являє собою поперечний вертикальний виступ, ребро чи стінку, що підсилює схил (чи утримуючу конструкцію, наприклад, підпірну стінку) і приймає на себе тиск ґрунту (рис. 8.7, б). Контрфорси можуть бути як кам'яними, так і бетонними; кам'яні контрфорси одночасно служать для відведення з товщі схилу ґрунтових вод і їх називають контрфорсними дренажами.

Деформації будівель і споруд на зсувних схилах не завжди можна запобігти влаштуванням контрфорса чи контрбанкета. У подібних випадках застосовують протизсувні утримуючі конструкції глибокого закладання. Такі конструкції найчастіше виконують із буронабивних паль, розташованих впоперек руху зсуву й об'єднаних залізобетонними ростверками (рис. 8.7, в).

Останнім часом протизсувні утримуючі пальові конструкції стали використовувати із застосуванням анкера, що закріплює ростверк на корінних породах. У якості анкерних пристроїв використовують похилі буроін'єкційні палі

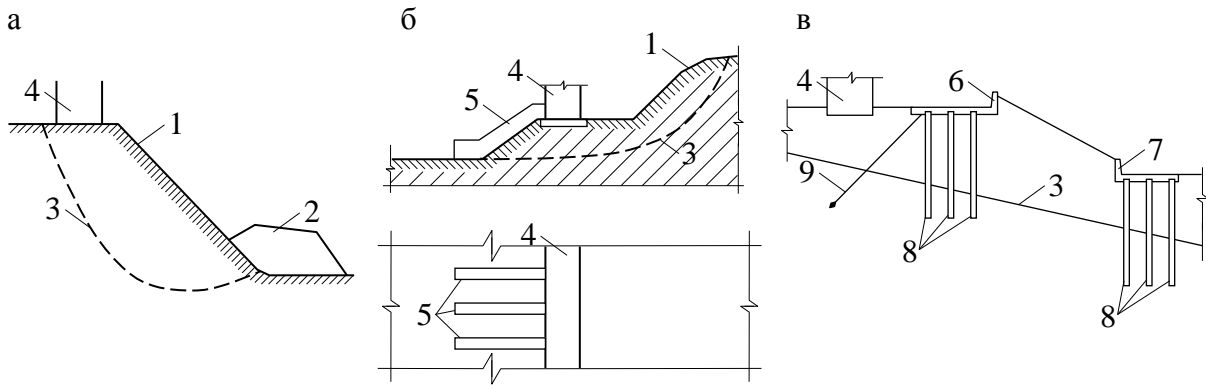


Рис. 8.7. Підсилення схилів: а – контрбанкетом; б – контрфорсом; в – утримуючими конструкціями; 1 – поверхня схилу; 2 – контрбанкет; 3 – поверхня ковзання зсуву; 4 – будівля; 5 – контрфорс; 6, 7 – верхня та нижня утримуюча конструкції; 8 – буронабивні палі; 9 – анкер

діаметром 200–300 мм. Такі конструкції більш економічні, оскільки анкерування голови конструкції істотно полегшує її роботу і дозволяє зменшити число рядів палей, їхній діаметр і довжину.

## 8.6. ЗВЕДЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ПОБЛИЗУ ІСНУЮЧИХ СПОРУД

Будівництво нової будівлі в умовах тісної забудови впливає на деформації основи під раніше зведеними будівлями. Додаткове осідання (іноді тріщини, нахил і перекоси) сильніше проявляються в тій частині існуючого будинку, що знаходиться поблизу нового.

Як відомо, напружена (чи деформована) зона в основі виходить за межі фундаменту, у результаті чого утворюється вирва осідання (рис 8.8, а). Взаємний вплив близько розташованих фундаментів виявляється в тому, що формується загальна воронка осідання (рис. 8.8, б, в).

Характер деформацій (осідань і кренів) при взаємному впливі фундаментів залежить від умов завантаження цих фундаментів, тобто від часу прикладання навантаження. Так, якщо завантаження основ двох фундаментів відбувається одночасно, то будівля чи споруда отримують нахил у напрямку один до одного. Коли фундаменти зводять і навантажують послідовно, то будівля, яку зводять в другу чергу (за інших рівних умов), отримає осідання менше, ніж при одночасному зведенні; при цьому крен будівель і першої, і другої черги виявляється спрямованим в одну сторону.

