

## **Тема 5. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ НА ТЕРИТОРІЯХ З НАСИПНИМИ ГРУНТАМИ**

**Мета вивчення теми.** Засвоїти засади механіки насипних ґрунтів та особливості проектування основ та фундаментів на територіях з цими ґрунтами.

### **Питання для вивчення**

*5.1. Загальне уявлення про насипні ґрунти, їх класифікація.*

*5.2. Розрахунок основ, до складу яких входять насипні ґрунти.*

*5.3. Методи будівництва на територіях з насипними ґрунтами .*

*5.4. Уявлення про території з намивними ґрунтами.*

*5.5 Методи будівництва на територіях з намивними ґрунтами.*

**5.1.** Насипними називають переміщені та укладені на новому місці природні ґрунти, тверді відходи виробництв та побутові рештки. Насипні ґрунти складаються з мінералів природного походження, початкова структура яких змінена внаслідок їх розроблення та повторного укладання. До них відносяться порушені природні ґрунти, розкривні породи, хвости збагачувальних фабрик тощо. Відходи виробництв уявляють штучні матеріали, утворені внаслідок термічного або хімічного оброблення природних матеріалів. До них відносять: шлаки, золу, золошлаки, шлами. Побутові відходи складаються з побутового та будівельного сміття, часто з домішками різного складу, зокрема органічного походження.

Насипні ґрунти зазвичай застосовують для планомірного спорудження штучних насипів, наприклад земляного полотна доріг, утворення подушок в основах, засипання понижень місцевості, складування відходів виробництва та побутових лишків. Планомірно споруджені насипи виконуються за попередньо розробленим проектом з однорідних ґрунтів та відходів виробництва шляхом відсипання або організованого намивання з ущільненням до заданої в проекті щільності. Відвали формуються шляхом їх відсипання різних видів ґрунтів, отриманих при копанні котлованів, виконанні розкривних робіт, проходження підземних виробок тощо, а також відходів виробництв: хвостів збагачувальних фабрик, шлаків, золи, шламів. Звалища ґрунтів, відходів виробництв та

побутових лишків уявляють собою відсіпки, що утворилися внаслідок неорганізованого нагромадження різних матеріалів.

Особливістю насипних ґрунтів є те, що чим довше вони лежать на новому місці їх укладення, тим більшою стає їх щільність, кажуть, що вони злежуються, тобто самоущільнюються.

Таблиця 5.1

Тривалість самоущільнення насипних ґрунтів, роки

Гранулометричний склад насипних ґрунтів та відходів виробництв	Тривалість самоущільнення для насипів		
	планомірно споруджених	відвалів	звалищ
Грубоуламкові	0.2-1	1-3	2-5
Піщані	0,5-1	2-5	5-10
Пилувато-глинисті	2-5	10-15	10-30

Таблиця 5.2

Класифікація насипних ґрунтів

Ознаки класифікації	Види насипних ґрунтів
За способом переміщення	Насипні, намивні
За видом вихідного матеріалу	Природні переміщені ґрунти, відходи Виробництва, побутові відходи
За одномірністю складу і щільності укладання	Одномірні за складом і щільністю. Однорідні за складом, але неоднорідні за щільністю. Неоднорідні за складом і щільністю

Основи, складені насипними ґрунтами, проектуються з урахуванням специфічних особливостей цих ґрунтів, які полягають у :

- значній неоднорідності у складі та грубизні;
- нерівномірній стисливості;
- самоущільненні від власної ваги, особливо при вібраціях від працюючого обладнання, транспорту, при зміні гідрогеологічних умов, замоканні насипних ґрунтів;

- розпаданні органічних включень.

Нерівномірна стисливість основ, складених насипними ґрунтами, зазвичай спричинена:

- зміною складу насипних ґрунтів у плані та по глибині;
- нерівномірною щільністю насипних ґрунтів;
- зміною вологості, особливо глинистих ґрунтів;
- різною грубизною шару насипних ґрунтів у основі;
- наявністю в насипних ґрунтах сильностисливих шарів та прошарків;
- підвищеним вмістом органічних включень;
- заляганням під насипними ґрунтами сильностисливих підстилкових ґрунтів та зміною їх товщини на ділянці, що забудовується;
- наявністю в насипних ґрунтах грубих включень або порожнин, що співрозмірні з шириною фундаментів.

