

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

03-07-100М

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»
всіх форм навчання

**Частина 1.1. Проектування фундаментів малоповерхових
житлових будинків**

Рекомендовано
науково-методичною
радою з якості ННБА,
протокол № 8
від 8 червня 2021 р.

Методичні вказівки до курсового проектування з навчальної дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійними програмами спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. **Частина 1.1. Проектування фундаментів малоповерхових житлових будинків.** [Електронне видання] / Ромашко В. М., Ромашко-Майструк О. В. – Рівне : НУВГП, 2021. – 32 с.

Укладачі: Ромашко В. М., доктор технічних наук, завідувач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;
Ромашко-Майструк О. В., кандидат технічних наук, старший викладач 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.

© Ромашко В. М.,
Ромашко-Майструк О. В.,
© НУВГП, 2021

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	4
1. Загальні положення проектування фундаментів.....	4
2. Основи фундаментів.....	6
2.1. Класифікація основ.....	6
2.2. Найважливіші вимоги до ґрунтових основ.....	7
2.3. Методи та способи покращення основ.....	9
3. Навантаження та впливи на фундаменти.....	12
4. Різновиди фундаментів будівель і споруд.....	13
4.1. Класифікація фундаментів.....	13
4.2. Вимоги до фундаментів.....	15
4.3. Типи фундаментів.....	16
4.3.1. Конструкції стрічкових фундаментів.....	16
4.3.2. Конструктивні рішення стовпчастих фундаментів.....	20
4.3.3. Конструктивні рішення плитних фундаментів.....	22
4.3.4. Конструкції пальових фундаментів.....	23
5. Гідроізоляція фундаментів.....	26
Рекомендована література	27
Додаток 1. Фрагмент плану монолітного стрічкового фундаменту.....	29
Додаток 2. Фрагмент плану збірного стрічкового фундаменту.....	30
Додаток 3. Фрагмент плану стовпчастого фундаменту....	31
Додаток 4. Фрагмент плану пальового фундаменту.....	32

Вступ

Завжди в архітектурно-конструктивних рішеннях будь-якої будівлі особлива роль відводиться одному з її основних елементів – фундаменту. Від його несучої спроможності та загальної стійкості залежить не тільки загальне довголіття всієї будівлі, але й гарантія відсутності всіляких важких та дорогівартісних ремонтів, особливо цокольної частини стін, мощення та самого фундаменту. Із-за слабкого, неякісно зведеного фундаменту самі найефектніші, найоригінальніші архітектурні рішення будівель з часом можуть виявитися в незадовільному стані та повністю втратити свій початковий вигляд.

Проблема зведення якісного фундаменту набула особливої актуальності в останні роки з розгортанням масового заміського індивідуального будівництва, тобто з настанням так званого «будівельного буму». Останній продовжує супроводжуватися очевидним великим вибором не тільки традиційних будівельних матеріалів, але й матеріалів нового покоління за можливості вільного продажу та купівлі значних земельних ділянок.

Особливо складно стало працювати в таких умовах проектувальникам, інженерам-конструкторам, які опинилися в зоні так званої «комерційної архітектури», де, як правило:

- постійно та надто наполегливо домінує індивідуальний замовник особисто або через свого представника чи посередника;
- одночасно переважають тимчасові емоції, бажання та категоричні вимоги через прояви особистого престижу;
- надто швидкі терміни зведення об'єктів призводять до ігнорування і навіть порушення основних норм та правил не тільки будівництва, але й проектування.

1. Загальні положення проектування фундаментів

Зазвичай проектування фундаментів є процесом їхнього умовного моделювання з урахуванням впливу найбільш вагомих чинників. Зокрема, якщо моделювати їх положення в просторі, то фундаменти є самим нижнім конструктивним елементом

будь-якої будівлі, а якщо виходити з їх функціонального призначення, то слід пам'ятати, що фундаменти передають всі зусилля від верхніх конструкцій та супутніх зовнішніх і внутрішніх впливів на ґрунтову основу. Загалом від несучої спроможності та загальної стійкості фундаментів залежать несуча спроможність, стійкість та довговічність всієї будівлі в цілому та кожного конструктивного елементу зокрема. Оскільки в процесі експлуатації фундаменти сприймають як силові впливи – вагу верхніх конструкцій та діючих на них навантажень, так і несилові впливи – температурні, вологісні, техногенні, сили морозного здіймання тощо, то всі ці дії повинні враховуватися при проектуванні фундаментів за умов їх спільної взаємодії з основою та верхньою будовою самої будівлі.

Інакше кажучи, проектування фундаментів, вибір їх типу та конструкції, а за потреби і способи підготовки основ, слід проводити з урахуванням:

- максимально повних результатів інженерних гідро-геологічних вишукувань;
- комплексних вихідних даних, що дають повні уявлення про призначення, конструктивні та технологічні особливості будівлі, всі навантаження, які діють на фундаменти та умови їх експлуатації;
- ретельного техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанту технічних рішень фундаментно-підвальної частини проектуваного об'єкта.

Таким чином результати належно проведених інженерних гідро-геологічних вишукувань повинні містити комплексні дані щодо умов ділянки будівництва з урахуванням прогнозу їх можливих змін як в процесі зведення об'єкту, так і протягом його експлуатації. Окреслені умови є вкрай важливими для обґрунтованого:

- вибору виду, типу, конструкцій, глибини закладання та розмірів поперечного перерізу фундаментів;
- визначення необхідності або доцільності інженерної підготовки природних чи влаштування надійних штучних основ;
- встановлення виду та необхідного обсягу інженерних

заходів щодо облаштування ділянки чи захисту території від можливих небезпечних процесів.

2. Основи фундаментів

2.1. Класифікація основ

Основи фундаментів – це ґрунти та скельні породи, що сприймають навантаження від зведених будівель і споруд. Вони можуть бути природними або штучними. *Природними* основами слугують непорушені породи скельних, великоуламкових, піщаних та глинистих ґрунтів.

До *скельних ґрунтів* слід віднести граніти, базальти, піщаники та вапняки. Вони наділені дуже високою міцністю, нестисливістю та водостійкістю, а тому їх вважають найбільш надійними природними основами.

Великоуламковими ґрунтами виступають незв'язні уламки скельних порід розмірами більше 2 мм – щебінь, галька, відсів, гравій. Зазначені ґрунти теж є доволі хорошими основами.

Піщані ґрунти складаються з мінеральних часток, що мають розміри 0,1...2 мм. Залежно від розмірів цих часток розрізняють піски *гравелисті, великі, середні, дрібні та пилюваті*. Піски гравелисті, великі та середні є водопроникними і не здимаються при замерзанні, а тому теж є відносно надійними основами.

Глинисті ґрунти складаються з дуже дрібних мінеральних часток лускатої форми, що мають розміри менше 0,005 мм. За від'ємних температур, через великий питомий вміст води, вони здимаються (збільшуються в об'ємі). Загалом суха глина може витримувати досить велике навантаження, але в пластичному чи розрідженому стані її несуча спроможність зменшується суттєво.

Через різне співвідношення глини, піску і пилюватих часток в їх загальній суміші мову ведуть про певні різновиди глинистих ґрунтів. Зазвичай в *супісках* міститься 3...10%, а *суглинках* 10...30% глинистих часток. Деякі різновиди супісків при розрідженні водою стають надзвичайно рухливими і їх

називають *пливунами*. Вони малоприсадні для основ. Іншим різновидом пилюватих суглинків є *лесові* ґрунти. В їх структурі наявна велика кількість довгих макропор у вигляді вертикальних мікротрубок, які при замочуванні під навантаженням дуже швидко ущільнюються. Тому такі ґрунти називають *просідними*. Для використання в якості основ вони потребують певного поліпшення (наприклад, ущільнення з одночасним замочуванням, закріплення різними ін'єкціями тощо).

Рослинний ґрунт, мул та торф містять у своєму складі органічні домішки, мають дуже велику і нерівномірну стискальність, є вкрай неоднорідними та пухкими. Тому в якості основ їх не використовують!

