

Укладачі: Маєвська Ірина Вікторівна, Блащук Наталя Вікторівна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи і контрольні завдання з дисципліни
“Механіка ґрунтів”
для студентів заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 “Будівництво”

Ключові слова: основа, ґрунт, фундамент, стисливість, міцність, напруження, осідання.

**Методичні вказівки
до самостійної роботи і контрольні завдання
з дисципліни
“Механіка ґрунтів”
для студентів заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 «Будівництво»**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки
до самостійної роботи і контрольні завдання
з дисципліни
“Механіка ґрунтів”
для студентів заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 «Будівництво»**

Вінниця
ВНТУ
2014

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 22.11.2012 р.)

Рецензенти:

І. Н. Дудар, доктор технічних наук, професор

О. В. Христич, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до самостійної роботи і контрольні завдання з дисципліни “Механіка ґрунтів” для студентів заочної форми навчання напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» / Уклад. І. В. Маєвська, Н. В. Блащук. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 60 с.

В методичних вказівках наведені рекомендації до самостійної проробки студентами-заочниками матеріалу з курсу “Механіка ґрунтів”. Наводяться контрольні завдання для виконання контрольної роботи, що містить теоретичну і розрахунково-графічну частину. Наведений порядок виконання контрольних завдань з посиланням на необхідні літературні джерела, правила оформлення роботи і приклади розрахунку.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Методичні вказівки з вивчення теоретичних розділів дисципліни “Механіка ґрунтів”.....	5
2 Вказівки з виконання контрольної роботи.....	11
3 Вказівки да аналізу інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.....	13
4 Вказівки з перевірки тиску під подошвою фундаменту.....	43
5 Вказівки з розрахунку осідання фундаменту методом пошарового підсумовування.....	45
6 Приклади розрахунку.....	48
6.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика (підготовка даних для розрахунку).....	48
6.2 Перевірка тиску під подошвою і визначення осідання фундаменту під колону або стіну методом пошарового підсумовування.....	51
6.3 Перевірка тиску під подошвою і визначення осідання плитного фундаменту методом пошарового підсумовування.....	53
ЛІТЕРАТУРА.....	59

В С Т У П

Будь-яке нове будівництво, а також реконструкція існуючої забудови потребує детального вивчення ґрунтів будівельного майданчику, а також прийняття економічного і технологічного рішення з улаштування або підсилення фундаментів.

Будівництво великих і важких споруд, що передають на основу значні навантаження, а також все більш часте використання під забудову територій з несприятливими гідрогеологічними умовами потребує від будівельників знань і навичок в галузі фундаментобудування.

Фундаменти складають значну частку як в загальній вартості будівельно монтажних робіт (від 5–10% до 20%), так і в загальних витратах залізобетону на будівлю або споруду (15–20% для промислових об'єктів), що свідчить про важливість економічного аспекту при їх проектуванні.

Проектування основ і фундаментів будь-якого об'єкта виконується з урахуванням особливостей будівельного майданчика, конструктивного рішення надфундаментної частини будівлі, експлуатаційних вимог до об'єкта. У результаті проектування і улаштування основ і фундаментів є комплексною і складною задачею, для рішення якої фахівець повинен володіти необхідними знаннями з таких дисциплін:

- інженерна геологія – встановлення обсягу і складу інженерно-геологічних вишукувань, аналіз їх результатів з метою оцінювання особливостей будівельного майданчика на момент будівництва і встановлення можливостей змінення геологічних умов під час зведення і експлуатації будівель і споруд;

- механіка ґрунтів – оцінювання умов роботи ґрунтів в ґрунтовому масиві, знання особливостей і умов застосування існуючих розрахункових моделей і рішень для визначення деформівності і міцності основ, вибір методу розрахунку, що найбільш повно відповідає задачі, яка стоїть перед проектувальником;

- основи і фундаменти – вибір найбільш економічно і технічно обґрунтованого типу основ і конструкцій фундаментів і їх розрахунок.

В результаті вивчення курсу студент має знати:

- фізико-механічні властивості ґрунтів будівельних майданчиків;
- інженерно-геологічні процеси і природні геологічні процеси, які впливають на властивості ґрунтів і можуть погіршити умови експлуатації споруд;
- методи визначення фізичних і механічних властивостей ґрунтів;
- методи розрахунку основ за деформаціями і несучою здатністю;

Студент має вміти:

- оцінювати результати інженерно-геологічних вишукувань;
- визначати фізико-механічні характеристики ґрунтів;
- визначати напружений стан ґрунтової основи;
- виконувати розрахунки основ за двома групами граничних станів.

Студенти-заочники самостійно вивчають курс “Механіка ґрунтів” у п’ятому навчальному семестрі (продовження курсу у вигляді дисципліни “Основи та фундаменти” у сьомому семестрі). Програма курсу містить:

- теоретичний матеріал, що вивчається студентами самостійно відповідно до методичних вказівок і лекцій, які читаються під час установчої сесії;
- лабораторні роботи і практичні заняття, що проводяться за період установчої сесії під керівництвом викладача;
- контрольну роботу, що виконується у п’ятому семестрі відповідно до викладених нижче вимог, і заздалегідь надсилається до університету для рецензування;
- курсовий проект, що виконується у 7 семестрі, і також надсилається для рецензування.

Студенти, які виконали на відповідному рівні контрольну роботу і лабораторні роботи, у п’ятому семестрі складають залік з теоретичного матеріалу з дисципліни “Механіка ґрунтів”, а в наступному, 7 семестрі, здають курсовий проект і іспит з курсу “Основи та фундаменти”, який включає і питання механіки ґрунтів та інженерної геології, що вивчались у 5 семестрі.

І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ РОЗДІЛІВ ДИСЦИПЛІНИ “МЕХАНІКА ҐРУНТІВ”

Для самостійного вивчення теоретичного матеріалу за літературними джерелами нижче наведена програма курсу, короткі методичні вказівки і контрольні питання для самопідготовки, які є одночасно питаннями для заліку з дисципліни у 5 семестрі.

Тема І. Класифікація ґрунтів, їх фізико-механічні характеристики. Інженерно-геологічні вишукування.

Гірські породи як ґрунти. Природа ґрунтів, їх склад. Відмінності між сипучими і зв’язними ґрунтами.

Фізичні характеристики ґрунтів, методи їх визначення. Будівельна класифікація ґрунтів. Особливо виділені типи ґрунтів: леси, мули, торфи і заторфовані ґрунти, їх властивості. Інженерно-геологічні вишукування, їх організація, склад і обсяг. Польові методи визначення механічних властивостей ґрунтів.

Перша тема включає питання окремого розділу “Інженерної геології”, який носить назву “ґрунтознавство”. Вона вивчає природний стан ґрунтів, властивості, притаманні їм в природі. Основні поняття ґрунтознавства закладають основу для подальшого вивчення курсу. Знання назв ґрунтів, кількісних показників їх властивостей є обов’язковим при проектуванні і будівництві фундаментів.

Література: [1 – 5, 7, 8 –10].

Контрольні запитання

1. Склад ґрунтів. Сипучі і зв'язні ґрунти, відмінності між ними. Природа зв'язності ґрунтів.
2. Види води у ґрунтах (хімічно і фізично зв'язана вода, вільна вода, капілярна вода). Класифікація вільної води за розташуванням у масиві ґрунту (види підземних вод).
3. Показники щільності ґрунтів (питома вага, питома вага частинок ґрунту, питома вага сухого ґрунту). Способи їх визначення, межі змінюваності.
4. Показники вологості ґрунтів (природна вологість, ступінь вологості). Класифікація піщаних і великоуламкових ґрунтів за ступенем вологості.
5. Показники пористості ґрунтів (пористість, коефіцієнт пористості). Класифікація піщаних ґрунтів за щільністю складення (за коефіцієнтом пористості).
6. Показники пластичності ґрунтів (межі пластичності, число пластичності, показник текучості). Методи їх визначення. Класифікація глинистих ґрунтів за числом пластичності (ступенем глинистості) і показником текучості.
7. Класифікація твердих частинок ґрунту. Розділення ґрунтів за гранулометричним складом і вмістом глинистих частинок.
8. Будівельна класифікація ґрунтів.
9. Особливо виділені типи ґрунтів: леси, мули, торфи і заторфовані ґрунти, їх властивості.
10. Склад і обсяг інженерно-геологічних вишукувань.
11. Види гірських виробок. Глибина і частота проходження гірських виробок.
12. Вплив різних факторів на обсяг і зміст інженерно-геологічних вишукувань (особливості ґрунтових умов, тип фундаментів, ступінь відповідальності споруд, конструктивні особливості споруд).
13. Визначення модуля деформації ґрунтів в польових умовах (випробування штампом, пресіометром, статичне і динамічне зондування).
14. Визначення характеристик міцності ґрунтів в польових умовах (випробування на зріз в спеціальних обоймах, метод обертального зрізу (крильчатка), статичне і динамічне зондування).

Тема 2. Природні геологічні процеси.

Властивості гірських порід (ґрунтів) змінюються протягом часу під впливом енергії Землі або Сонця (природні геологічні процеси) або можуть відбуватись при участі людини (інженерно-геологічні процеси).

Екзогенні природні геологічні процеси (відбуваються під впливом енергії Сонця). Вивітрювання і геологічна діяльність вітру. Геологічна діяльність текучих вод. Геологічна діяльність морів, озер і боліт.

Геологічна робота льодовиків. Природні екзогенні геологічні процеси необхідно розглядати за схемою: руйнування-перенесення-відклади. Особливу увагу слід приділити будівельним властивостям відкладів різного походження (наприклад: еолові піски значно відрізняються за властивостями від алювіальних).

Література: [1, 4, 5].