**5.2.** Вихідними даними для проектування основ і фундаментів на насипних ґрунтах є матеріали інженерно-геологічних вишукувань. Інженерно-геологічні вишукування на територіях з насипними ґрунтами виконують за спеціальними програмами з урахуванням видів насипних ґрунтів та їх особливостями. Починають вишукування з вивчення архівних матеріалів, зокрема, вивчають умови відкладення насипних ґрунтів, місцевий досвід будівництва на насипних ґрунтах, стан будівель, що споруджені і певний час експлуатуються на насипних ґрунтах. Вишукування безпосередньо на територіях з насипними ґрунтами ведуть комплексно з застосуванням таких видів інженерно-геологічних робіт як буріння, шурфування та зондування. Стисливість усіх видів насипних ґрунтів визначають їх випробовуванням у польових умовах статичним навантаженням. При застосуванні пальових фундаментів виконують статичне випробування паль. Звіт про інженерно-геологічні вишукування повинен містити дані про способи відсипання, склад, однорідність складу і щільності, давність укладення, вид і грубизни шару насипних ґрунтів, їх фізико-механічні характеристики, у тому числі про зміну стисливості, вміст органічних речовин.

Основи і фундаменти будівель на насипних ґрунтах розраховують методом деформацій, перевіряючи в кінцевому рахунку виконання умови, що повне осідання фундаменту на насипних ґрунтах не перевищуватиме гранично допустимого для проектованої будівлі. При цьому повне осідання  $S_f$  фундаменту визначають як суму осідань, спричинених дією навантаження та додатковими чинниками, а саме

$$S_f = S_p + S_{f1} + S_{f2} + S_{f3} + S_{f4} , \quad (5.1)$$

де  $S_p$ - осідання основи фундаменту від дії навантаження;

$S_{f1}$ - додаткове осідання основи від самоущільнення насипних ґрунтів , спричиненого їх вагою;

$S_{f2}$ - додаткове осідання основи від самоущільнення насипних ґрунтів унаслідок їх замокання або зниження рівня ґрунтових вод;

$S_{f3}$ - додаткове осідання основи внаслідок розпаду органічних включень у насипних ґрунтах;

$S_{f4}$ - додаткове осідання основи за рахунок ущільнення підстилкових ґрунтів від ваги насипу.

Додаткове осідання  $S_{f1}$  та  $S_{f2}$  наближено визначають за формулою

$$S_{f1,f2} = \gamma_{c1,c2} \beta \sigma_{zg} h / E , \quad (5.2)$$

де  $\gamma_{c1,c2}$  - коефіцієнти ущільнюваності насипного ґрунту, їх значення приймаються за табличними даними залежно від виду насипних ґрунтів;

$\beta$  - коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\sigma_{zg}$  - середнє значення нормального вертикального напруження, що розвивається у насипному ґрунті від його власної ваги, при чому  $\sigma_{zg} = 0,5\gamma h$ ;

$h$  - грубизна шару насипного ґрунту під фундаментом;

$\gamma$  - середнє значення питомої ваги насипного ґрунту у водонасиченому стані;

$E$  - середнє значення модуля деформації насипного ґрунту.

Додаткове осідання  $S_{f3}$  при вмісті в насипних ґрунтах органічних включень від 0,03 до 0,1 обчислюють за формулою

$$S_{f3} = \eta k_0 I_{от} \gamma_d h / \gamma_s , \quad (5.3)$$

де  $\eta$  - коефіцієнт, що враховує умови залягання органічних включень у насипних ґрунтах, наближено можна брати рівним 0,75;

$k_0$  - коефіцієнт, що враховує можливості розпаду органічних включень, приймається для водонасичених насипних ґрунтів 0,2, для решти випадків 0,5;

$I_{от}$  - середній вміст органічних включень у насипних ґрунтах;

$\gamma_d$  - питома вага ґрунту в сухому стані;

$\gamma_s$  - питома вага твердої частини ґрунту;

$h$  - грубизна шару насипного ґрунту з органічними включеннями, що залягає під подошвою фундаменту.