Штучними основами є насипні ґрунти. Вони утворюються при засипанні ярів, ставків, смітників тощо. Такі ґрунти можна використовувати в якості основ лише після виконання спеціальних поліпшувальних заходів! Виключення складають *насипи* планувального характеру з великоуламкових ґрунтів та *намивні* або *рефульовані* землесосами піщані ґрунти.

2.2. Найважливіші вимоги до ґрунтових основ

Загалом, принциповим є те, що будь-яку будівлю можна звести на будь-якому будівельному майданчику. Адже будь-які ґрунти можна зробити основами, оскільки є багато способів поліпшення будівельних властивостей ґрунтів. Крім того, залишається можливим заглиблення фундаментів до ґрунтів корінних порід, що наділені необхідними будівельними властивостями. За вказаних обставин вибір остаточних проектних рішень основ і фундаментів залежить не тільки від визначальних характеристик будівель (розмірів, поверховості, величини навантажень тощо), але й економічної доцільності зведення їх на ділянках з конкретними ґрунтовими основами.

Загалом природні ґрунтові основи повинні задовольняти таким основним *вимогам*:

- мати відносно невелику та рівномірну стискальність, яка забезпечила б їх рівномірне осідання у допустимих чинними нормами межах;

- мати гарантовану несучу спроможність, окреслену чинними нормами;
- бути достатньо стійкими до впливу ґрунтових вод, які доволі часто є агресивними;
- не здиматися у випадку їх промерзання;
- загалом бути нерухомими за дії різних впливів.

Щодо *несучої спроможності* ґрунтової основи, то вона визначається величиною розподіленого по площі навантаження (в МПа), яке призводить до осідання, обмеженого чинними нормами та прийнятеного за величиною і рівномірністю для даної будівлі. Слід пам'ятати, що великий вплив на структуру, фізичний стан та механічні властивості ґрунтів мають *ґрунтові води*, що зазвичай знижують несучу спроможність більшості основ. Загалом зміна рівня ґрунтових вод доволі часто призводить до додаткового та нерівномірного осідання всієї будівлі по підшві фундаменту.

За наявності в ґрунтах легко розчинних у воді речовин (крейди, гіпсу тощо) можливим стає суттєве збільшення їх пористості та виникнення вкрай небезпечних деформацій. Відносно висока вологість окремих ґрунтів (переважно дрібних та пилюватих пісків) може призводити до збільшення їхнього об'єму при промерзанні через перетворення води в лід і, як наслідок, до збільшення деформацій підйому основ будівель від морозного здимання ґрунтів. За таких обставин відтавання ґрунтів весною призводить до нерівномірного осідання основ з утворенням у будівлях відповідних тріщин.

Тому проектуванню та зведенню будівель завжди повинні передувати ретельні інженерно-геологічні та гідро-геологічні вишукування, які дозволяють оцінити типи тих ґрунтів, що використовуються в якості основ.

Головним критерієм вибору ґрунтів в якості природних основ є задоволення всіх нормативних вимог щодо несучої спроможності та рівномірності їх деформацій під дією навантаження від будівель та несилкових впливів. Окрім того, особливого значення надають стійкості основ щодо впливу ґрунтових вод, зокрема до:

- можливості *зсувів* зволжених ґрунтових мас уздовж

похилої поверхні корінних порід;

- відсутності *карстових включень чи порожнин*, утворених у результаті вимивання або розчинення крейдяних чи гіпсових часток ґрунтовими водами.

2.3. Методи та способи покращення основ

У тому випадку, коли ґрунти в природному заляганні не задовольняють зазначеним вище вимогам, їх можна штучно поліпшити шляхом:

- *уцілювання* спеціальними механічними засобами чи механізмами (переважно через трамбування, замочування під навантаженням тощо);

- *закріплення* різними ін'єкціями (нагнітанням в ґрунти цементної суспензії – *цементациєю*, рідкого скла з хлористим кальцієм – *сілікатизациєю*, полімерного розчину – *бітумізацією* тощо);

- *повної заміни* (наприклад, заторфованого або ілового шару піщаним чи щебневим ґрунтом).

Цементацию ґрунтів (рис. 2.1) застосовують для закріплення гравійних та скельних тріщинуватих порід в сухому та водонасиченому стані за коефіцієнта фільтрації 80...200 м/добу.

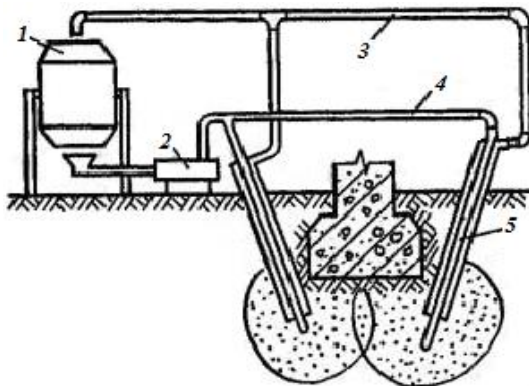


Рис. 2.1. Схема цементациї ґрунтів: 1 – бетономішалка; 2 – насос для подачі рідкого цементного розчину; 3 – зворотний трубопровід; 4 – напірний трубопровід; 5 – ін'єктори

Силікатизація, яку застосовують переважно до пісків та супісків і навіть лесових ґрунтів, може бути одно- або дворозчинною (рис.2.2). В окремих випадках рекомендується здійснювати електросилікатизацію ґрунтів.

Як сухі так і водонасичені крупні та середні піски з коефіцієнтом фільтрації 2...80 м/добу доцільно зміцнювати за допомогою *дворозчинної силікатизації*.

Однорозчинна силікатизація є найбільш ефективною для закріплення дрібних і пилюватих пісків з коефіцієнтом фільтрації 0,5...5 м/добу та лесових ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації 0,1...2 м/добу.

Для закріплення водонасичених дрібнозернистих пісків і супісків з коефіцієнтом фільтрації 0,01...0,5 м/добу доцільно застосовувати *електросилікатизацію* ґрунтів.

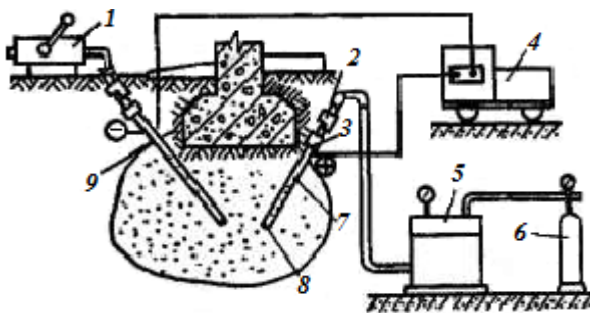


Рис. 2.2. Схема силікатизації ґрунтів: 1 – насос для відкачування води від катоду; 2 – наголовник; 3 – ніпель; 4 – генератор постійного струму; 5 – смінь з розчином; 6 – компресор; 7 – перфорована частина ін'єктору; 8 – наконечник ін'єктору; 9 – додатковий ін'єктор (для електросилікатизації)

Зміцнення пісчанних ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації 0,8...5 м/добу можна доволі ефективно здійснювати шляхом їх *полімеризації* карбамідними чи бітумними смолами (рис. 2.3).

Найбільш ефективним способом зміцнення водонасичених зв'язних глинистих, пилюватих та ілових ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації 0,0001...0,01 м/добу слід вважати їх *електрохімічне закріплення* (рис. 2.4).