Контрольні запитання

1. Поняття про природні геологічні процеси. Їх особливості.
2. Вивітрювання, його види, будівельні властивості елювію.
3. Геологічна діяльність вітру. Еолові відклади.
4. Геологічна діяльність текучих (делювіальних) вод. Боротьба з ерозією. Властивості делювію, пролювію.
5. Геологічна діяльність рік і струмків (алувіальних вод). Типи річкових долин, види алувію.
6. Геологічна діяльність морів, озер і боліт. Морська абразія, захист берегів, види морських відкладів. Відклади озер і боліт, їх властивості.
7. Геологічна робота льодовиків. Льодовикові (моренні) і водно-льодовикові (флювіогляціальні) відклади.

Тема 3. Інженерно-геологічні процеси.

Особливості інженерно-геологічних процесів. Просадкові явища в лесових ґрунтах. Усадка і набухання глинистих ґрунтів. Суфозія і карст. Зсувні явища.

Інженерно-геологічні процеси відбуваються в породах певного складу і походження на відміну від природних, що відбуваються в будь-яких породах. Тривалість прояву цих процесів можна порівняти з тривалістю служби споруд.

Характерною особливістю інженерно-геологічних процесів є їхній найтісніший зв'язок з інженерною діяльністю людини, але деякі з них можуть протікати і без цього зв'язку.

Інженерно-геологічні процеси бувають причиною деформацій будівель і споруд, а іноді і повного їх руйнування. Але, на відміну від такого геологічного явища, як землетрус, вони можуть бути відвернуті людиною.

Література: [1, 4, 5].

Контрольні запитання

1. Інженерно-геологічні процеси, їх особливості і основні види.
2. Ущільнення порід при збільшенні тиску.
3. Просадкові явища в лесових ґрунтах. Склад і ознаки просадкових ґрунтів, причини просадковості.
4. Показники просадковості, способи їх визначення, призначення.

5. Види замочування ґрунтів.
6. Усадка і набухання глинистих ґрунтів, показники набухання і усадки.
7. Суфозія і карст. Заходи щодо боротьби з суфозією.
8. Зсувні явища, їх причини. Можливі форми втрати стійкості укосів і схилів.
9. Морозне здимання, зрушення гірських порід.

Тема 4. Основні закономірності механіки ґрунтів.

Основні закономірності механіки ґрунтів і показники механічних властивостей ґрунтів. Закон ущільнення, закон лінійної деформівності, їх використання в розв'язанні задач механіки ґрунтів.

Ця тема є основою всього подальшого курсу, тому необхідно добре засвоїти матеріал, що вивчається, звернувши увагу на специфіку властивостей ґрунтів як дисперсних тіл у порівнянні з твердими конструкційними матеріалами. Обов'язковим є знання механічних характеристик ґрунтів (характеристик міцності і деформівності), їх фізичної суті і області використання.

Література: [1 – 4, 7].

Контрольні запитання

1. Основні закономірності механіки ґрунтів.
2. Стисливість ґрунтів, способи випробувань на стисливість, методика компресійних випробувань.
3. Компресійна крива, її види. Закон ущільнення.
4. Назвіть характеристики стисливості ґрунтів, їх геометричний і фізичний смисл, призначення.
5. Чим обумовлена водопроникність ґрунтів? Закон фільтрації для сипучих і зв'язних ґрунтів. Коефіцієнт фільтрації.
6. Як відбувається руйнування ґрунтів? Які фактори визначають опір зсуву піщаних і глинистих ґрунтів?
7. Опишіть методику випробувань ґрунтів на зсув у різних приладах.
8. Закон Кулона для піщаних і глинистих ґрунтів. Характеристики міцності ґрунтів.
9. Випробування ґрунтів на зсув при трьохосьовому стисненні, обробка результатів випробувань за теорією міцності Мора.
10. Умови граничної рівноваги для сипучих і зв'язних ґрунтів.
11. Структурно-фазова деформівність ґрунтів. У чому полягає принцип лінійної деформівності і як він використовується в механіці ґрунтів.
12. Що таке модуль деформації ґрунтів? Як він визначається за результатами компресійних і штапових випробувань?
13. Поняття модуля пружності ґрунтів (модуль деформації при

вторинному навантаженні). Різниця між модулем деформації ґрунтів і модулем пружності.

14. Нормативні і розрахункові значення характеристик ґрунтів.

Тема 5. Розподіл напруг у ґрунтах.

Напруги у ґрунтах від дії зосередженої сили, прикладеної до поверхні лінійно-деформівного півпростору. Розподіл напруг у випадку плоскої задачі. Дія рівномірно розподіленого навантаження. Метод кутових точок. Контактна задача (розподіл напруг по підшві фундаментів). Розподіл напруг від власної ваги ґрунту.

При вивченні даної теми слід звернути увагу на закономірності розподілу напруг по глибині і в радіальному напрямку від зосередженої сили на поверхні і виконати їх аналіз. Не менш важливі лінії рівних вертикальних і горизонтальних нормальних напруг, а також дотичних напруг, одержаних на основі розв'язання плоскої задачі. При вивченні контактної задачі звернути увагу на різницю епюри контактних напруг для жорсткого і гнучкого фундаментів. При вивченні епюри напруг від власної ваги ґрунту уявити вплив на її форму зміни шарів ґрунту, рівня підземних вод і розташування водоупорного шару.

Література: [1 – 4, 7].

Контрольні запитання

1. Основні спрощення і передумови, які вводяться при визначенні напруг в ґрунтовому масиві. Які обмеження вводяться на навантаження при визначенні напруг у ґрунтах.
2. Задача Бусінеска (напруги в ґрунті від зосередженої сили). Розподіл вертикальних нормальних напруг від зосередженої сили по глибині і в плані.
3. Визначення напруг в ґрунті від суми зосереджених сил, від дії будь-якого розподіленого навантаження.
4. Визначення нормальних вертикальних напруг під центром і під кутом прямокутної рівномірно завантаженої площі. Метод кутових точок, для чого він використовується?
5. Наведіть залежності для визначення напруг у випадку плоскої задачі. Виконайте їх короткий аналіз. Що таке головні напруги?
6. Лінії рівних напруг в ґрунті для плоскої задачі, їх аналіз з точки зору їх впливу на роботу фундаменту і його основи.
7. Як розподіляються контактні напруги (контактний тиск) по підшві жорстких і гнучких фундаментів. Які ще фактори впливають на форму епюри контактних напруг?
8. Як розподіляються напруги від власної ваги ґрунту з урахуванням різних факторів?
9. Вплив розмірів підшви і неоднорідності ґрунтів на розподіл напруг від зовнішнього навантаження.

Тема 6. Деформації ґрунтів і прогноз осідань фундаментів.

Види деформацій ґрунтів і причини, що їх обумовлюють. Методи визначення пружних деформацій ґрунтів. Осідання шару ґрунту при суцільному навантаженні. Визначення осідань фундаментів за методом пошарового підсумовування. Причини нерівномірних деформацій будівель і споруд.

Ця тема включає питання розрахунку основ за другою групою граничних станів (за деформаціями). Методи розрахунку осідань фундаментів з урахуванням гранично допустимих переміщень були вперше розроблені і впроваджені у практику радянськими вченими. Застосування цього підходу дозволяє одержати економічні і надійні проектні рішення фундаментів. В зв'язку з цим для інженера важливо знати методи розрахунку осідань фундаментів, область їх раціонального застосування.

Література: [1 – 4, 6 – 8].

Контрольні запитання

1. Опишіть види деформацій ґрунтів і параметри, якими характеризуються деформації згідно з діючими нормами.
2. Фактори, що впливають на величину осідань основи: величина навантаження; вид ґрунту основи; глибина закладення фундаменту; умови завантаження; розмір завантаженої площі. Опишіть характер впливу.
3. Методи визначення пружних деформацій основи (метод загальних і метод місцевих пружних деформацій).
4. Осідання шару ґрунту при суцільному навантаженні.
5. Розрахункові моделі при визначенні осідань основи. Область їх застосування.
6. Методика визначення осідань методом пошарового підсумовування. Поняття додаткового тиску і товщі, яка стискається.
7. Особливості розрахунку осідань плитних фундаментів, необхідність збільшення або зменшення глибини стисливої товщі H_c .
8. Передумови і обмеження методу пошарового підсумовування.
9. Причини нерівномірних деформацій будівель і споруд.

Тема 7. Теорія граничного напруженого стану ґрунтів і область її застосування.

Особливості роботи ґрунтів основи за даними їх випробувань штампами. Графік залежності осадки штампів від навантаження. Фази напруженого стану ґрунтів при безперервному зростанні навантаження. Лінії ковзання. Умови граничної рівноваги в точці і в усьому масиві ґрунту. Критичні навантаження на ґрунт. Початкове критичне навантаження на ґрунт, його зв'язок з розрахунковим опором ґрунту

основи за нормами. Граничне критичне навантаження на ґрунт, його визначення за ДБН В.2.1-10-2009 [6].

Як відомо, розрахунок більшості будівельних конструкцій, в тому числі фундаментів і основ, виконується за двома групами граничних станів. В зв'язку з цим для майбутньої професійної діяльності інженера-будівельника важливо знати і розуміти теоретичні основи розрахунку основ за першою групою граничних станів, за несучою спроможністю і стійкістю, а саме: процеси, що відбуваються у ґрунтах при зростанні навантаження до значення граничного критичного, основи теорії граничної рівноваги ґрунтів і її застосування до питань несучої спроможності основ, стійкості укосів і тиску ґрунтів на огороження.

Література: [1 – 4, 7, 8].