Додаткове осідання внаслідок ущільнення підстилкових під насипом ґрунтів можна не враховувати, якщо давність відсипання ґрунтів перевищує один рік для піщаних, два роки - для глинистих ґрунтів, що знаходяться вище рівня підземних вод і п'ять років - для глинистих в межах залягання підземних вод.

**5.3.** Основи і фундаменти на наливних ґрунтах проектуються за одним із таких трьох принципів:

- насипні ґрунти використовуються в основах без їх попередньої підготовки;
- насипні ґрунти використовуються в основах після їх попередньої підготовки, спрямованої на зменшення їх стисливості;
- насипні ґрунти прорізають пальовими фундаментами.

В основах без попередньої підготовки допускається використовувати насипні ґрунти, що злежалися, у вигляді планомірно споруджених насипів, а також відвали ґрунтів та відходів виробництв, що складаються з грубозернистих пісків, гравію, щебеню, гранульованих шлаків.

Попередню підготовку насипних ґрунтів виконують у тих випадках, коли не забезпечуються умови розрахунків основ, складених не підготовленим для сприйняття навантаження ґрунтами, методами граничних станів.

Основними методами підготовки насипних ґрунтів є такі:

- поверхнєве ущільнення важкими трамбівками на глибину до 3-4 м;
- витрамбування котлованів та свердловин;
- влаштування піщаних та інших подушок;
- поверхнєве ущільнення вібраційними машинами та вібраторами;
- гидровіброущільнення глибинними вібраторами.

Насипні ґрунти прорізають забивними чи буронабивними палями у таких випадках:

- якщо при використанні насипних ґрунтів в основах не виконуються умови щодо величини і нерівномірності їх осідання;
- при неможливості ущільнення піщаних ґрунтів на потрібну глибину;
- при вмісті в насипних ґрунтах органічних включень більше 0,05-0,1;
- при високій несучій здатності підстилкових ґрунтів;

-якщо в насипних ґрунтах немає грубих включень, наявність яких унеможлиблює забивання паль;

-застосування пального фундаментів має техніко-економічні переваги у порівнянні з іншими методами.

Якщо при використанні насипних ґрунтів без їх підготовки чи з попередньою підготовкою в основі не забезпечуються допустимі осідання будівлі, то можна застосувати конструктивні заходи, якими підвищують міцність і просторову жорсткість споруд, чим пристосовують їх до підвищених нерівномірних деформацій основи.

**5.4.** Останнім часом важливе місце серед штучних основ зайняли наливні ґрунти, які утворюються з використанням засобів гідромеханізації в заплавах річок, на надзаплавних терасах та в інших низинних місцях. Широко застосовують наливання піщаного ґрунту в Україні (в Києві, Дніпропетровську, Харкові, Полтаві та інших містах).

Освоєння наливних територій дозволяє частково ліквідувати загрозу повеней, використовувати для будівництва непридатні для сільськогосподарства землі, розміщувати житлові масиви біля річок.

Так, за генеральним планом забудови Києва близько 4 млн. м<sup>2</sup> житла

розміщено на заплавах ділянках Дніпра.

Намивання ґрунту на значних площах виконують за розробленими проектами з урахуванням рельєфу. Для намивання в більшості випадків використовують алювіальні піски, іноді з прошарками супіску та суглинку. Слід пам'ятати, що збільшення вмісту пилювато-глинястого ґрунту в складі намиву суттєво погіршують його будівельні властивості. У Києві для намивання ґрунту на ділянках Русанівського та Оболонського масивів використовували пилюватий пісок з кількістю частинок, менших за 0,1 мм, близько 35—39 %. У намитому ґрунті ця кількість зменшилася до 6—11 % (С. А. Слюсаренко та ін., 1990).

Через кілька місяців після завершення намивання в основному стабілізується щільність намитого ґрунту. Вона поступово наростає по глибині, досягаючи  $\rho_d = 1.6-1.7 \text{ т/м}^3$ ,

Випробування властивостей намитого ґрунту, які виконувалися в різних

містах, дали можливість встановити орієнтовні показники деформативності та міцності шару піщаного ґрунту:  $\rho_d = 1.66...1.69 \text{ т/м}^3$ ;

$\varphi = 32...36^\circ$ ;  $C_{II} = 0...1 \text{ кПа}$ ;  $E = 15...50 \text{ МПа}$ . Взагалі, ці фізико-механічні показники в кожному випадку визначають за результатами лабораторних та польових випробувань.

