

ФУНДАМЕНТИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В ОСОБЛИВИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Якщо в процесі експлуатації споруди її основа зазнає не лише осідання, а й інші види деформацій, такі як просідання, підйоми, горизонтальні переміщення чи провали, говорять, що споруда експлуатується в особливих інженерно-геологічних умовах.

Для більшої наочності характеристика особливих інженерно-геологічних умов будівництва представлена в табличній формі.

Таблиця 1.1. Особливі інженерно-геологічні умови

№№ з/п	Види особливих умов	Фізичні процеси і явища	Види деформацій основи
1	2	3	4
1	Просадочні ґрунти	Руйнування структурних зв'язків при замочуванні чи підвищенні вологості вище певного рівня.	Осідання при постійних значеннях навантажень на основу чи осідання від власної ваги ґрунту.
2	Набухаючі ґрунти	Збільшення об'єму ґрунту (набухання) при підвищенні його вологості за рахунок збільшення товщини плівок молекулярно-зв'язаної води і зменшення об'єму ґрунту (усадка) при зниженні його вологості (зворотний процес).	Підйом основи при набуханні ґрунту й осідання основи при усадці ґрунту.
3	Водонасичені біогенні ґрунти і мули	Тривалий нестабілізований стан за рахунок повільно протікаючих процесів фільтраційної консолідації і вираженої анізотропії.	Нестационарні осідання, що визначаються на розрахункові періоди експлуатації споруди.
4	Елювіальні ґрунти	Значна неоднорідність ґрунтів з глибиною й у плані за рахунок різного ступеня вивітрілості скельних порід на місці свого утворення і присутності різних типів нескельних ґрунтів.	Нерівномірне осідання основи в плані споруди, при цьому ступінь мінливості стискуваності ґрунтів основи в плані споруди $aE > 2$.
5	Засолені ґрунти	Фільтраційні процеси в ґрунтах супроводжуються хімічною суфозією у формі масо-перенесення розчинених у воді солей.	Суфозійне осідання $B_{ві}$, що визначається за величиною відносного суфозійного стиску
6	Насипні ґрунти	Поступове ущільнення ґрунту під дією власної ваги, самоущільнення за рахунок розкладання органічних включень.	Нерівномірна стискуваність основи, додаткове осідання за рахунок розкладання органічних речовин.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
7	Мерзлі ґрунти	Зміна об'єму діяльного шару ґрунту при його сезонному заморожуванні (збільшення) і відтаванні (зменшення).	Підйом основи і сили морозного здимання при замерзанні діяльного шару, відносна просадочність мерзлого ґрунту при відтаванні єїь.
8	Пучинисті ґрунти	Збільшення об'єму порової води при її охолодженні в діапазоні +4°- 0° С, що супроводжується збільшенням об'єму пучинистого ґрунту.	Підйом основи і сили морозного здимання при замерзанні пучинистого ґрунту, відносна просадочність пучинистого ґрунту при відтаванні є&.
9	Намивні ґрунти	Неоднорідність багатшарових основ за рахунок мінливості складу і властивостей ґрунтів у плані і з глибиною.	Самоущільнення товщі намивних ґрунтів і додаткові осідання за рахунок незавершеної консолідації підстиляючих шарів ґрунту.
10	Підтоплені території	Зменшення міцносних характеристик ґрунтів, збільшення питомої ваги ґрунту за рахунок збільшення вологості чи виважуюча дія ґрунтової води.	Прояв додаткових осідань основи залежно від ґрунтових умов і рівня ґрунтових вод.
11	Підроблювані території	Зсуви земної поверхні в результаті утворення порожнеч у гірському масиві при підземній розробці корисних копалин.	Осідання (п), нахили (і) і викривлення земної поверхні (Д), горизонтальні зрушення (£) і деформації (є).
12	Закарстовані території	Осідання і провали на земній поверхні в результаті втрати стійкості склепінь карстово-суфозійних порожнин.	Провали на земній поверхні, які характеризуються діаметром вирви; мульда зрушення, що характеризується параметрами за аналогією з підроблюваними територіями.
13	Зсувонебезпечні території	Рух масивів ґрунту під дією гравітаційних і фільтраційних сил по схилу.	Розвиток складних деформацій, прогноз яких практично неможливий. Прогнозуванню піддається тільки стійкість схилу.
14	Сейсмічно небезпечні території	Впливи у виді вимушених коливань земної поверхні при землетрусах.	Прояв додаткових деформацій, прогноз яких досить складний. Розрахунок основ виконується за несучою здатністю.
15	Будівництво в умовах техногенного впливу	Додаткові статичні і динамічні навантаження на побудовані будівлі і споруди.	Прояв додаткових деформацій основи, прогноз яких вимагає виконання спеціальних розрахунків.

Зведення будівель і споруд в особливих інженерно-геологічних умовах зв'язано з додатковими матеріальними витратами на здійснення конструктивних заходів захисту, спрямованих на підвищення міцності і жорсткості конструктивної системи чи на підвищення її піддатливості з метою пристосування до нерівномірних деформацій основи.