Контрольні запитання

1. Опишіть процес зростання навантаження на фундамент за допомогою графіка “навантаження – осідання”. Взаємозв'язок графіка з початковим критичним і граничним критичним навантаженнями, розрахунковим опором ґрунту основи.
2. Лінії ковзання. Вивчення процесу руйнування ґрунту за допомогою метода фотофіксації. Можлива форма ліній ковзання.
3. Умови граничної рівноваги ґрунту в точці, кут між головними нормальними напруженнями і площадками ковзання.
4. Початкове критичне навантаження на ґрунт. Формула Пузиревського, її передумови.
5. Наведіть формулу для визначення розрахункового опору ґрунту основи. Які фактори впливають на його величину, зв'язок розрахункового опору і початкового критичного тиску на ґрунт.
6. Граничне критичне навантаження на ґрунт, визначення його інтегральними (наближеними) і диференціальними (строгими) методами.
7. Визначення граничного опору ґрунту за ДБН В.2.1-10-2009 [6].

2 ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Студент-заочник має самостійно вивчити теоретичний матеріал відповідно до цих методичних вказівок в обсязі, що передбачений програмою, і виконати своєчасно контрольну роботу.

До екзаменаційної сесії допускаються студенти, які успішно і своєчасно (з урахуванням можливого доопрацювання) виконали контрольну роботу, що складається з письмового і розрахунково-графічного завдань.

Кожен варіант письмового завдання складається з відповідей на 9 запитань (по одному – два з кожної теми). Номери тем і запитань до них наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Запитання до контрольної роботи

Варіант	Теми						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1, 8	1	3	3, 10	3	4	7
2	2, 9	2	4	4, 11	4	5	6
3	3, 10	3	5	5, 12	5	6	5
4	4, 11	4	6	6, 13	6	7	4
5	5, 12	5	7	7, 14	7	8	3
6	6, 13	6	8	1, 14	8	9	2
7	7, 14	7	9	2, 13	9	1	1
8	1, 14	2	1	2, 9	2	2	7
9	2, 13	3	2	3, 12	1	3	6
10	3, 12	4	4	4, 10	9	4	5
11	4, 10	5	5	5, 11	8	5	4
12	5, 11	6	6	6, 9	7	6	3
13	6, 9	7	7	7, 8	6	9	2
14	7, 8	3	8	1, 9	5	8	1
15	1, 9	4	9	4, 12	2	3	7
16	2, 10	1	1	5, 13	1	7	6
17	3, 11	5	2	6, 14	9	5	5
18	4, 12	6	3	7, 2	8	6	4
19	5, 13	7	5	1, 10	7	7	3
20	6, 14	1	1	2, 11	6	8	2
21	7, 2	2	7	3, 13	5	1	1
22	1, 10	4	3	5, 8	4	9	6
23	2, 11	5	9	6, 12	3	1	6
24	3, 13	7	1	7, 9	2	4	5
25	4, 14	6	6	1, 11	1	2	6
26	5, 8	1	3	2, 12	9	3	3
27	6, 12	2	4	3, 14	8	1	2
28	7, 9	3	8	4, 13	7	2	1
29	1, 11	5	2	5, 9	6	3	7
30	2, 12	6	8	6, 8	5	5	6
31	3, 14	7	9	7, 10	4	2	4
32	4, 13	1	1	1, 12	3	3	4
33	5, 9	2	2	2, 14	2	5	3
34	6, 8	3	7	3, 8	1	4	2
35	7, 10	4	4	4, 9	9	6	1
36	1, 12	6	5	5, 10	8	7	7
37	2, 14	7	7	6, 11	7	3	6
38	3, 8	1	8	7, 13	6	4	5
39	4, 9	2	9	1, 13	5	9	4
40	5, 10	3	1	2, 8	4	8	3
41	6, 11	4	3	3, 9	3	5	2
42	7, 13	5	3	1, 8	2	6	1
43	1, 13	1	4	2, 10	1	9	7
44	2, 8	2	5	3, 11	2	8	5
45	3, 9	3	1	4, 14	3	6	4

Письмові відповіді на запитання необхідно приводити в короткій формі, найбільш близькій до суті питання. При цьому необхідно проявити самостійне оцінювання матеріалу, що вивчається, його практичну цінність в інженерній діяльності.

Розрахунково-графічна частина завдання за кожним варіантом складається з трьох завдань:

- аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика (вихідні дані за табл. 2, 3);
- перевірка тиску під подошвою і визначення осідання фундаменту під колону або стіну методом пошарового підсумовування (вихідні дані за табл. 2);
- перевірка тиску під подошвою і визначення осідання плитного фундаменту методом пошарового підсумовування (вихідні дані за табл. 5).

Вказівки щодо виконання розрахунково-графічної частини подані у розділах 3 – 5, а в розділі 6 наведені приклади розрахунків.

3 ВКАЗІВКИ ДО АНАЛІЗУ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Вихідними даними для аналізу інженерно-геологічних (грунтових) умов будівельного майданчика є відомості про склад ґрунтової товщі з частковим визначенням фізико-механічних характеристик. Номер варіанта ґрунтових умов визначається за таблицею 2 відповідно до номера варіанта контрольної роботи. Склад ґрунтової товщі за номером варіанта ґрунтових умов визначається за таблицею 3.

Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика вміщує побудову геологічного розрізу та якісну характеристику ґрунтової товщі, вказівку про наявність ґрунтових вод і можливу зміну їх рівня, попередню оцінку придатності тих чи інших шарів ґрунту як природних основ.

У таблиці 3 надані для кожного шару ґрунтової товщі такі відомості:

- найменування ґрунту, візуально визначене геологом;
- потужність шару;
- фізичні характеристики кожного шару ґрунту, що визначаються дослідним шляхом;
- для одного або двох шарів товщі характеристики міцності (c і φ) та результати випробування штампом з метою визначення модуля деформації E ;
- відмітка рівня ґрунтових вод від поверхні ґрунту.

За даними інженерно-геологічних вишукувань визначають типи ґрунтів та їх якісні характеристики відповідно до [6, 8, 10].

Визначають кількісні характеристики ґрунтів та їх класифікаційні ознаки згідно з [6, 8, 10].

Таблиця 2 - Вихідні дані для перевірки тиску під подошвою і розрахунку осідання фундаменту під колону або стіну методом пошарового підсумовування

Варіант	Розрахункове навантаження		Розміри подошви фундаменту, м	Глибина закладання фундаменту і підвалу (d/d_b), м	Відмітка планування	Розміри котлована, м	Варіант ґрунтових умов	ТИП СПОРУДИ
	експлуатаційне, кН	граничне, кН						
1	1000	1200	2,1×2,4	<u>2,1</u> -	0,00	4,0×60,0	1	Виробнича з повним каркасом (ЗБ)
2	770	930	1,8×2,1	<u>2,4</u> 0,6	-2,20	15,0×42,0	2	Цивільна з повним каркасом (ЗБ)
3	1150	1400	2,1×2,7	<u>2,1</u> -	0,00	5,0×74,0	3	Виробнича з повним каркасом (МК)
4	620	750	1,5×1,8	<u>1,8</u> -	-0,50	21,0×68,0	17	Цивільна з повним каркасом (МК)
5	690	830	b =3,2	<u>2,0</u> 1,3	-1,60	18,0×18,0	18	Багатоповерхова безкаркасна (цегл.)
6	750	910	1,5×2,4	<u>2,2</u> 1,0	-2,00	5,0×150,0	19	Виробнича з повним каркасом (ЗБ)
7	970	1170	1,8×2,7	<u>1,9</u> -	0,00	15,0×36,0	20	Цивільна з повним каркасом (ЗБ)
8	1030	1230,0	1,8×3,0	<u>2,1</u> -	0,00	4,0×185,0	21	Виробнича з повним каркасом (МК)
9	880	1060	2,1×2,1	<u>1,8</u> -	0,00	15,0×15,0	22	Цивільна з повним каркасом (МК)
10	1080	1300	2,1×2,7	<u>1,9</u> -	0,00	5,0×74,0	23	Виробнича з повним каркасом (ЗБ)
11	1200	1440	2,1×3,0	2,0/-	-0,70	$V_k=24,0$	24	---
12	1320	1580	2,1×3,3	2,1/-	0,00	6,0×86,0	25	---
13	1230	1480	2,4×2,7	1,7/-	-0,40	5,0×62,0	4	---
14	1370	1640	2,4×3,0	1,8/-	-0,30	5,0×122,0	5	---
15	1500	1800	2,4×3,3	<u>1,9</u> -	0,00	20,0×100	6	Виробнича з повним каркасом (ЗБ)
16	1780	2140	2,4×3,6	<u>2,0</u> 0,8	-1,20	13,0×54,0	7	Цивільна з повним каркасом (ЗБ)