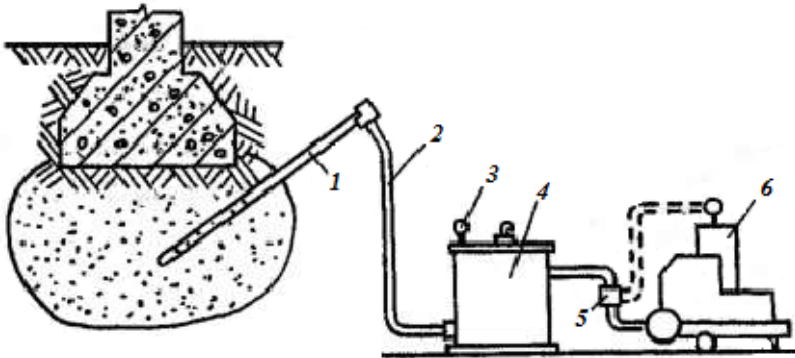


Рис. 2.3. Схема полімеризації ґрунтів: 1 – ін'єктор; 2 – робочий шланг; 3 – манометр; 4 – робоча ємність; 5 – корковий кран; 6 – компресор

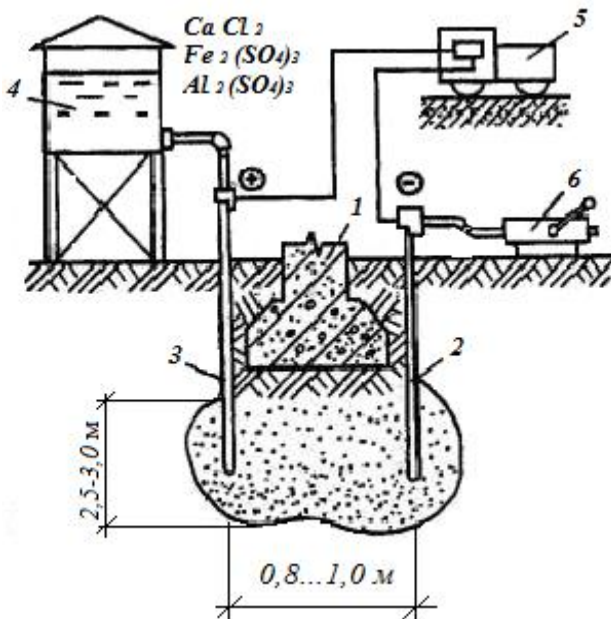


Рис. 2.4. Електрохімічне закріплення ґрунтів: 1 – фундамент; 2 – катод; 3 – анод; 4 – ємність для розчину; 5 – генератор постійного струму; 6 – насос для відкачування води від катоду

3. Навантаження та впливи на фундаменти

При проектуванні фундаментів будівель слід враховувати, що вони працюють в складних умовах та сприймають дію наступних навантажень:

- власну вагу елементів та конструкцій будівель;
- вагу обладнання та устаткування;
- вагу та боковий тиск ґрунту;
- навантаження на перекриття або підлогу, влаштованої по ґрунту в складських приміщеннях, зерносховищах тощо;
- навантаження на перекриття в приміщеннях житлових та громадських будівель;
- вагу людей та ремонтних матеріалів;
- навантаження, що виникають при виготовленні, перевезенні та зведенні будівельних конструкцій, при монтажі і переставлянні обладнання, а також навантаження від ваги тимчасово складованих на будівництві конструкцій і матеріалів;
- снігові та вітрові навантаження;
- реактивний відпір ґрунту.

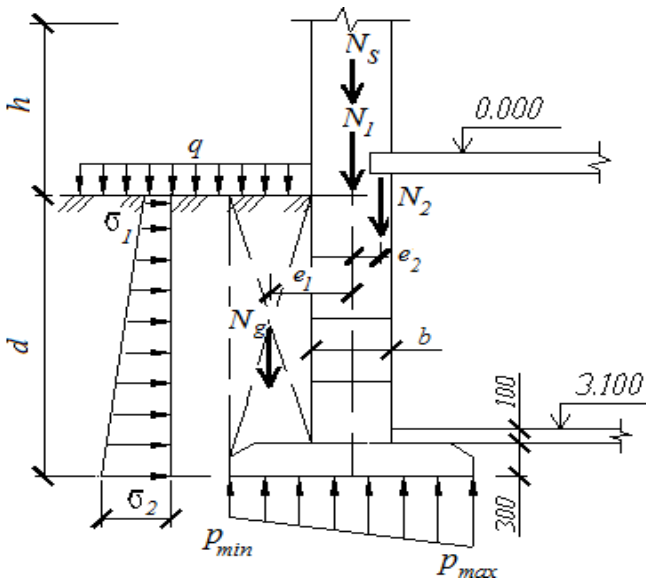


Рис. 3.1. Навантаження на фундамент

Залежно від тривалості дії всі перераховані навантаження поділяються на постійні і тимчасові. В окремих випадках, разом з постійними та тимчасовими навантаженнями необхідно враховувати особливі навантаження, до яких відносять:

- сейсмічні та вибухові впливи;
- навантаження, що виникають внаслідок різких порушень технологічного процесу, тимчасової несправності обладнання;
- вплив нерівномірних деформацій основ, що супроводжується зміною структури ґрунту (зокрема, деформації просадних ґрунтів та ґрунтів, що набухають при замочуванні чи вічно мерзлих ґрунтів при їх відтаванні).

4. Різновиди фундаментів будівель і споруд

4.1. Класифікація фундаментів

Загалом фундаменти класифікують за багатьма ознаками, найважливішими серед яких є тип, конструкція, матеріал, глибина закладання та спосіб влаштування.

За *типом* фундаменти можуть бути (рис. 4.1): стрічковими, стовпчастими, плитними, пальовими та комбінованими.

За *конструкцією* стрічкові, стовпчасті та плитні фундаменти можуть бути як під стіни, так і під колони. Пальові ж фундаменти можуть проектуватись у вигляді стійок або висячими. Останні, в свою чергу, можуть бути: забивними, буронабивними, трубобетонними, у вигляді оболонки та гвинтовими.

За *матеріалом* фундаменти бувають переважно бутовими, бутобетонними, бетонними та залізобетонними. Лише в окремих випадках вони можуть бути з повнотілої цегли (тільки в сухих ґрунтах), деревини чи металу.

За *конструктивно-технологічними* особливостями або *глибиною закладання* фундаменти бувають:

- мілкого закладання, оскільки передають навантаження на ґрунтову основу через свою подошву і зводяться у відкритих котлованах з попереднім вийманням ґрунту;

- пальовими, оскільки опираються на відносно довгі вертикальні або малонахилені стержні;
- глибокого закладання, оскільки занурюються в ґрунт з одночасним вийманням з під них ґрунту (опускні колодязі, кесони, тонкостінні оболонки, бурові опори, стіни в ґрунті).

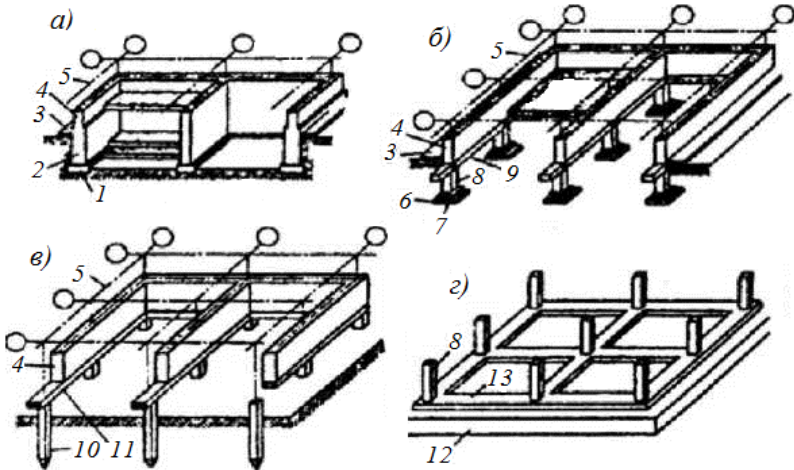


Рис. 4.1. Основні типи фундаментів: *а* – стрічковий; *б* – стовпчастий; *в* – пальовий; *г* – плитний; 1 – подушка стрічкового фундаменту; 2 – стінка фундаменту; 3 – мощення; 4 – стіни будівлі; 5 – координаційні осі; 6 – подушка стовпчастого фундаменту; 7 – підколонник; 8 – стовп; 9 – фундаментна балка; 10 – палі; 11 – ростверк; 12 – суцільна плита; 13 – ребра плити

За способом влаштування або ступенем збірності фундаменти поділяють на збірні, монолітні та збірно-монолітні.