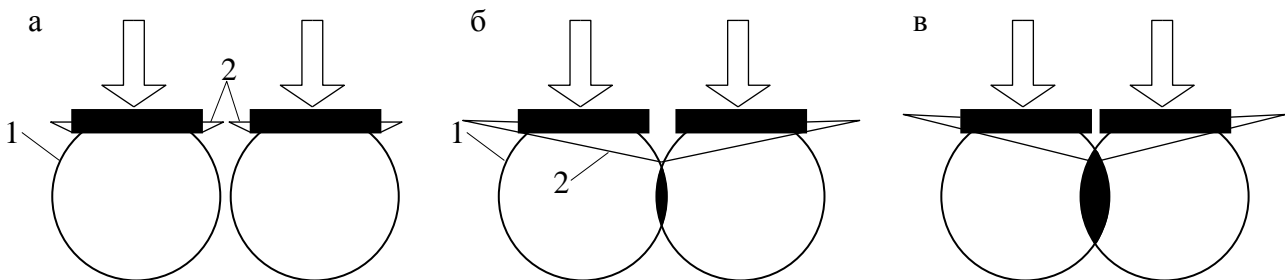


Рис. 8.8. Взаємний вплив двох фундаментів: а – зони напружень не перекриваються; б, в – зони напружень перекриваються; 1 – зона напружень; 2 – вирва осідання

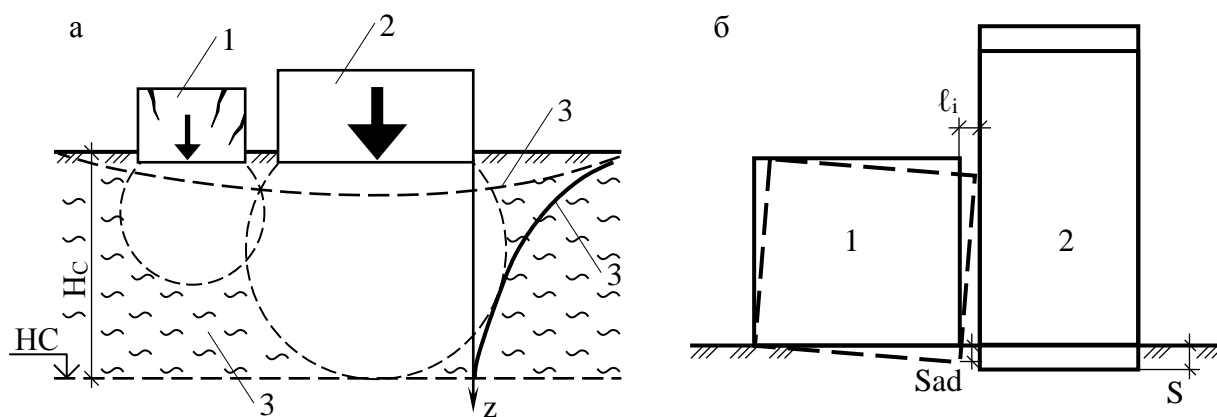


Рис. 8.9. Осідання поверхні ґрунту (а) та характер деформації різнонавантажених будівель (б), що розміщені поблизу одна від одної: 1 – існуюча будівля; 2 – будівля, що зводиться; 3 – вирва осідання; 4 – епюра осідання поверхні ґрунту; 5 – стискувана товща

Поверхня ґрунту безпосередньо біля краю підшви жорсткого фундаменту дає осідання, близьке до осідання самого фундаменту (рис. 8.9, а), і з віддаленням від краю підшви вона інтенсивно зменшується.

Утворення вирви осідання поверхні ґрунту поблизу відносно ”важких“ будівель, що зводяться, приводить до додаткового осідання  $S_{ad}$  і деформації поруч існуючих будівель (рис. 8.9, б) та інженерних комунікацій, що знаходяться в межах зазначеної вирви. На відстані рівній  $0,5b$  від краю фундаменту глибина вирви осідання може складати 25–40% величини осідання самого фундаменту. Утворення вирви осідання в існуючій будівлі може бути викликане також одностороннім привантаженням складованим матеріалом чи підсипанням ґрунту при планувальних роботах.