Продовження таблиці 2

№ вар.	Розрахункове навантаження		Розміри підосви фундамента, м	Глибина закладання фундамента і підвалу (d/d _б), м	Відмітка планування	Розміри котлована, м	Варіант ґрунтових умов	ТИП СПОРУДИ
	Експлуатаційне, кН	граничне, кН						
17	1960	2460	2,4×3,9	2,1/0,7	-2,00	14,0×34,0	8	Цивільна з повним каркасом (ЗБ)
18	1380	1660	2,7×2,7	2,2/1,0	-1,70	18,0×90,0	9	“-
19	1540	1850	2,7×3,0	1,8/-	-0,50	20,0×28,0	10	“-
20	1690	2030	2,7×3,3	1,9/-	-0,60	15,0×48,0	11	“-
21	1850	2220	2,7×3,6	2,0/0,6	-1,30	21,0×44,0	12	“-
22	2000	2400	2,7×3,9	<u>2,2</u> -	0,00	6,0×96,0	13	Виробн. з повним каркасом (МК)
23	2150	2580	2,7×4,2	2,3/1,5	-1,30	7,0×98,0	14	“-
24	1710	2050	3,0×3,0	1,7/-	0,00	24,0×77,0	15	“-
25	1880	2260	3,0×3,3	1,8/-	0,00	5,0×62,0	16	“-
26	2050	2460	3,0×3,6	1,9/0,7	-2,00	35,0×112	45	“-
27	2220	2670	3,0×3,9	2,0/-	0,00	6,0×146	44	“-
28	2390	2870	3,0×4,2	1,9/0,7	-1,90	20,0×36,0	42	Цивільна з повним каркасом (МК)
29	2560	3080	3,0×4,5	2,0/0,8	-2,00	20,0×20,0	41	“-
30	2060	2480	3,3×3,3	2,8/-	0,00	22,0×40,0	40	“-
31	2260	2710	3,3×3,6	1,9/-	0,00	17,0×31,0	39	“-
32	2440	2920	3,3×3,9	<u>2,0</u> 0,8	-1,10	40,0×164	38	Виробн. з повним каркасом (ЗБ)
33	2630	3160	3,3×4,2	2,1/0,7	-1,50	7,0×74,0	37	“-
34	2820	3380	3,3×4,5	<u>2,2</u> 0,7	-1,70	7,0×110	36	Виробн. з повним каркасом (ЗБ)
35	3000	3600	3,3×4,8	2,3/1,0	-1,70	26,0×146	43	“-
36	620	715	b = 2,0	<u>3,0</u> 2,3	-0,40	14,0×70,0	26	Багатоповерхова безкаркасна (цегл. з армув.)
37	510	590	b = 1,6	<u>3,2</u> 2,4	-0,50	15,0×42,0	27	Багатоповерхова безкаркасна (цегл. з армув.)
38	840	966	b = 2,4	2,5/1,9	-0,60	17,0×55,0	28	“-
39	760	870	b = 2,8	<u>2,7</u> 2,0	-0,80	18,0×43,0	29	Багатоповерхова безкаркасна (великі блоки)
40	790	908	b = 3,2	<u>3,0</u> 2,2	-1,00	20,0×36,0	30	Багатоповерхова безкаркасна (великі блоки)

Продовження таблиці 2

№ вар.	Розрахункове навантаження		Розміри підосви фундамента, м	Глибина закладання фундамента і підвалу (d/d _b), м	Відмітка планування	Розміри котлована, м	Варіант ґрунтових умов	ТИП СПОРУДИ
	Експлуатаційне, кН	граничне, кН						
41	430	490	b =1,4	2,6/2,0	-1,00	19,0×46,0	31	“-”
42	350	400	b =1,2	2,5/1,9	-1,10	14,0×44,0	32	“-”
43	570	655	b =2,0	<u>1,8</u> -	-0,50	12,0×39,0	33	Багатоповерхова безкаркасна (цегла)
44	660	759	b =2,4	2,4/1,8	-0,60	15,0×48,0	34	“-”
45	480	550	b =1,0	2,9/2,1	-0,90	16,0×80,0	35	“-”

ПРИМІТКА. У останньому стовпці таблиці прийняті такі скорочення:
“ЗБ” – залізобетонний, “МК” – металевий.

Для кожного з шарів ґрунту необхідно визначити фізичні характеристики, що визначаються за формулами на підставі дослідних (формули (1) – 4)) і за результатами – класифікаційні ознаки ґрунтів.

Глинисті ґрунти в залежності від числа пластичності I_p , яке являє собою різницю вагових вологостей на межі текучості, W_L , та межі пластичності, W_p

$$I_p = W_L - W_p, \quad (1)$$

поділяють на глини ($I_p > 0,17$), суглинки ($0,07 < I_p \leq 0,17$) та супіски ($0,01 \leq I_p \leq 0,07$).

В залежності від показника текучості, який являє собою відношення різниці вологостей в природних умовах W і на межі пластичності до числа пластичності

$$I_L = (W - W_p) / I_p \quad (2)$$

глинисті ґрунти відповідно до [6, 8, 10] одержують додаткову якісну характеристику стану за консистенцією.

Для кожного типу ґрунту (як глинистих, так і піщаних) визначають коефіцієнт пористості в природному стані

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + w) - 1, \quad (3)$$

де γ_s , γ – питома вага відповідно частинок ґрунту та ґрунту у природному стані, кН/м^3 ;

W - природна вологість в частках одиниці.

Визначають ступінь вологості

$$s_r = \frac{w\gamma_s}{e\gamma_w}, \quad (4)$$

де γ_w – питома вага води ($\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$).

Таблиця 3 - Інженерно-геологічні умови будівельних майданчиків

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
1	Рослинний шар	0,4-0,6	16,0	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок перевідклад.	4,8-4,2	17,5	26,9	0,20	0,29	0,16	-	-	0,37	-	-
	Пісок пилюватий	3,6-4,0	16,0	26,5	0,17	-	-	26 ⁰	1	0,30	100	0,0063
											200	0,0126
											300	0,0190
											400	0,0270
	Пісок серед. крупн.	14,6-13,8	19,4	26,2	0,20	-	-	-	-	0,29	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 9,0 м											
2	Рослинний шар	0,9-1,1	15,8	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок червонобурий	5,6-6,4	17,8	26,6	0,17	0,22	0,14	-	-	0,37	-	-
	Супісок пилюватий	2,8-3,0	16,7	26,4	0,16	0,16	0,10	20 ⁰	3	0,35	100	0,007
											200	0,014
											300	0,021
											400	0,032
	Пісок крупнозернистий	Необмеж.	18,8	26,5	0,17	-	-	-	-	0,20	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 4 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
3	Насипний шар (суглинистий)	3,8-3,5	15,4	26,0	0,13	0,20	0,12	19 ⁰	4	0,40	100	0,0075
											200	0,015
											300	0,0225
											400	0,03
	Суглинок	7,0-8,0	19,0	26,8	0,22	0,28	0,15	-	-	0,37	-	-
	Глина, що підстиляється скелею	10,2-9,6	19,0	27,2	0,24	0,46	0,16	-	-	0,47	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 7 м											
4	Рослинний шар	0,8-0,6	15,0	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібнозернистий	5,5-5,9	19,2	26,5	0,20	-	-	-	-	0,29	-	-
	Мулистий ґрунт	2,5-2,0	16,2	27,0	0,20	0,24	0,14	17 ⁰	4	0,42	100	0,0066
											200	0,0132
											300	0,0193
											400	0,0310
	Глина третинна	10,3-9,7	20,0	27,6	0,25	0,46	0,16	-	-	0,41	-	-
Рівень ґрунтових вод – 4 м												

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
5	Рослинний шар	0,8-1,0	16,4	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок пилюватий	4,6-5,0	18,0	26,8	0,17	0,20	0,15	-	-	0,30	-	-
	Суглинок легкий	2,5-3,0	17,5	26,6	0,17	0,21	0,12	18 ⁰	5	0,42	100	0,0052
											200	0,0104
											300	0,0156
											400	0,0280
	Пісок середньозернистий	5,5-4,9	20,0	26,5	0,18	-	-	-	-	0,27	-	-
	Глина четвертинна	Необмеж.	18,5	27,4	0,27	0,42	0,17	-	-	0,47	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2,5 м											
6	Рослинний шар	0,6-1,0	16	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок легкий	5,5-6,0	16,5	26,5	0,16	0,23	0,13	19 ⁰	5	0,40	100	0,0058
											200	0,0116
											300	0,0174
											400	0,0290
	Супісок	4,5-3,8	19,2	26,6	0,15	0,18	0,12	-	-	0,31	-	-
	Пісок середн. крупн	9,8-10,2	20,2	26,5	0,17	-	-	-	-	0,26	-	-
Рівень ґрунтових вод – 4,5 м												

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
7	Рослинний шар	0,8-1,0	16,0	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібнозернистий	5,8-5,5	19,0	26,5	0,18	-	-	-	-	0,28	-	-
	Супісок пилюватий	3,2-3,5	17,2	26,7	0,19	0,22	0,15	20 ⁰	4	0,36	100	0,0069
											200	0,0138
											300	0,0207
											400	0,03
	Глина третинна	Необмеж.	20,0	27,4	0,24	0,46	0,16	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 1,75 м											
8	Насипний ґрунт	0,5-0,8	16,2	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібнозернистий	4,1-3,8	17,3	26,5	0,16	-	-	28 ⁰	1	0,29	100	0,0036
											200	0,0072
											300	0,0108
											400	0,0210
	Глина третинна	Необмеж.	20,4	27,8	0,23	0,38	0,15	-	-	0,42	-	-
		Рівень ґрунтових вод – 4 м										

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
9	Нисипний ґрунт	2,0-1,4	15,5	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	4,8-4,2	19,0	26,6	0,19	0,22	0,15	-	-	0,30	-	-
	Пісок пилюватий	3,6-4,0	17,2	26,5	0,14	-	-	26 ⁰	2	0,26	100	0,0042
											200	0,0084
											300	0,0126
											400	0,0195
	Суглинок червонобурий	Необмеж.	20,4	27,6	0,22	0,38	0,15	-	-	0,40	-	-
Рівень ґрунтових вод – 6,9 м												
10	Мулистий ґрунт	2,0-1,5	18,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок пилюватий	5,5-5,9	17,5	26,5	0,18	-	-	25 ⁰	3	0,28	100	0,0058
											200	0,0116
											300	0,0174
											400	0,0250
	Суглинок бурий перевідкладений	4,8-4,1	19,2	26,7	0,19	0,34	0,16	-	-	0,41	-	-
	Пісок середн. крупн	6,2-6,8	20,1	26,5	0,18	-	-	-	-	0,27	-	-
Рівень ґрунтових вод – 5,3 м												