До збірних відносять фундаменти, що зводяться з готових елементів заводського виготовлення (плит, блоків, стійок, балок, панелей, оболонки тощо).

Монолітні фундаменти влаштовують на будівельному майданчику шляхом бетонування в опалубці або безпосередньо в ґрунті.

Збірно-монолітні фундаменти виконують на будівельному майданчику зі збірних заводських елементів та монолітного бетону.

Загалом вибір типу фундаменту залежить від класу капітальності самої будівлі, величини навантажень, несучої спроможності основ, конструктивних особливостей підземної частини (наявності підвалу тощо).

Стінові будівлі найчастіше зводять на стрічкових фундаментах, каркасні – на стовпчастих, багатопверхові та висотні з невеликою площею забудови – на плитних. Пальові ж є доцільними для будь-яких типів будівель за недостатньої несучої спроможності ґрунтових основ для інших типів фундаментів. Комбінованим та спеціальним типам фундаментів надають перевагу за складних умов їхньої роботи (за нахилених навантажень, за навантажень, що призводять до висмикування фундаментів тощо).

4.2. Вимоги до фундаментів

До всіх вищевказаних фундаментів висуваються наступні *вимоги*:

- достатня несуча спроможність (міцність) та стійкість на перекидання і ковзання уздовж подошви під навантаженням;
- протидія впливу ґрунтових, переважно агресивних, вод;
- морозостійкість (при сезонному промерзанні ґрунтів, що здимаються);
- відповідність довговічності будівлі.

Матеріалами для фундаментів служать природний камінь (бут) і бетон. Для невеликих будов може застосовуватися навіть деревина, метал і цегла. Найбільше поширеними є бетонні та залізобетонні фундаменти.

Глибина закладання фундаментів залежить від об'ємно-планувального та конструктивного рішення підземної частини будівлі (наявності підвалу, сусідніх будівель тощо), особливостей ґрунтів, рівня ґрунтових вод, кліматичних умов району будівництва. Мінімальна глибина закладання на ґрунтах, що не здимаються при промерзанні: 0,5 м – під зовнішні стіни та колони; під внутрішні – 0,2 м при збірних фундаментах і 0,5 м при монолітних.

У ґрунтах, що здимаються при промерзанні, глибину

закладання фундаментів приймають не менше глибини їх сезонного промерзання. При опалювальних підвалах глибина промерзання ґрунтів зменшується, тому зменшують і глибину закладання фундаментів. Загалом глибину промерзання ґрунту приймають на рівні, де взимку температура становить 0°C , за винятком глинистих і суглинистих ґрунтів, для яких рівень промерзання приймають на глибині з температурою -1°C .

4.3. Типи фундаментів

4.3.1. Конструкції стрічкових фундаментів

Стрічкові фундаменти (рис. 4.2) у багатьох випадках можуть одночасно слугувати і конструкціями приміщень підвалів, тому вони мають велике поширення в житловому будівництві при зведенні як мало- так і багатоповерхових будинків за стіноювю індустріально-будівельною системою (ІБС).

Зазвичай стрічковий фундамент у плані повторює обрис несучих стін будівлі, а в поперечному розрізі має вигляд звичайного прямокутника. Але за підвищених навантажень на фундаменти чи відносно слабких ґрунтах його підшву слід виконувати ширшою, щоб знизити тиск на ґрунтову основу. Нижню розширену частину фундаменту називається *подошкою*. Загалом розширень може бути декілька з відповідною кількістю *обрізів*, що дозволяє суттєво зменшити витрати матеріалу на верхню (стінову) частину фундаменту.

Товщину тіла *бутового* фундаменту завжди приймають більшою за товщину стіни, оскільки з кожної її сторони слід влаштувати обрізи в 50...60 мм (рис. 4.2, а). Ширина таких фундаментів із рваного буту при забезпеченні перев'язки швів складатиме не менше 0,6 м. Кожен уступ виконується висотою 0,5 м та шириною 150...250 мм. Та все ж слід зауважити, що монолітні *бутові* фундаменти не відповідають вимогам сучасного індустріального будівництва, оскільки роботи з їх улаштування важко механізувати.

Товщина *бутобетонних* (рис. 4.2, б) та *бетонних* (рис. 4.2, в) фундаментів може дорівнювати товщині стіни. Однак мінімальна товщина таких фундаментів не може бути меншою

40 см. Загалом монолітні бетонні фундаменти, включно з бутовим заповнювачем (бутобетонні), за формою такі ж, як і бутові, але їх виконують за допомогою *опалубки*. Кут розширення нижньої частини таких фундаментів (до їх вертикальної осі) зазвичай приймається в межах $\alpha = 27...33^\circ$. Зазвичай булобетонні фундаменти виконують з бетону низького класу з включенням в його товщу (з метою економії бетону) окремих шматків бутового каменю. При цьому розміри окремих каменів повинні бути не більше 1/3 ширини фундаменту. Тому булобетонні фундаменти залишаються відносно трудомісткими при зведенні і застосовують їх в основному в районах, де бутовий камінь є місцевим матеріалом.

Більш ефективними є залізобетонні фундаменти зі збірних елементів заводського виготовлення (рис. 4.2, *з* і *д*) і на сьогодні вони отримали найбільше поширення.

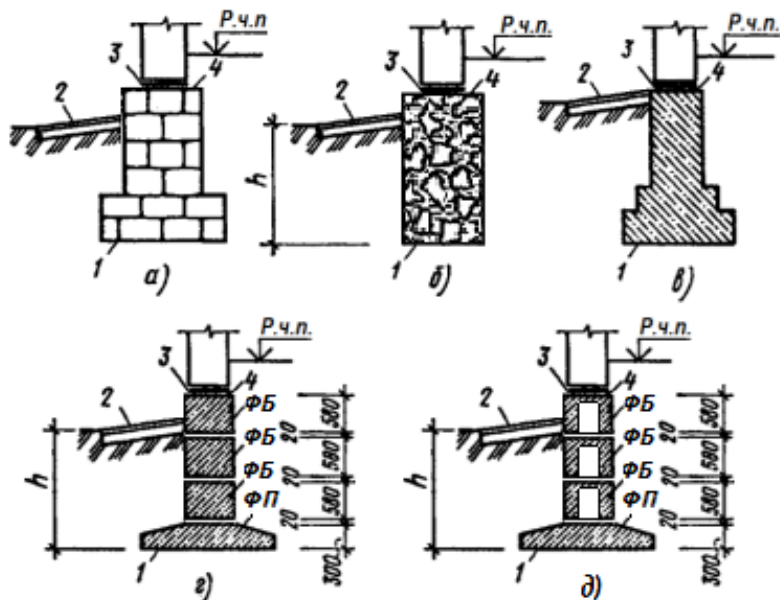


Рис. 4.2. Основні типи фундаментів за конструктивним рішенням: *а* – бутові; *б* – булобетонні; *в* – бетонні; *з* і *д* – збірні залізобетонні; 1 – тіло фундаменту (подушка зі стіною); 2 – відмостка; 3 – горизонтальна гідроізоляція; 4 – цоколь

При влаштуванні таких фундаментів трудові витрати на будівництво зменшуються вдвічі. Їх можна зводити і в зимових умовах без обігріву бетону. Зазвичай товщину залізобетонних фундаментів приймають менше товщини стін.

Під цегляні стіни та стіни з дрібних та великих блоків фундаменти монтують з двох типів збірних елементів – блоків фундаментних подушок і стінових блоків підвалів (рис. 4.3).