**5.5** Проектом утворення намитих площ передбачаються видалення перед намиванням гумусованого шару ґрунту з великою кількістю органіки, кущів, пеньків, торфу, звалищ тощо. Чорнозем вивозять у відвали і згодом використовують для рекультивації.

Намиту основу розраховують за деформаціями. Якщо в складі намитого ґрунту або під ним є заторфований чи слабкий шар, то це враховують додатково.

Загальну деформацію основи, складеної з намитого та природного ґрунту, визначають з урахуванням осідання підстильних шарів та самоущільнення намитого ґрунту. Якщо загальна деформація основи більша

за гранично допустиму за нормами, передбачають віброущільнення, закріплення ґрунту або його армування. Матеріалом для армування є стійкі до агресивної ґрунтової води склопластикові смуги з перерізом  $2 \times 0,15$  см, стрічки із спеціального геотекстилю, сітки з полівінілхлориду. Такі елементи закладають під час намівання на глибині  $H=d+0.4b$  (де  $d$ — глибина закладення фундаменту,  $b$ — його ширина) впоперек поздовжньої осі фундаменту так, щоб загальна ширина армування була  $2b-4b$ .

Спочатку засобами гідромеханізації намівають ґрунт до рівня майбутнього армування, потім укладають смуги, стрічки або сітки з фіксацією краю елементів місцевим ґрунтом, щоб даліше намівання не змістило армування. Намівання продовжують до рівня підшови майбутнього фундаменту.

Армування піщаних намівних або насипних основ під стрічкові фундаменти дозволяє зменшити осідання в середньому на 25 %, а також знизити тиск на слабкі підстильні шари ґрунтів у середньому на 35 %.

Крім названих засобів влаштування основ та фундаментів, на намівних ґрунтах широко застосовують монолітні залізобетонні фундаменти у вигляді суцільних плит, перехресні фундаменти, безперервні за довжиною балки-стілки.

Влаштовують також фундаменти із залізобетонних забивних, іноді складених, паль, які забивають ще до намівання. Останній спосіб влаштування палевих фундаментів запропоновано в Києві. Його здійснюють, якщо шар наміву не перевищує 3,5 м. Інколи на поверхню підстильного шару кладуть збірну залізобетонну шайбу, яку надягають на палю. Таким чином, на першому етапі занурюють у підстильний шар палі, а на другому — намівають шар ґрунту проектної товщини.

### **Контрольні запитання**

1. *Які ґрунти називаються насипними.*
2. *Назвіть види насипних ґрунтів за способом переміщення.*



3. Назвіть види насипних ґрунтів за видом вихідного матеріалу.

4. Назвіть види насипних ґрунтів за однорідністю складу та щільністю укладання. .

5. Вкажіть тривалість самоущільнення насипних піщаних ґрунтів. .

4. Вкажіть тривалість самоущільнення насипних пілувато-глинистих ґрунтів.

5. Назвіть специфічні особливості насипних ґрунтів при їх роботі в складі основ фундаментів.

8. У чому полягають особливості інженерно-геологічних вишукувань на територіях з насипними ґрунтами.

9. Назвіть кінцеву умову, виконання якої перевіряють при розрахунку основ з насипними ґрунтами методом деформацій.

10. Назвіть складові, з яких формується повне осідання основ з насипними ґрунтами.

11. Назвіть принципи будівництва на насипних ґрунтах.

12. У яких випадках можна використовувати насипні ґрунти без їх підготовки в основах.

13. Назвіть основні методи підготовки насипних ґрунтів для їх використання в основах фундаментів.

14. Коли доцільно влаштовувати пальові фундаменти для прорізки насипних ґрунтів.

15. Коли застосовують конструктивні заходи при будівництві на насипних ґрунтах.

16. Мета і способи намивання ґрунтів.

17. Типи намитих ґрунтів за гранулометричними складами, їх будівельні властивості.

18. Мета і способи армування намивних ґрунтів.

19. Типи і способи влаштування пальових фундаментів на територіях з намивними ґрунтами.