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штапом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
11	Мулистий ґрунт	1,6-2,0	15,6	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Глина пластична	4,0-3,5	17,2	27,4	0,32	0,48	0,18	15 ⁰	8	0,42	100	0,0058
											200	0,0116
											300	0,0174
											400	0,0290
	Пісок дрібнозернистий	6,8-7,2	19,8	25,5	0,18	-	-	-	-	0,25	-	-
	Глина	4,8-5,4	20,4	27,8	0,24	0,44	0,17	-	-	0,41	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 1,8 м											
12	Насипний ґрунт	2,0-2,2	15,4	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	3,5-4,1	19,0	26,6	0,20	0,22	0,15	-	-	0,30	-	-
	Пісок пилюватий	3,0-3,5	6,2	26,5	0,19	-	-	27 ⁰	3	0,28	100	0,0039
											200	0,0078
											300	0,0117
											400	0,0270
	Глина	Необмеж.	19,2	26,7	0,22	0,34	0,16	-	-	0,40	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2,7 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
13	Мулистий ґрунт	1,8-2,0	16,2	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок важкий	3,4-4,0	18,4	27,1	0,20	0,32	0,16	-	-	0,38	-	-
	Супісок пілуватий легкий	3,2-2,8	17,3	26,6	0,20	0,21	0,15	18 ⁰	6	0,30	100	0,0041
											200	0,0082
											300	0,0123
											400	0,0180
	Пісок крупний	Необмеж.	19,8	26,5	0,20	-	-	-	-	-	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 8 м											
14	Рослинний шар	0,9-0,6	16,2	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок середньозернистий	4,5-3,9	17,8	26,5	0,11	-	-	-	-	0,28	-	-
	Пісок пілуватий	6,7-7,2	16,8	26,4	0,18	-	-	26 ⁰	3	0,29	100	0,004
											200	0,008
											300	0,012
											400	0,020
	Глина четвертинна	12,0-14,0	19,7	27,4	0,25	0,44	0,20	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 7 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	$\gamma_{с}$, кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
15	Насипний ґрунт	1,8-2,0	16,0	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок	6,4-7,4	15,0	26,7	0,19	0,30	0,16	17 ⁰	7	0,38	100	0,009
											200	0,018
											300	0,027
											400	0,038
	Пісок дрібний	4,8-5,4	18,1	26,5	0,16	-	-	-	-	0,26	-	-
	Пісок середньої крупності	Необмеж.	19,8	26,5	0,20	-	-	-	-	0,27	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 10 м											
16	Мулистий ґрунт	1,4-1,6	14,5	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок бурий	5,5-4,2	17,6	26,6	0,18	0,28	0,15	-	-	0,38	-	-
	Пісок дрібний	3,2-4,4	16,5	26,5	0,15	-	-	26 ⁰	2	0,28	100	0,0045
											200	0,0090
											300	0,0135
											400	0,0200
	Глина третинна	Необмеж.	20,1	27,2	0,20	0,46	0,17	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 7 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
17	Рослинний шар	0,5-0,9	16,2	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок	8,6-9,6	16,8	26,7	0,18	0,28	0,17	-	-	0,36	-	-
	Пісок пилуватий	2,2-1,8	17,0	26,5	0,15	-	-	25 ⁰	3	0,26	100	0,0042
											200	0,0084
											300	0,0120
											400	0,0180
	Пісок середньої крупності	Необмеж.	19,8	26,5	0,20	-	-	-	-	0,30	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 9,5 м											
18	Рослинний шар	0,5-0,8	15,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	6,0-7,0	17,7	26,6	0,14	0,18	0,12	-	-	0,30	-	-
	Глина четвертинна, що підстиляється скелею	3,2-4,8	17,0	27,6	0,32	0,48	0,17	16 ⁰	9	0,43	100	0,0085
											200	0,0170
											300	0,0255
											400	0,0360
	Рівень ґрунтових вод – 7 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
19	Чорнозем	0,7-0,8	16,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок легкий	4,0-5,6	16,5	26,7	0,15	0,26	0,12	20 ⁰	5	0,35	100	0,0062
											200	0,0124
											300	0,0186
											400	0,0280
	Пісок середньої крупності	6,8-7,4	19,6	26,5	0,18	-	-	-	-	0,28	-	-
	Глина четвертинна	16,2-15,8	19,6	27,2	0,22	0,42	0,17	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 5 м											
20	Мулистий ґрунт	1,4-1,1	16,0	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	4,8-5,4	17,4	26,7	0,15	0,20	0,14	-	-	0,31	-	-
	Пісок пилуватий	6,0-7,0	18,1	26,5	0,21	-	-	24 ⁰	4	0,26	100	0,0045
											200	0,0090
											300	0,0135
											400	0,0220
	Пісок середньої крупності	15,0-14,0	19,2	26,5	0,18	-	-	-	-	0,25	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 6,5 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штапом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
21	Чорнозем	0,8-0,7	16,0	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок бурий	6,0-7,0	19,0	27,0	0,20	0,25	0,15	-	-	0,32	-	-
	Супісок пілуватий	4,8-5,4	16,0	26,7	0,19	0,21	0,14	19 ⁰	5	0,37	100	0,0060
											200	0,0120
											300	0,0180
											400	0,0290
	Пісок середньої крупності	Необмеж.	19,9	26,5	0,18	-	-	-	-	0,27	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2 м											
22	Рослинний шар	0,6-0,8	16,5	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібнозернистий	4,0-5,8	19,1	26,6	0,17	-	-	-	-	0,26	-	-
	Глина пластична	6,5-5,8	17,0	27,5	0,30	0,48	0,20	16 ⁰	9	0,42	100	0,0052
											200	0,0104
											300	0,0156
											400	0,0295
	Суглинок важкий	18,2-16,0	19,8	27,0	0,22	0,35	0,19	-	-	0,38	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 5 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
23	Чорнозем	0,7-0,8	16,5	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок	6,2-7,8	16,5	27,0	0,15	0,30	0,15	18 ⁰	6	0,38	100	0,0064
											200	0,0128
											300	0,0192
											400	0,0280
	Пісок дрібнозернистий	6,2-5,8	19,2	26,5	0,15	-	-	-	-	0,28	-	-
	Глина третинна	14,5-15,2	19,8	27,4	0,24	0,45	0,21	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 9 м											
24	Рослинний шар	0,9-1,0	16,4	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	4,5-5,2	16,3	26,7	0,18	0,20	0,14	20 ⁰	5	0,30	100	0,0052
											200	0,0104
											300	0,0156
											400	0,0260
	Пісок дрібний	6,2-7,4	18,9	26,5	0,20	-	-	-	-	0,28	-	-
	Суглинок важкий	18,0-16,0	19,7	27,0	0,19	0,42	0,16	-	-	0,40	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 7 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
25	Чорнозем	0,8-0,9	16,6	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібнозернистий	6,0-5,6	19,3	26,5	0,20	-	-	-	-	0,27	-	-
	Супісок пилюватий	4,5-3,8	15,0	26,6	0,21	0,24	0,18	17 ⁰	7	0,30	100	0,0062
											200	0,0122
											300	0,0183
											400	0,0280
	Глина четвертинна	Необмеж.	19,8	27,4	0,23	0,44	0,22	-	-	0,43	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2 м											
26	Рослинний шар	0,3-0,5	17,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок пластичний жовтий	3,2-3,7	18,5	27,0	0,18	0,18	0,13	21 ⁰	11	0,30	100	0,0076
											200	0,0151
											300	0,023
											400	0,031
	Пісок середн. крупн.	2,0-2,4	18,3	26,6	0,14	-	-	-	-	0,27	-	-
	Суглинок сіроголубий	12,0-14,0	18,6	26,8	0,26	0,32	0,20	-	-	0,37	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2,5 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
27	Чорнозем	0,6-0,8	16,0	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок	5,1-6,2	18,7	26,8	0,28	0,31	0,19	16 ⁰	16	0,35	100	0,0081
											200	0,0166
											300	0,0251
											400	0,0356
	Глина жовтосіра	6,3-7,3	19,2	27,4	0,37	0,73	0,37	-	-	0,43	-	-
	Каолін первинний (елювій граніту)	6,5-6,8	20,2	27,4	0,20	0,52	0,23	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 3 м											
28	Рослинний шар	0,7-1,0	16,1	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок лесоподібний	3,9-4,3	16,9	26,8	0,22	0,30	0,19	-	-	0,35	-	-
	Суглинок	6,5-6,9	18,1	26,9	0,24	0,36	0,21	19 ⁰	18	0,34	100	0,0060
											200	0,0110
											300	0,0160
											400	0,0286
	Глина	5,0-5,5	19,1	27,3	0,28	0,51	0,29	-	-	0,41	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 11 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
29	Насипний ґрунт	0,8-0,9	16,5	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок лесоподібний	2,6-2,8	17,8	26,9	0,21	0,33	0,19	-	-	0,36	-	-
	Суглинок	7,0-7,5	17,6	27,0	0,16	0,34	0,20	21 ⁰	26	0,35	100	0,0044
											200	0,0085
											300	0,0126
											400	0,0184
	Суглинок лесоподібний	5,2-5,9	18,6	27,1	0,18	0,36	0,21	-	-	0,35	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 10,3 м											
30	Чорнозем	0,6-0,8	16,1	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок жовтобур.	4,1-4,5	17,0	26,8	0,15	0,25	0,19	-	-	0,33	-	-
	Суглинок жовтий	3,7-4,2	16,5	26,6	0,18	0,27	0,19	20 ⁰	19	0,34	100	0,0049
											200	0,0094
											300	0,0139
											400	0,0224
	Глина червонобура	11,0-12,0	19,2	27,1	0,28	0,42	0,21	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 10 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$		
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м	
31	Рослинний шар	0,4-0,6	16,0	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	
	Суглинок	6,0-6,5	17,8	26,7	0,22	0,29	0,20	-	-	0,35	-	-	
	Пісок дрібний мулистий	4,3-4,5		18,3	26,5	0,20			5 ⁰		0,30	100	0,0093
												200	0,0178
												300	0,0263
												400	0,0368
	Глина муловата	3,1-3,4	19,5	27,1	0,28	0,40	0,22	16 ⁰	20	0,45	-	-	
	Пісок кр. зернистий	Необмеж.	18,6	26,5	0,18	-	-	-	-	0,28	-	-	
Рівень ґрунтових вод – 7 м													
32	Насипний ґрунт	1,8-2,0	16,5	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-	
	Пісок пилюватий	5,7-5,9	19,4	26,8	0,27	-	-	-	-	0,30	-	-	
	Супісок	3,9-4,4	19,0	26,7	0,28	0,26	0,24	-	-	0,35	-	-	
	Супісок мулистий	4,2-4,6		19,6	26,8	0,31	0,25	0,22	16 ⁰	10	0,34	100	0,0058
												200	0,0118
												300	0,0179
												400	0,0276
	Глина коричнева	Необмеж.	18,9	27,4	0,31	0,52	0,26	18 ⁰	45	0,41	-	-	
Рівень ґрунтових вод – 6 м													