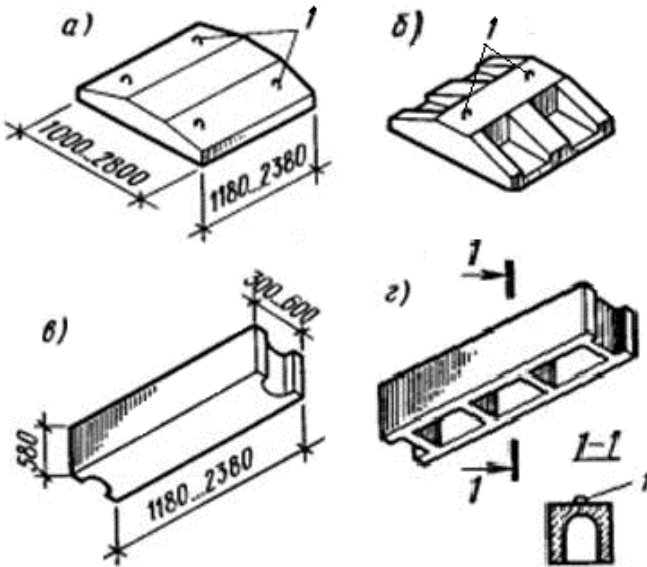


Рис. 4.3. Елементи збірних залізобетонних фундаментів: *а* – суцільна фундаментна блок-подушка; *б* – ребриста фундаментна блок-подушка; *в* – стіновий фундаментний блок суцільний; *г* – стіновий фундаментний блок пустотілий; 1 – монтажні петлі

Блоки фундаментних подушок виготовляють шириною 600...3200 мм, товщиною 300 і 400 мм та довжиною 1200 і 2400 мм. Вони можуть бути суцільними або ребристими (рис. 4.3, *а*, *б*). Стінові фундаментні блоки виготовляють шириною 300, 400, 500 і 600 мм та висотою 580 мм (номінальний розмір – 600 мм враховує товщину шва 20 мм). Номінальна довжина основних блоків складає 1200 мм та 2400 мм, а добірних – 600 мм. Стінові

фундаментні блоки можуть бути *суцільними* або *порожнистими* (рис. 4.3, *в, г*). Останні дозволяють економити до 40% бетону, але застосувати їх рекомендується лише під внутрішні стіни опалювальних будівель та під зовнішні стіни на сухих ґрунтах. Маса блоків зазвичай не перевищує 3 т.

Блоки фундаментних плит вкладають безпосередньо на основу при піщаних ґрунтах або на ретельно утрамбовану піщану підготовку товщиною 100..150 мм. Фундаментні бетонні блоки необхідно вклати на цементний розчин з обов'язковим перев'язуванням вертикальних швів, товщину яких приймають рівною 20 мм (рис. 4.4). Вертикальні колодязні отвори, що утворюються між торцями блоків, слід ретельно заповнювати цементним розчином. Зв'язок між фундаментними блоками поздовжніх та поперечних стін забезпечується перев'язуванням блоків та закладанням в горизонтальні шви арматурних сіток зі сталі діаметром 6..10 мм.

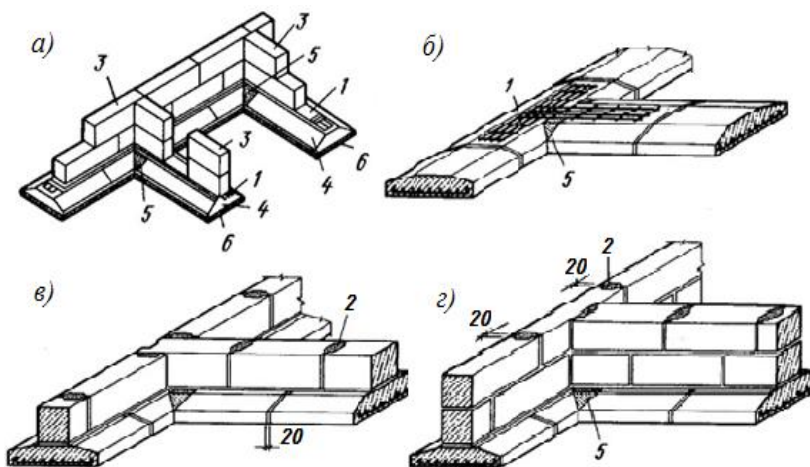


Рис. 4.4. З'єднання фундаментів поздовжніх та поперечних стін:
а – загальний вигляд; *б* – з'єднання фундаментних плит; *в* – з'єднання блоків непарного ряду; *г* – з'єднання блоків парного ряду; 1 – арматурна сітка; 2 – заповнення швів розчином; 3 – фундаментні блоки; 4 – фундаментні плити; 5 – монолітні ділянки; 6 – піщана підготовка

За щільних ґрунтів чи малих навантажень блоки фундаментних подушок вкладають на шар утрамбованого щебеню розріджено на відстані 0,3...0,5 м один від одного (рис. 4.5, б). *Переривчасті* стрічкові фундаменти зменшують кількість збірних елементів, що робить їх більш економічними.

Найбільш високий рівень індустріалізації характерний для конструкцій стін підвалів з цокольних панелей (рис. 4.5, в). Їх зводять з допомогою спеціальних безрозкісних ферм, що застосовуються у великопанельному будівництві. Такі панелі довжиною 3000...4800 мм мають товщину 240...300 мм.

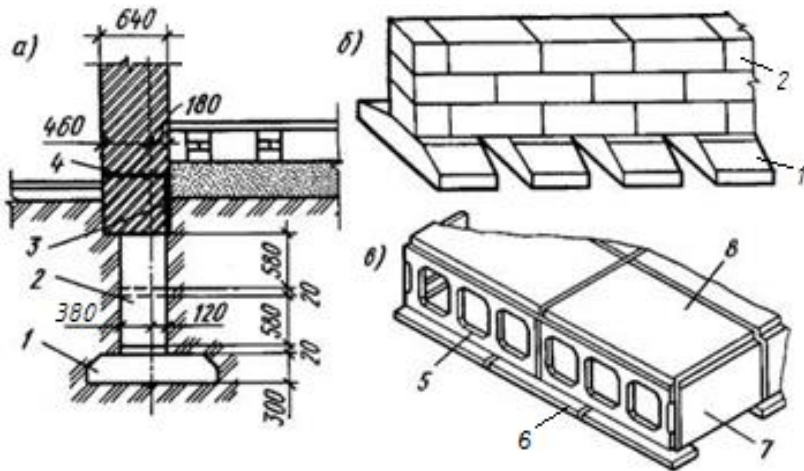


Рис. 4.5. Полегшені залізобетонні фундаменти: а – зменшеної товщини; б – переривчасті; в – з цокольних панелей; 1 – фундаментна блок-подушка; 2 – блоки фундаментної стіни; 3 – обмазка гарячим бітумом; 4 – горизонтальна гідроізоляція; 5 – цокольна ферма-панель; 6 – фундаментна плита; 7 – цокольна панель; 8 – плита перекриття

4.3.2. Конструктивні рішення стовпчастих фундаментів

Коли тиск на основи є значно меншим розрахункового опору ґрунту, стрічкові фундаменти під стіни доцільно замінювати стовпчастими фундаментами (рис. 4.6). Що ж до

будівель каркасної системи, то для них стовпчасті фундаменти є основним типом фундаментів.

Для невеликих будівель з монолітними фундаментами чи фундаментами зі штучних матеріалів відстань між їхніми осями приймають 2,4...3,0 м, а для великих – 6 або 12 м. Стовпчасті фундаменти розміщують відповідно до контуру стін у плані. При цьому вони обов'язково мають бути розташовані під кутами будівлі, у місцях перетинання і примикання несучих і самонесучих стін, а також під простінками.