Розрізняють такі принципи конструктивних заходів захисту будівель і споруд, призначених для будівництва в особливих інженерно-геологічних умовах.

Принцип жорсткості припускає виключення можливості взаємного переміщення окремих елементів несучих конструкцій при деформаціях основи за рахунок посилення конструкцій і зв'язків між ними, а також влаштування додаткових конструктивних елементів, наприклад замкнутих поповерхових залізо-бетонних поясів.

Принцип піддатливості припускає забезпечення можливості пристосування конструкцій без появи в них додаткових зусиль до нерівномірних деформацій земної поверхні за рахунок поділу будівель і споруд деформаційними швами на окремі відсіки, влаштування швів ковзання, уведення шарнірних і податливих зв'язків між елементами несучих і огорожуючих, зниження жорсткості несучих конструкцій, уведення гнучких вставок і компенсаційних пристроїв.

Комбінований принцип припускає сполучення елементів принципу жорсткості і принципу піддатливості, наприклад поділ будівлі на короткі жорсткі відсіки і т.п.

Як уже відзначалося, будівництво будівель і споруд в особливих інженерно-геологічних умовах сполучено з додатковими матеріальними витратами на здійснення конструктивних заходів захисту від впливу нерівномірних деформацій основ і фундаментів. За довідковими даними, вартість зведення фундаментів будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах може перевищувати їхню вартість у звичайних умовах будівництва на 10 - 50 %.

Будівлі і споруди в особливих інженерно-геологічних умовах розраховують на особливі сполучення навантажень, що включають впливи у вигляді додаткових нерівномірних переміщень (осідань, кренів і горизонтальних зсувів) деформованої основи. Розрізняють два види нерівномірних переміщень деформованої основи в таких розрахунках:

- переміщення від навантажень на основу, викликані зміною деформаційних характеристик ґрунтів у стисливій товщі;
- вимушені переміщення основи, величини яких не залежать від навантажень, переданих спорудою на основу.

Прикладом нерівномірних осідань першого виду є осідання лесових ґрунтів у стисливій товщі основи при їхньому замоканні під дією навантажень від споруди.

Прикладом нерівномірних переміщень другого виду є зрушення земної поверхні від впливу підземних гірських виробок чи від осідань ґрунтів основи за межами стисливої товщі, наприклад при замочуванні просадочної товщі лесових ґрунтів (осідання від власної ваги ґрунту).

Нерівномірні осідання першого виду враховують у розрахунках споруд за

схемою конструкцій на деформованій основі змінної жорсткості. Нерівномірні переміщення другого виду враховують у розрахунковій схемі споруди на деформованій основі як вимушені переміщення границі стисливої товщі (наприклад, як вимушені переміщення опорних перетинів стрижнів, що моделюють стисливу товщу основи).

2. ПРОСАДОЧНІ ҐРУНТИ

При проектуванні основ, складених просадочними ґрунтами, повинні враховуватися (рис. 2.1):

а) осідання від зовнішнього навантаження $S_{sb,p}$, що відбуваються в межах верхньої зони осідання $h_{sb,p}$ від подошви фундаменту до глибини, де сумарні вертикальні напруження від зовнішнього навантаження і власної ваги ґрунту рівні початковому просадочному тиску p_{sl} чи сума зазначених напруг, більша p_{sb} мінімальна;

б) осідання від власної ваги ґрунту $S_{sb,g}$, що відбуваються в нижній зоні осідання $h_{sb,g}$ починаючи з глибини, де сумарні вертикальні напруження перевищують початковий просадочний тиск p_{sl} чи сума вертикальних напруг від власної ваги ґрунту і зовнішнього навантаження, більша p_{sb} мінімальна, і до нижньої границі просадочної товщі;

в) нерівномірність осідання ґрунтів Δsl ,

г) горизонтальні переміщення основи u_{sl} у межах криволінійної частини просадочної воронки при осіданні ґрунтів від власної ваги.