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
33	Рослинний шар	0,5-0,7	17,0	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок пилюватий	4,4-5,2	17,7	26,5	0,16	-	-	-	-	0,30	-	-
	Мул піщаний	3,1-3,5	16,4	27,0	0,29	0,20	0,14	2 ⁰	10	0,42	100	0,0105
											200	0,0190
											300	0,0275
											400	0,0361
	Пісок дрібний	Необмеж.	17,9	26,6	0,17	-	-	-	-	0,42	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 2,6 м											
34	Насипний ґрунт	1,7-2,0	16,5	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок з прошарками піску	3,3-3,7	16,5	26,7	0,09	0,16	0,12	24 ⁰	6	0,30	100	0,0051
											200	0,0109
											300	0,0167
											400	0,0283
	Супісок	7,5-8,2	16,9	26,8	0,13	0,26	0,21	-	-	0,30	-	-
	Пісок середньої крупності	Необмеж.	17,2	26,6	0,07	-	-	-	-	0,29	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 16 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/ м ³	γ_{s} , кН/ м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
35	Насипний ґрунт	1,5-1,8	16,5	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібний	4,2-4,9	17,0	26,6	0,11	-	-	36 ⁰	4	0,35	100	0,00076
											200	0,0020
											300	0,0041
											400	0,0095
	Суглинок	5,3-6,1	17,6	26,7	0,18	0,26	0,18	-	-	0,40	-	-
	Глина	Необмеж.	18,9	27,1	0,28	0,42	0,19	-	-	0,27	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 15 м											
36	Насипний ґрунт	1,3-1,6	16,0	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	1,9-2,3	16,3	26,7	0,12	0,22	0,15	26 ⁰	14	0,30	100	0,0060
											200	0,0123
											300	0,0187
											400	0,0267
	Пісок дрібний	2,8-3,1	17,0	26,6	0,11	-	-	-	-	0,29	-	-
	Супісок	Необмеж.	17,6	26,7	0,21	0,24	0,16	-	-	0,30	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 12,0 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
37	Рослинний шар	0,4-0,5	16,5	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібний	2,5-2,8	17,9	26,5	0,17	-	-	-	-	0,31	-	-
	Суглинок	2,0-2,4	17,3	26,8	0,13	0,17	0,09	19 ⁰	15	0,37	100	0,009
											200	0,016
											300	0,023
											400	0,034
	Глина голубуватосіра	Необмеж.	17,0	27,1	0,20	0,39	0,18	-	-	0,40	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 0,8 м											
38	Рослинний шар	0,3-0,5	16,5	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок бурий	6,7-7,0	16,9	26,7	0,12	0,15	0,11	20 ⁰	3	0,30	100	0,0077
											200	0,0152
											300	0,0227
											400	0,0302
	Пісок середньої крупності	2,5-2,8	17,2	26,6	0,07	-	-	-	-	0,29	-	-
	Суглинок	Необмеж.	19,4	26,9	0,25	0,33	0,21	-	-	0,35	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 4 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
39	Рослинний шар	0,3-0,6	16,0	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок з включенням гравію	2,7-3,1	19,2	26,6	0,19	0,28	0,17	-	-	0,37	-	-
	Супісок з включеннями гравію	2,1-2,5	18,7	26,7	0,21	0,25	0,19	14 ⁰	15	0,35	100	0,0048
											200	0,0089
											300	0,0130
											400	0,0188
	Суглинок	Необмеж.	17,6	26,7	0,18	0,26	0,18	-	-	0,38	-	-
Рівень ґрунтових вод – 13 м												
40	Насипний ґрунт	0,7-0,9	16,0	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-
	Пісок дрібн. мулист.	1,4-1,7	18,3	26,5	0,20	-	-	4 ⁰	-	0,28	100	0,0088
											200	0,0173
											300	0,0258
											400	0,0391
	Суглинок	4,1-4,5	18,5	26,9	0,16	0,19	0,12	-	-	0,36	-	-
	Глина бура	Необмеж.	20,1	27,2	0,26	0,43	0,20	-	-	0,42	-	-
Рівень ґрунтових вод – 8 м												

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
41	Рослинний шар	0,6-0,8	16,5	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок жовтобурий	4,4-4,7	18,6	26,7	0,25	0,30	0,18	20 ⁰	36	0,35	100	0,011
											200	0,020
											300	0,029
											400	0,040
	Глина мулиста	2,3-2,6	17,8	27,1	0,42	0,51	0,25	2,5 ⁰	11	0,40	-	-
	Суглинок світло-сірий	Необмеж.	18,2	26,8	0,24	0,31	0,17	-	-	0,38	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 5,3 м											
42	Рослинний шар	0,7-0,9	16,0	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок мулистий	3,0-3,5	19,4	26,8	0,30	0,26	0,22	17 ⁰	11	0,34	100	0,0072
											200	0,0134
											300	0,0196
											400	0,0290
	Суглинок сірий	5,2-5,7	18,1	26,8	0,23	0,33	0,20	-	-	0,36	-	-
	Суглинок моренний	Необмеж.	19,3	26,9	0,17	0,33	0,19	-	-	0,38	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 3 м											

Продовження таблиці 3

Номер варіанта	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	$\gamma_{с}$, кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
43	Насипний ґрунт	0,9-1,1	17,0	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок	1,3-1,5	16,3	26,7	0,12	0,22	0,17	-	-	0,32	-	-
	Пісок дрібний	6,3-6,8	17,0	26,6	0,11	-	-	36 ⁰	4	0,29	100	0,0042
											200	0,0083
											300	0,0124
											400	0,0182
	Пісок середньої крупності	Необмеж.	17,2	26,6	0,07	-	-	-	-	0,30	-	-
Рівень ґрунтових вод – 15 м												
44	Рослинний шар	0,5-0,7	16,5	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок лесоподібний	3,2-3,7	16,8	26,5	0,16	0,29	0,18	22 ⁰	20	0,35	100	0,0054
											200	0,0095
											300	0,0136
											400	0,0194
	Суглинок	5,3-6,1	18,6	27,1	0,18	0,36	0,21	-	-	0,35	-	-
	Пісок дрібний	Необмеж.	17,9	26,5	0,17	-	-	-	-	0,30	-	-
Рівень ґрунтових вод – 6 м												

Продовження таблиці 3

Номер варіанга	Найменування ґрунту і рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_{s} , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коеф. Пуассона, ν	Дані випробування ґрунту квадратним штампом площею $A=0,5 \text{ м}^2$	
					W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град	C _п , кПа		p; кПа	S, м
45	Рослинний шар	1,2-1,5	16,6	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-
	Суглинок лесоподібний	3,0-3,8	18,2	26,6	0,19	0,32	0,21	18 ⁰	19	0,34	100	0,0114
											200	0,0203
											300	0,0293
											400	0,0409
	Суглинок	4,1-4,8	17,6	27,0	0,16	34	0,20	-	-	0,35	-	-
	Супісок	Необмеж.	16,3	26,7	0,12	0,22	0,17	-	-	0,33	-	-
	Рівень ґрунтових вод – 18 м											

За таблицями [8, 10] для піщаних ґрунтів в залежності від коефіцієнта пористості e визначають щільність складення, а в залежності від ступеня вологості S_r – стан за ступенем вологості.

Для ґрунтів, які випробовувались штампом, визначають модуль загальної деформації E на прямолінійному відрізку графіка деформування, МПа

$$E = \frac{pA}{Sd} (1 - \nu^2), \quad (5)$$

де p – тиск на основу, МПа;

$A = 0,5 \text{ м}^2$ – площа стандартного штампа;

S – осідання штампа, м;

d – діаметр штампа, м ($d = 1,13 \sqrt{A}$);

ν – коефіцієнт Пуассона.

Для тих ґрунтів, механічні характеристики яких не наведені в завданні, нормативні значення питомого зчеплення C , кута внутрішнього тертя ϕ та модуля деформації E визначають за таблицями [6, 8] в залежності від коефіцієнта пористості e та показника текучості I_L (для глинистих ґрунтів).

Для розрахунку попередніх розмірів фундаментів згідно з таблицями [6, 8] визначають умовний розрахунковий опір ґрунтів основи в залежності від типу ґрунту, показника текучості та ступеня вологості.

Усі дані про фізико-механічні властивості ґрунтів зводять в таблицю 4, де в першій графі вказують вид ґрунту з його якісною характеристикою. Наприклад, пісок пилюватий, середньої щільності, вологий, або суглинок легкий, м'якопластичний.