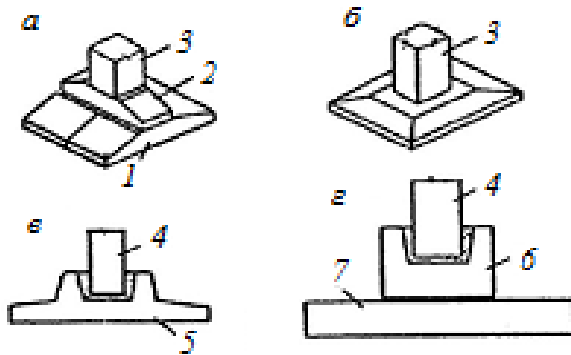


Рис. 4.6. Збірні стовпчасті фундаменти: *а* – під цегляні стовпи з подушок стрічкових фундаментів; *б* – те саме, з залізобетонної плити; *в* – під залізобетонні колони з суцільного залізобетонного блоку-склянки; *г* – те саме, зі складеного блоку; 1, 2 – блоки подушки; 3 – стовп; 4 – колона; 5 – башмак-склянка; 6 – блок-склянка; 7 – залізобетонна фундаментна плита

Для обпирання стін з дрібних штучних матеріалів (цегли, дрібних керамічних блоків чи блоків з легкого бетону, тощо) на стовпчасті фундаменти вкладають залізобетонні *фундаментні балки*.

Під стіни великопанельних будівель встановлюють *цокольні панелі* (рис. 4.5, в).

Під металеві колони зазвичай влаштовують стовпчасті фундаменти пенькового типу з монолітного залізобетону. Такі ж фундаменти доволі часто влаштовують і під фахверкові залізобетонні колони (рис. 4.7).

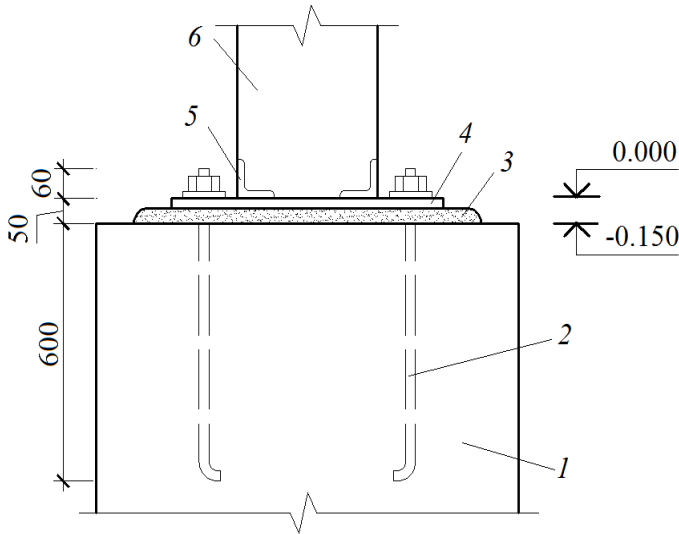


Рис. 4.7. Стовпчасті фундаменти пенькового типу: 1 – монолітний фундамент; 2 – анкерні стержні; 3 – підливка з цементно-піщаного розчину; 4 – опорна пластина (база); 5 – закладні деталі; 6 – залізобетонна фахверкова колона

4.3.3. Конструктивні рішення плитних фундаментів

Плитні фундаменти (рис. 4.8) виконують безбалковими чи балковими у вигляді залізобетонних плит. Ребра балкових плит можуть бути повернуті догори або донизу (рис. 4.8, б, в). По верху ребр зводять стіни (цегляні, з дрібних чи великих блоків). Місця перетинання ребер служать для встановлення колон каркасу, для чого їх забезпечують склянками за типом стовпчастих фундаментів. У випадку монолітних фундаментів склянки бетонують в самих ребрах або встановлюють на них у разі збірних фундаментів. У безбалкових фундаментах влаштовують капітелі безпосередньо на плиті без ребер (рис. 4.8, а).

За дуже великих навантажень на фундаменти та глибокому заляганні несучих шарів ґрунту плитні фундаменти сполучають ще й з пальовими фундаментами. Подібне комбінування може виконуватися зі стрічковими чи стовпчастими фундаментами.

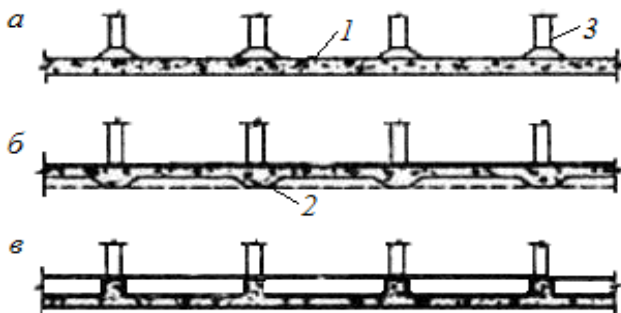


Рис. 4.8. Плитні фундаменти (в розрізі): *а* – суцільна плита; *б* – ребриста плита з ребрами донизу; *в* – те саме, доверху;
1 – плита; 2 – ребра; 3 – наземна частина будівлі

4.3.3. Конструкції пальових фундаментів

Пальові фундаменти (рис. 4.9) влаштовують на відносно слабких, стисливих, насичених водою ґрунтах, а також при передачі на основи значних навантажень переважно від висотних будівель. Палі класифікують за багатьма ознаками, найважливішими серед яких є їх: матеріал, форма поперечного та поздовжнього перерізу, спосіб виготовлення та занурення, конструктивне рішення та характер роботи.

За *матеріалом* вони можуть бути з деревини, металу, бетону, залізобетону та комбінованими.

Можливі *форми їх поперечного перерізу*: квадратна та прямокутна суцільна або з порожнинами, кругла та кільцева, трикутна та багатокутна, таврова та двотаврова, хрестоподібна та трилопатева, квадратна з круглою порожниною (рис.4.9).

За *формою поздовжнього перерізу* (рис. 4.10) палі можуть бути постійного перерізу (призматичні, циліндричні, трубчасті) та змінного перерізу (пірамідальні, клиноподібні, конічні, ромбічні, з рифленою бічною поверхнею, палі з розширеннями).

За *способом виготовлення та занурення* розрізняють забивні, набивні, бурові, буро-набивні та гвинтові палі. Якщо свердловини для набивних паль утворюють шляхом примусового видавлювання (витиснення) ґрунту, а для бурових паль за

допомогою спеціальних установок, то свердловини для буронабивних паль утворюють комбінованим способом. Занурення гвинтових паль виконують за допомогою спеціальних механізмів (кабестанів).

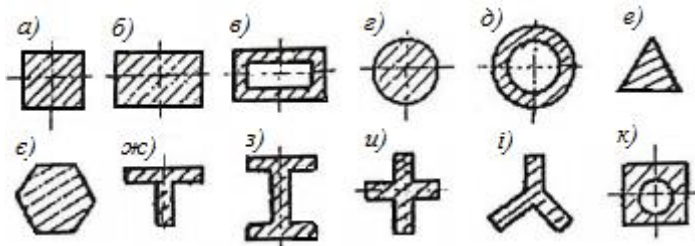


Рис. 4.9. Форми поперечного перерізу паль: а – квадратна; б – прямокутна; в – коробчата; г – кругла; д – кільцева; е – трикутна; є – багатокутна; ж – таврова; з – двотаврова; и – хрестоподібна; і – трилопатева; к – квадратна з круглою порожниною

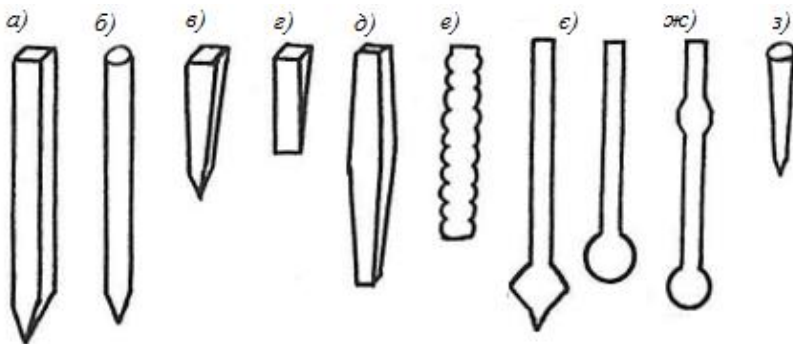


Рис. 4.10. Поздовжня форма паль: а – призматична; б – циліндрична; в – пірамідальна; г – клиноподібна; д – ромбічна; е – з рифленою поверхнею; є – з нижнім розширенням; ж – з розширенням у різних місцях по довжині палі; з – конічна

За конструктивним рішенням пальові фундаменти можуть бути з одиничних паль, з паль у вигляді «куща» або «пального поля». Під стінами влаштовують одиничні палі в один чи у два ряди в шаховому порядку. «Кущі» паль встановлюють під окремі колони каркасних будівель. Суцільне «пальове поле»

зазвичай влаштовують під будівлі та споруди з великими навантаження на основи.