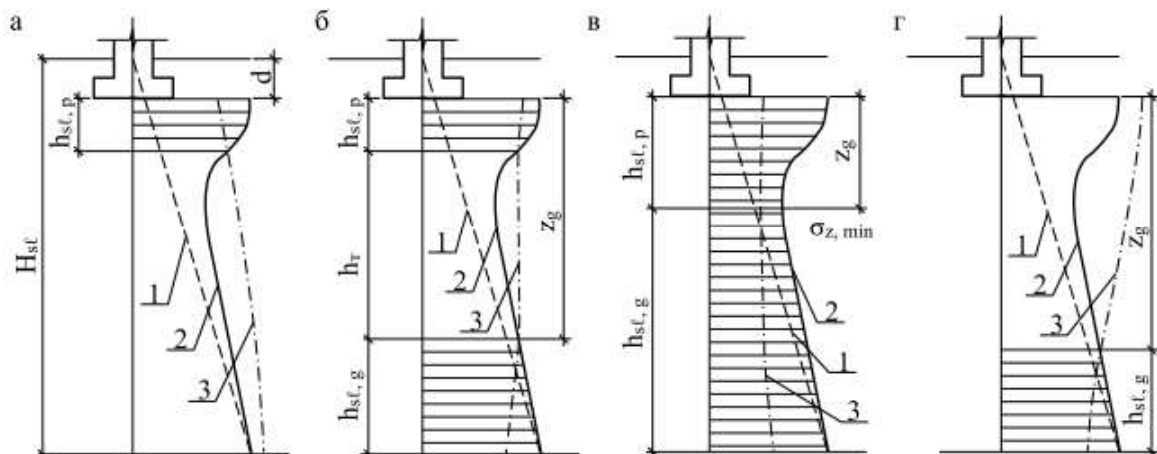


Рис. 2.1. Схеми до визначення просідання основи:

а - просідання від власної ваги $S_{sl,g}$ відсутнє (не перевищує 5 см), можливе лише просідання від зовнішнього навантаження $S_{sl,p}$ у верхній зоні просідання $h_{sl,p}$ (I тип ґрунтових умов); б, в, г - можливе просідання від власної ваги $S_{sl,g}$ у нижній зоні просідання $h_{sl,g}$ розпочинаючи з глибини z_g (II тип ґрунтових умов); б - верхня і нижня зони просідання не зливаються, присутня нейтральна зона h_n ; в - верхня і нижня зони просідання зливаються; г - просідання від власної ваги відсутнє; 1 - вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_z , 2 - сумарні вертикальні навантаження від зовнішнього навантаження і власної ваги ґрунту $\sigma_z = \sigma_{zp} + \sigma_{zg}$; 3 - зміна з глибиною початкового просадочного тиску p_{sl} ; H_{sl} - товща шару просадочних ґрунтів (просадочна товща); d - глибина закладання фундаментів

Осідання ґрунтів враховують при відносній просадочності $\varepsilon_{sl} > 0,01$. Ґрунтові умови майданчиків, складених просадочними ґрунтами, залежно від можливості прояву осідання ґрунтів від власної ваги підрозділяють на два типи:

- ґрунтові умови, у яких можливе в основному просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження $s_{sl,p}$ а просідання ґрунтів від власної ваги $s_{sl,g}$ відсутнє чи не перевищує 5 см;

- ґрунтові умови, у яких, крім просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження, можливе їхнє просідання від власної ваги та величина його перевищує 5 см (при цьому просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження може бути відсутнім).

Осідання ґрунтів s_{sl} основи при збільшенні їхньої вологості внаслідок замокання зверху великих площ, а також замокання знизу при підйомі рівня ґрунтових вод визначають за формулою

$$s_{sl} = \sum \varepsilon_{sl,i} \cdot h_i \cdot k_{sl,i} \quad (2.1)$$

де ε_{sl} - відносна просадочність i -го шару ґрунту; h_i - товщина i -го шару ґрунту; n - число шарів, на які розбита зона просідання h_{sl} , рівна $h_{sl,p}$ чи $h_{sl,g}$.

Коефіцієнт $k_{sl,i}$, що входить у формулу (1.1), приймають при підсумовуванні в зоні $h_{sl,p}$ рівним:

при ширині подошви фундаменту $b > 12$ м - 1,0;

при ширині подошви фундаменту $b < 3$ м - за формулою

$$k_{sl,i} = 0,5 + 1,5(p - p_{sl,i})/p_o \quad (2.2)$$

де p - середній тиск під подошвою фундаменту; $p_{sl,i}$ - початковий просадочний тиск i -го шару ґрунту; p_o - тиск, рівний 100 кПа;

при ширині подошви фундаменту $3 \text{ м} < b < 12 \text{ м}$ - за інтерполяцією між значеннями $k_{sl,i}$, отриманими при $b=3$ м та $b=12$ м.

При підсумовуванні в зоні $h_{sl,g}$ коефіцієнт $k_{sl,i}$ приймають рівним:

при $H_{sl} < 15$ м - 1,0;

при $H_{sl} > 20$ м - 1,25;

при проміжних значеннях H_{sl} - за інтерполяцією між зазначеними вище величинами.

Розрахунковий опір основи R при можливому замоканні просадочних ґрунтів приймають рівним:

а) початковому просадочному тиску p_{sl} - якщо усунення можливості просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження здійснюють шляхом зниження тисків під подошвою фундаменту;

б) величині, визначеній за нормами на проектування основ з використанням розрахункових значень характеристик міцності (C_{11} , φ_{11}) у водонасиченому стані.

Попередні розміри фундаментів споруд, що зводять на просадочних ґрунтах, призначають, виходячи з табличних значень розрахункових опорів основи R_0 для просадочних ґрунтів.