Таблиця 4 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунту і його класифікаційні ознаки	γ_d , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _P	I _P	I _L	e	S _r	C _п , кПа	ϕ , град	E, МПа	R _о , кПа

Таблиця 5 - Вихідні дані для перевірки тиску під подошвою і розрахунку осідання плитного фундаменту (варіант ґрунтових умов згідно з табл. 2)

Варіант	Розрахункове навантаження		Розміри подошви фундамента, м	Глибина закладання фундамента і підвалу (d/d_b), м	Розміри котлована, м	Відмітка планування	ТИП СПОРУДИ
	експлуатаційне, кН	граничне, кН					
1	36000	43200	12×12	$\frac{2,1}{1,1}$	14,0×14,0	-0,70	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
2	48000	57600	12×16	$\frac{2,2}{-}$	13,0×17,0	0,00	Силосний корпус збірн. конструкції
3	60000	72000	12×20	$\frac{2,4}{1,5}$	14,0×21,0	-1,40	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
4	72000	86400	12×24	$\frac{2,6}{-}$	14,0×26,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
5	90000	108000	12×30	$\frac{2,3}{1,0}$	13,0×31,0	-1,50	Жорстка споруда висотою до 100 м
6	75000	90000	15×20	$\frac{2,1}{-}$	17,0×22,0	0,00	Димова труба висотою 100 м
7	90000	108000	15×24	$\frac{2,2}{1,0}$	16,0×23,0	-1,70	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
8	112500	135000	15×30	$\frac{2,3}{-}$	17,0×32,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
9	135000	162000	15×36	$\frac{2,4}{1,2}$	16,0×37,0	-1,80	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
10	81000	97200	18×18	$\frac{2,5}{-}$	20,0×20,0	0,00	Димова труба висотою 200 м
11	108000	129600	18×24	$\frac{2,6}{1,3}$	20,0×26,0	-1,20	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
12	130000	156000	18×30	$\frac{2,6}{-}$	19,0×31,0	-0,50	Силосний корпус збірн. конструкції
13	162000	194400	18×36	$\frac{2,6}{1,4}$	20,0×38,0	-1,90	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
14	189000	226000	18×42	$\frac{2,6}{-}$	20,0×44,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
15	126000	151000	21×24	$\frac{2,0}{0,9}$	22,0×25	-1,90	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
16	157000	189000	21×30	$\frac{2,1}{-}$	23,0×32,0	0,00	Силосний корпус збірн. конструкції

Продовження таблиці 5

Варіант	Розрахункове навантаження		Розміри підшви фундамента, м	Глибина закладання фундамента і підвалу (d/d _b), м	Розміри котлована, м	Відмітка планування	ТИП СПОРУДИ
	експлуатаційне, кН	граничне, кН					
17	189000	227000	21×36	<u>2,2</u> -	23,0×38,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
18	33000	40000	12×12	<u>1,8</u> -	13,0×13,0	0,00	Димова труба висотою 100 м
19	40000	60000	12×18	<u>1,9</u> 1,0	14,0×20,0	-1,80	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
20	66000	79000	12×24	<u>2,0</u> 1,1	13,0×25,0	-1,90	-“-
21	83000	99000	12×30	<u>2,1</u> 1,0	14,0×32,0	-1,60	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
22	99000	119000	12×36	<u>2,2</u> -	14,0×38,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
23	62000	74000	15×18	<u>1,8</u> -	17,0×20,0	0,00	Димова труба висотою 200 м
24	83000	99000	15×24	<u>1,9</u> -	16,0×25,0	0,00	Силосний корпус збірн. конструкції
25	104000	124000	15×30	<u>1,9</u> 0,9	16,0×31,0	-2,10	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (монол.)
26	124000	150000	15×36	<u>2,0</u> -	17,0×38,0	-0,20	Силосний корпус моноліт. констр.
27	74000	89000	18×18	<u>2,1</u> -	20,0×20,0	-0,15	Димова труба висотою 300 м
28	90000	108000	18×24	<u>2,2</u> -	20,0×26,0	-0,20	-“-
29	124000	149000	18×30	<u>2,3</u> 1,5	20,0×32,0	-1,30	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
30	149000	179000	18×36	<u>2,4</u> -	20,0×38,0	-0,30	Силосний корпус збірн. конструкції
31	174000	207000	18×42	<u>2,5</u> -	19,0×43,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
32	116000	140000	21×24	<u>2,0</u> 1,0	22,0×25,0	-1,80	Окремо розташов. робочий будинок елеватора (збірн.)
33	150000	174000	21×30	<u>2,1</u> -	23,0×32,0	-0,15	Силосний корпус збірн. конструкції
34	174000	208000	21×36	<u>2,2</u> 1,1	22,0×37,0	-1,90	Робочий будинок елеватора (монол.)

Продовження таблиці 5

Варіант	Розрахункове навантаження		Розміри підшви фундамента, м	Глибина закладання фундамента і підвалу (d/d_b), м	Розміри котлована, м	Відмітка планування	ТИП СПОРУДИ
	експлуатаційне, кН	граничне, кН					
35	166000	200000	24×30	$\frac{2,3}{-}$	26,0×32,0	0,00	Силосний корпус моноліт. констр.
36	60750	80190	15×27	$\frac{3,0}{2,0}$	17,0×29,0	-1,00	Багатоповерхова безкаркасна (цегл. з армув.)
37	106000	137000	18×28	$\frac{3,2}{2,3}$	20,0×30,0	-0,70	-“-
38	108000	142000	15×29	$\frac{2,5}{1,8}$	17,0×31,0	-0,80	Багатоповерхова безкаркасна (великі блоки)
39	92000	119300	16×25	$\frac{2,7}{1,9}$	18,0×27,0	-0,50	-“-
40	153000	198600	21×27	$\frac{3,0}{2,2}$	23,0×29,0	-0,60	Багатоповерхова споруда з моноліт. каркасом
41	108000	140100	20×30	$\frac{2,6}{1,5}$	21,0×31,0	-1,70	-“-
42	99900	129700	17×28	$\frac{2,5}{1,6}$	18,0×29,0	-1,40	Каркасно-моноліт. споруда
43	54700	71000	14×17	$\frac{1,8}{-}$	16,0×19,0	0,00	-“-
44	145900	189300	19×32	$\frac{2,4}{1,5}$	21,0×33,0	-1,70	Багатоповерхова споруда зі сталев. каркасом
45	165000	214000	22×25	$\frac{2,9}{2,0}$	23,0×26,0	-0,50	-“-

4 ВКАЗІВКИ З ПЕРЕВІРКИ ТИСКУ ПІД ПІДОШВОЮ ФУНДАМЕНТУ

При перевірці розміри підшви центрально навантаженого фундаменту повинні задовольняти такі граничні нерівності II групи:

$$p_{сер} \leq R; \quad (6)$$

де $p_{сер}$ – середній тиск під підшвою фундаменту, який визначається за формулою

$$P_{сер} = \frac{N_e}{A} + \gamma_{mt} d, \quad (7)$$

де N_e – експлуатаційне розрахункове значення навантаження на фундамент в рівні його обрізу, кН;

A – площа підошви фундаменту, м²;
 γ_{m1} – осереднене значення питомої ваги фундаменту з ґрунтом на його уступах, приймається рівним 20 кН/м³;

d – загальна глибина закладання фундаменту, м.

R – розрахунковий опір ґрунту основи, який обчислюють за формулою [6 - 8]

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II} \right], \quad (8)$$

де γ_{c1} та γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи, які залежать відповідно від виду ґрунту під підошвою фундаменту та жорсткості споруди і визначаються за [6 – 8];

k – коефіцієнт надійності, який приймається рівним одиниці, якщо характеристики ґрунту під підошвою фундаменту визначені безпосереднім випробуванням, та 1,1, якщо характеристики ґрунту визначені за таблицями норм;

M_{γ} , M_q , M_c – безрозмірні коефіцієнти, які визначаються [6 – 8] в залежності від значення кута внутрішнього тертя φ_{II} ґрунту під підошвою фундаменту;

k_z – коефіцієнт, який приймається при $b < 10$ м $k_z = 1$, при $b \geq 10$ м (для плитних фундаментів) $k_z = Z_0/b + 0,2$ (тут $Z_0 = 8$ м, b – ширина підошви фундаменту), м;

γ_{II} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, які залягають нижче підошви фундаментів, кН/м³, при наявності підземних вод визначається з урахуванням виважувальної дії води;

γ'_{II} – теж саме, які залягають вище підошви, кН/м³;

c_{II} – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, який залягає безпосередньо під підошвою фундаменту, кПа;

d_1 – глибина закладання фундаментів безпідвальних споруд від рівня планування або приведена глибина закладання зовнішніх та внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу.

Дозволяється враховувати конструкцію підлоги підвалу

$$d_1 = h_s + h_{cf} \gamma_{cf}, \quad (9)$$

де h_s – товщина шару ґрунту вище підошви фундаменту зі сторони підвалу, м;

h_{cf} – товщина конструкції підлоги підвалу, м;

γ_{cf} – розрахункове значення питомої ваги конструкції підлоги підвалу, кН/м³;

d_b – глибина підвалу – відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м (для споруд з підвалом шириною $B > 20$ м і глибиною більше 2 м $d_b = 2$ м, при ширині підвалу $B > 20$ м - $d_b = 0$).

Усереднення характеристик ґрунту при багат шаровій основі, яка складається із шарів товщиною h_1, h_2, \dots , здійснюється за формулою

$$\gamma_{сер} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}. \quad (10)$$

При визначенні $\gamma_{сер}$, $c_{сер}$, $\phi_{сер}$ нижче підоскви фундаменту усереднення виконується на глибину не менше половини ширини підоскви фундаменту b .

5 ВКАЗІВКИ З РОЗРАХУНКУ ОСІДАННЯ ФУНДАМЕНТУ МЕТОДОМ ПОШАРОВОГО ПІДСУМОВУВАННЯ

Осідання розраховують цим методом в такій послідовності.

1. Товщу ґрунтового масиву, починаючи від підоскви фундаменту, розбивають на шари товщиною не більше $0,2b$ (b – ширина фундаменту). При цьому межа між шарами з різними модулями деформації повинна бути і межею між шарами методу. Початково ґрунтову товщу під фундаментом розбивають на шари до глибини $\approx 2b$.

2. Визначають середній тиск під підосквою фундаменту p за формулою (7).