За характером роботи паль в ґрунті розрізняють палі-стійки та висячі палі (рис. 4.11). Палі-стійки спираються на малостисливі або скельні ґрунти, що майже не дають деформацій. Несуча спроможність висячих паль забезпечується тертям ґрунтів об їх бокову поверхню (рис. 4.11, б).

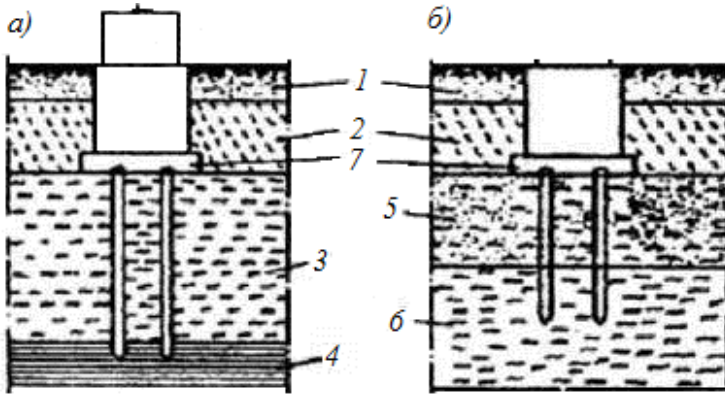


Рис. 4.11. Пальові фундаменти: а – палі-стійки; б – висячі палі; 1-3, 5, 6 – шари слабких ґрунтів; 4 – щільні ґрунти; 7 – ростверк

Палі слід розташовувати під усіма кутами будівлі, а також у місцях перетину та примикання стін уздовж координаційних осей. Глибину забивання паль призначають залежно від несучої спроможності як палі, так і основи.

Для рівномірної передачі навантажень від стін оголовки паль об'єднують монолітними чи збірними залізобетонними ростверками. Ширину ростверку за однорядного розташування паль перерізом 250x250 мм або 300x300 мм приймають рівною товщині стіни, але не меншою 300 мм, а висоту ростверку 400-500 мм.

В переважній більшості випадків глибина занурення паль сягає 3–20 м. Зазвичай вони мають квадратну чи круглу форму в перерізі з порожнинами або без них. Найефективнішими є трубочасті палі діаметром 400...700 мм з відкритим нижнім кінцем чи з вставним башмаком на кінці.

5. Гідроізоляція фундаментів

Фундаменти відносяться до тих конструкцій, що зазнають впливу ґрунтової та атмосферної вологи внаслідок капілярного підйому води у матеріал фундаменту. Її циклічне замерзання та розтавання призводить до зниження міцності та довговічності фундаментів. Для блокування руху капілярної вологи від фундаменту до стін між ними влаштовують горизонтальну гідроізоляцію з двох шарів руберойду, толі, плівки тощо.

За наявності в будівлі цокольних поверхів та підвалів необхідно виконувати їх вертикальну гідроізоляцію (рис. 4.12).

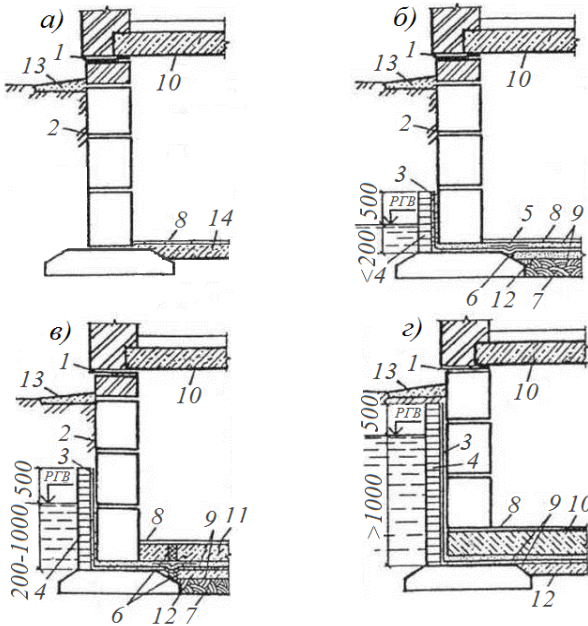


Рис. 4.12. Гідроізоляція стін підвалу за рівня ґрунтових вод: а – відсутнього; б – до 0,2 м від підлоги підвалу; в – те саме, до 1,0 м; г – те саме, більше 1,0 м; 1, 2 і 3 – рулонна, обмазувальна та обклеювальна гідроізоляції; 4 – захисна стінка з обпаленої цегли; 5 – склотканина; 6 – деформаційний шов; 7 – «жирна» глина; 8 – підлога; 9 – стяжка; 10 – залізобетонна плита; 11 – привантажувальний шар бетону; 12 – бетонна підготовка; 13 – відмостка; 14 – бетонна підготовка зі стяжкою

За відсутності ґрунтових вод (рис. 4.12, *а*) виконують обмазувальну гідроізоляцію зовнішньої поверхні стіни підвалу за два проходи.

За рівня ґрунтових вод *не більше* 0,2 м від рівня підлоги підвалу (рис. 4.12, *б*), крім згаданої обмазувальної гідроізоляції влаштовують горизонтальну гідроізоляцію вище подушки фундаменту та вертикальну обклеювальну гідроізоляцію зовнішньої поверхні стіни підвалу висотою на 500 мм вище від рівня ґрунтових вод. На цю ж висоту виводять і захисну стінку з обпаленої цегли.

За рівня ґрунтових вод *в межах* 0,2...1,0 м від рівня підлоги підвалу (рис. 4.12, *в*), горизонтальну гідроізоляцію підлоги вкладають на бетонну підготовку. Вертикальну обклеювальну гідроізоляцію зовнішньої поверхні стіни підвалу та захисну стінку з обпаленої цегли виводять на 500 мм вище рівня ґрунтових вод. Щоб запобігти здиманню підготовки та підлоги гідростатичним тиском води їх привантажують шаром бетону.