У тих випадках, коли неможливо забезпечити розрив між суміжними фундаментами не менше ширини  $b$  для стовпчастого і  $1,5b$  для стрічкового, необхідно застосовувати спеціальні заходи: влаштування огороження з розділювальною стінкою і застосування фундаментів з консолями.

Огороження слабкої основи існуючої будівлі (рис. 8.10, а) уздовж тієї

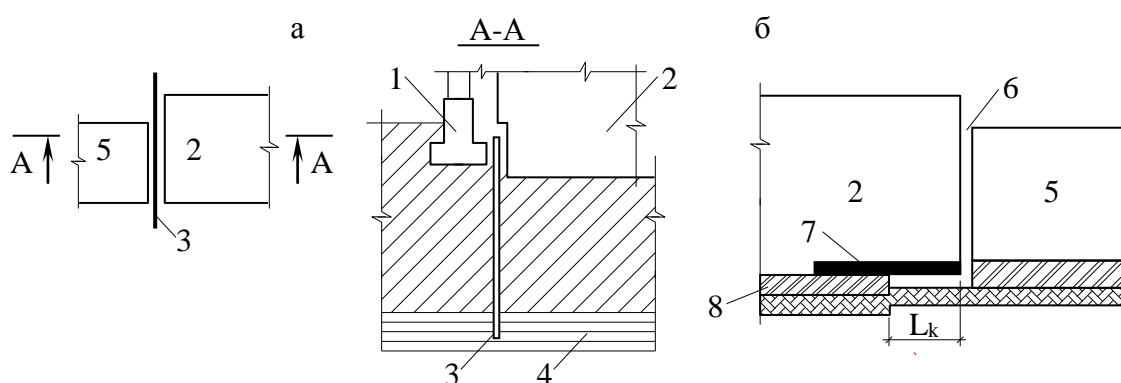


Рис. 8.10. Конструктивні заходи для виключення взаємного впливу близько розміщених будівель на їх деформації: а – захисне огороження; б – фундаменти з консолю при поздовжніх несучих стінах або плиті; в – при поперечних несучих стінах; 1 – існуючий фундамент; 2 – будівля, що проектується; 3 – захисне огороження; 4 – щільний ґрунт; 5 – існуюча будівля; 6 – осадочний шов; 7 – консоль; 8 – фундамент, що проектується; 9 – несуча стіна; 10 – монолітна частина стіни фундаменту з консолю; 11 – зазор



сторони, з якої починається будівництво нової будівлі, виконують зі шпунта, буронабивних і буроін'єкційних паль і способом "стіна в ґрунті". Для виключення впливу нової будівлі, огородження повинне виходити за контури існуючої будівлі не менше ніж на товщину шару слабого ґрунту. У вертикальному розрізі огородження повинне прорізати стисливу товщу в слабкому ґрунті і входити в щільні шари для того, щоб переміщення огородження було набагато менше осідання будівлі, що зводиться.

Суть використання фундаментів з консолями (рис. 8.10, б, в) полягає в наступному. Фундамент нової будівлі не доводиться до його торця. Торцева частина будівлі спирається на консоль, виліт якої  $l_K$  визначають розрахунком. Консоль найчастіше виконують у вигляді плити.

Вибір захисного заходу залежить від конкретних умов зведення нової будівлі поблизу існуючої.

#### Література

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика / Под ред. Е. А. Сорочана, Ю. Г. Трофименкова. – М.: Д985. – 479с.
2. Механика ґрунтов, основания и фундаменты. Учебник / С. Б. Ухов и др. под ред. С.Б. Ухова. – М.: Изд. АСВ, 1998. – 527 с.
3. Далматов Б. И. Механика ґрунтов, основания и фундаменты, ч.2. Основы геотехники. – С.-П.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2002. – 392 с.
4. Швец В. Б., Феклин В.И., Гинзбург Л. К. Усиление и реконструкция фундаментов. – М.: Стройиздат, 1985. – 203 с.
5. Гарагаш Б.А. Надежность пространственных регулируемых систем «сооружение–основание» при неравномерных деформациях основания. – Изд. «Кубанькино», 2004. – 908 с.