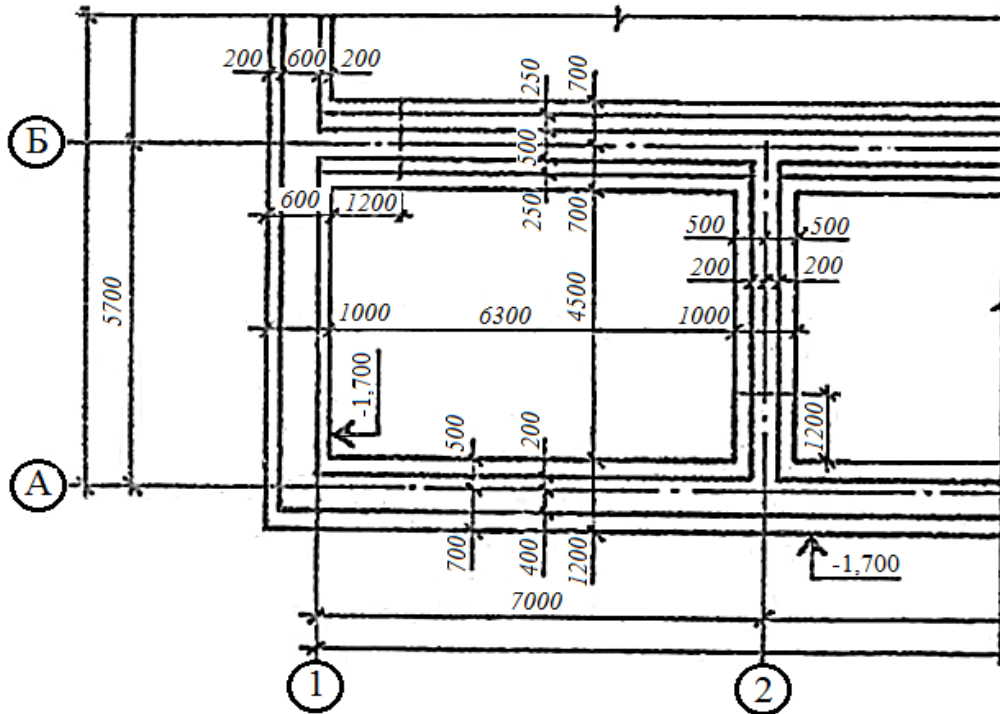
За рівня ґрунтових вод *вище* 1,0 м (рис. 4.12, *г*), гідроізоляцію влаштовують так само, як і у попередньому випадку, але бетонну підготовку та підлогу виконують у вигляді суцільної залізобетонної плити з заведенням їх в зовнішні стіни для протидії гідростатичному тиску ґрунтових вод масою самої будівлі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

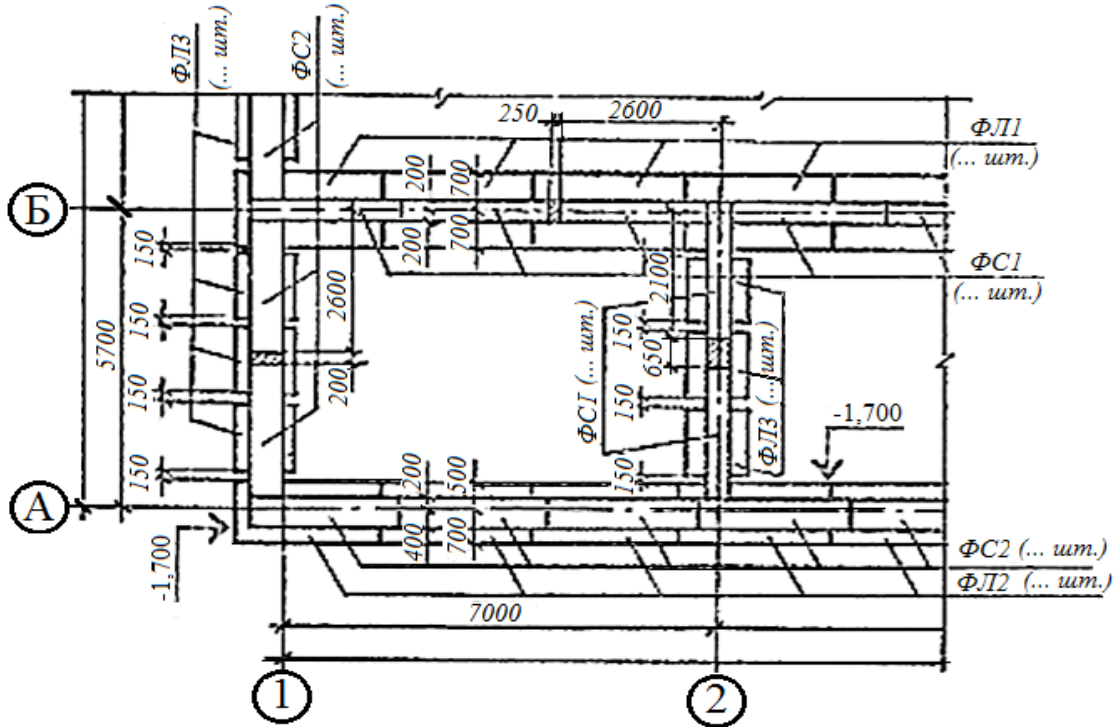
1. ДБН В.2.2-15-2005. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Київ : Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2005. 36 с.
2. ДБН 360-92**. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Київ : Мінбудархітектури України, 2002. 92 с.
3. 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.
4. ДБН В.2.6-31-2013 Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Київ : Мінбуд України, 2013. 62 с.
 5. Русскевич Н. Л., Ткач Д. И., Ткач М. Н. Справочник по инженерно-строительному черчению. Київ : Будівельник, 1987. 264 с.
 6. Благовещенский Ф. А., Букина Е. Ф. Архитектурные конструкции: учебник. Москва: Архитектура-С, 2011. 232 с.
 7. Шерешевский И. А. Жилые здания. Конструктивные системы и элементы для индивидуального строительства. Москва : Архитектура-С, 2005. 123 с.
 8. Нанасова С. М. Архитектурно-конструктивный практикум: жилые здания. Москва : Архитектура-С, 2005. 128 с.
 9. Романенко І. І. Архітектура будівель і споруд: конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2011. 167 с.

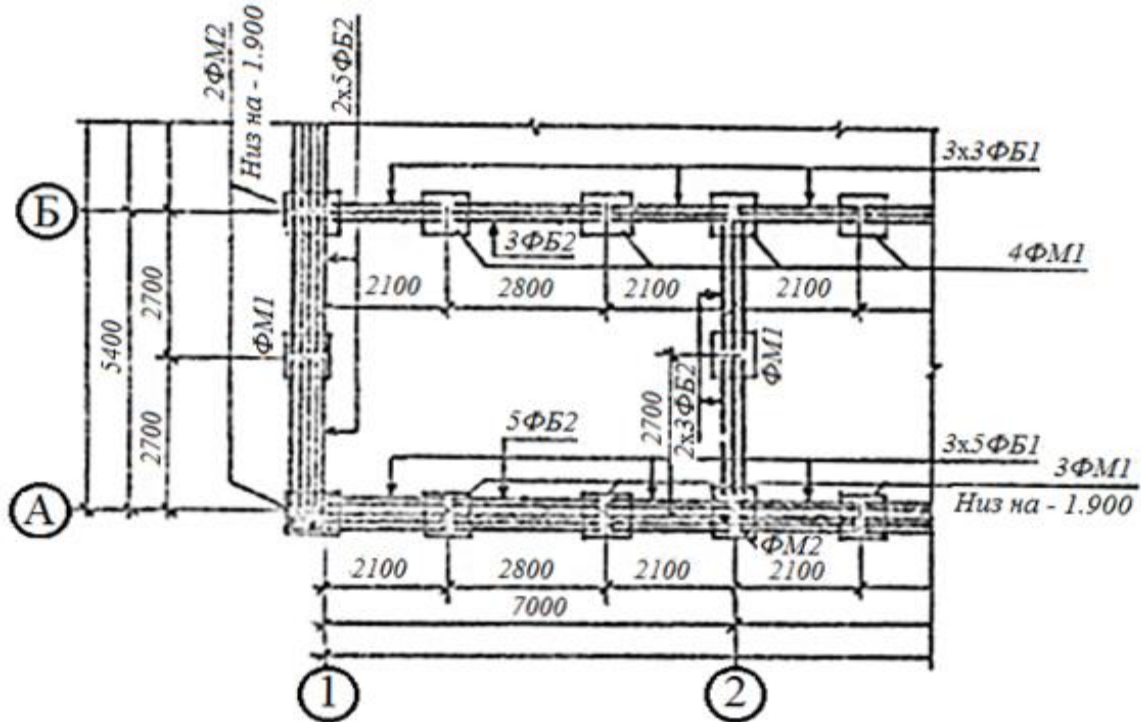
Фрагмент плану монолітного стрічкового фундаменту



Фрагмент плану збірного стрічкового фундаменту



Фрагмент плану стовпчастого фундаменту



Фрагмент плану пальового фундаменту