3. Визначають вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підоскви фундаменту $\sigma_{zg,0'}$ до початку будівництва

$$\sigma_{zg,0'} = \gamma' d_n,$$

де γ' – усереднене значення питомої ваги ґрунту, розташованого вище підоскви фундаменту;

d_n – глибина закладання фундаменту від рівня природного рельєфу (для виконання завдання приймаємо $d_n = d$).

Усереднення характеристик ґрунту при багатошаровій основі, яка складається із шарів товщиною h_1, h_2, \dots , здійснюється за формулою (10).

4. Будують епюру вертикальних напружень за глибиною $\sigma_{zp,i}$, яка має вигляд, показаний на рис. 1. Ординати епюри визначаються по межах шарів ґрунту, на які розбита стислива товща, за формулою

$$\sigma_{z,pi} = \alpha p, \quad (11)$$

де α – коефіцієнт затухання напружень з глибиною, який приймається за [6, 8] у залежності від коефіцієнтів $\xi = 2Z_i/b$; $\eta = l/b$;

Z_i – глибина розташування точки, в якій визначається $\sigma_{zp,i}$, від підоскви фундаменту.

5. Будують епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту по глибині основи σ_{zgi} після зведення будівлі (див. рис. 1). Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на межі шару, розташованого на глибині Z від підоскви фундаменту, визначається за формулою

$$\sigma_{zgi} = \gamma_{II}' d + \sum_{j=1}^m \gamma_{IIj} h_j, \quad (12)$$

де γ_i та h_i – відповідно питома вага та товщина шарів ґрунту, які лежать

у межах глибини Z (у межах цієї глибини кількість шарів дорівнює m).

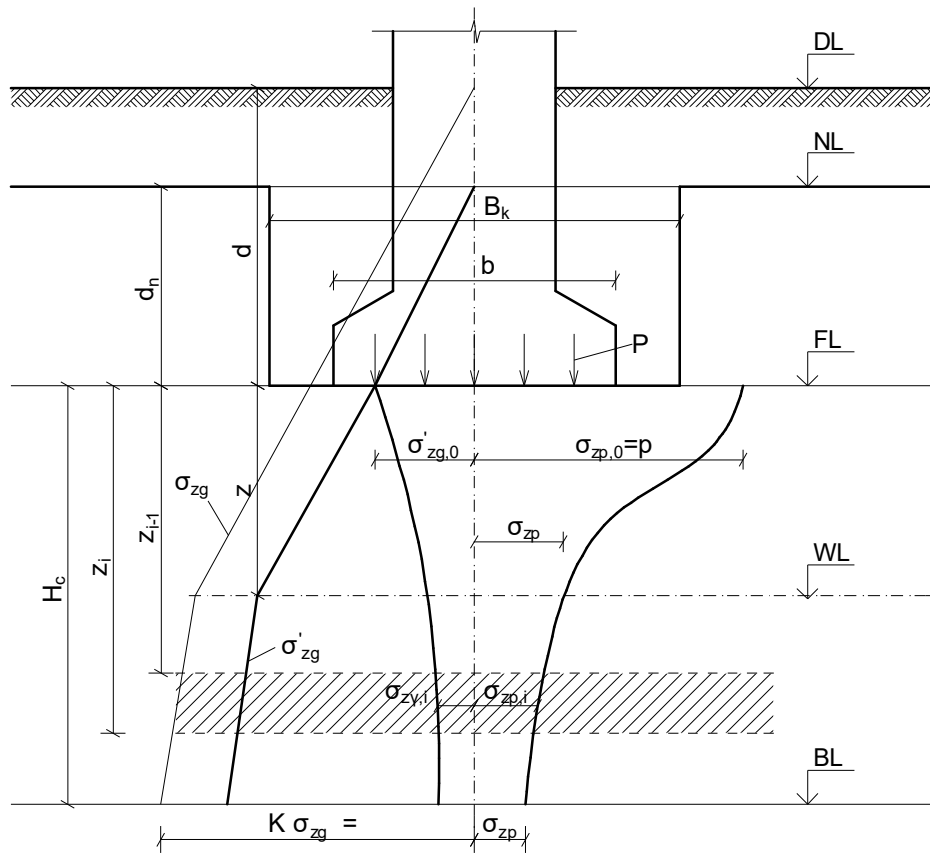


Рисунок 1 – Епюри напружень під подошвою фундаменту за методом пошарового підсумовування

Питома вага ґрунтів, розташованих нижче рівня підземних вод, але вище водоупору, повинна прийматись з урахуванням виважувальної дії води (за винятком глин). Питома вага ґрунту з урахуванням виважувальної дії води визначається за формулою

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}, \quad (13)$$

де γ_w – питома вага води (10 кН/м^3).

При визначенні σ_{zg} у водоупорному шарі належить врахувати тиск стовпа води, розташованого вище даної глибини.

6. Будують епюру вертикальних напружень від власної ваги ґрунту, знятого в котловані до рівня подошви фундаменту, $\sigma_{zy,i}$ по глибині основи (див. рис. 1). Вертикальне напруження $\sigma_{zy,i}$ на межі шару, розташованого на глибині Z від подошви фундаменту, визначається за формулою

$$\sigma_{zy,i} = \alpha_k \sigma_{zg,0}', \quad (14)$$

де α_k – коефіцієнт затухання напружень з глибиною, який приймається за [6] у залежності від коефіцієнтів $\xi = 2Z_i/b_k$; $\eta = l_k/b_k$;

l_k та b_k – відповідно довжина і ширина котловану.

7. Визначають положення межі стисливої товщі основи. Вона приймається на глибині $Z_i = H_c$, де виконується умова

$$\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}, \quad (15)$$

де а) $k = 0,2$ при $b \leq 5$ м;

б) $k = 0,5$ при $b > 20$ м;

в) при $5 < b \leq 20$ м k визначають інтерполяцією.

Побудова епіюр σ_{zp} , σ_{zg} та $\sigma_{z\gamma}$ обмежується цією глибиною.

Якщо в межах глибини H_c , знайденої за вказаними вище умовами, залягає шар ґрунту з модулем деформації $E > 100$ МПа, стисливу товщу допускається приймати до покрівлі цього ґрунту.

Якщо знайдена за умови (15) межа стисливої товщі знаходиться в шарі ґрунту з модулем деформації $E < 5$ МПа, нижня межа цієї товщі визначається згідно з умовою $\sigma_{zp} \leq 0,1 \sigma_{zg}$.

8. Визначають осідання кожного із шарів, на які розбита товща ґрунтового масиву в межах глибини H_c . Осідання i -того шару

$$S_i = \beta \frac{(\sigma_{zp,i,сеп.} - \sigma_{z\gamma,i,сеп.})h_i}{E_i} + \beta \frac{\sigma_{z\gamma,i,сеп.}h_i}{E_{e,i}}, \quad (16)$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, який дорівнює 0,8;

$\sigma_{zp,i,сеп.}$ – середнє значення вертикального напруження від зовнішнього навантаження в i -тому шарі ґрунту, яке дорівнює півсумі вказаних напружень на верхній Z_{i-1} та нижній Z_i межах шару

$$\sigma_{zp,i,сеп.} = \frac{\sigma_{zp,i-1} + \sigma_{zp,i}}{2}; \quad (17)$$

h_i – товщина i -того шару ґрунту;

E_i – модуль деформації цього шару за гілкою первинного навантаження;

$\sigma_{z\gamma,i,сеп.}$ – середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, в i -тому шарі ґрунту, яке дорівнює півсумі вказаних напружень на верхній Z_{i-1} та нижній Z_i межах шару

$$\sigma_{z\gamma,i,сеп.} = \frac{\sigma_{z\gamma,i-1} + \sigma_{z\gamma,i}}{2}; \quad (18)$$

$E_{e,i}$ – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності).

E_i та $E_{e,i}$ визначаються в межах діючих навантажень від власної ваги ґрунту і будівлі. При відсутності даних випробувань модуль деформації $E_{e,i}$ для споруд рівнів відповідальності СС1, СС2 допускається приймати $E_{e,i} = 5 E_i$.

9. Визначають повне осідання основи додаванням осідань окремих шарів

$$S = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (19)$$

де n – кількість шарів, на які розбита стислива товща основи (в межах H_c).

10. При розрахунках осідань фундаментів, що зводять у котлованах глибиною менше ніж 5 м, допускається у формулі (16) не враховувати другу складову.

11. Одержане значення розрахункового осідання основи порівнюють з гранично допустимим значенням осідання S_u , яке визначається за [6].

Якщо гранична нерівність $S \leq S_u$ виконується, то розрахунок можемо вважати закінченим, у іншому випадку необхідно збільшити розміри підшви фундаменту та повторити розрахунок осідання.

6 ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ

6.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика (підготовка даних для розрахунку)

Вихідні дані

Найменування ґрунту	Потужність шару, м	$\gamma_{п}$, кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _p	$\varphi_{п}$, град.	C _п , кПа	ν	p, кПа	s, м
Насипний шар (суглинистий)	0,5-1,2	16,4	26,0	0,20	-	-	-	-	-	-	-
Суглинок буровато-жовтий	3,1-3,9	17,4	26,8	0,20	0,32	0,20	16	20	0,34	100 200 300 400	0,0030 0,0072 0,0111 0,0212
Супісок з гніздами піску	0,8-1,3	17,9	26,7	0,13	0,20	0,14	-	-	0,31	-	-
Суглинок жовтий	1,0-1,6	17,9	26,8	0,17	0,28	0,18	-	-	0,35	-	-
Пісок пілуватий	Не обмеж.	18,5	26,4	0,21	-	-	-	-	0,28	-	-

Рівень ґрунтових вод – 7,0 м.

За даними інженерно-геологічних вишукувань встановлюємо типи ґрунтів та визначаємо їх характеристики.

Число пластичності для глинистих ґрунтів з уточненням їх виду:

$$I_{p2} = \omega_L - \omega_p = 0,32 - 0,20 = 0,12 \rightarrow \text{суглинок};$$

$$I_{p3} = \omega_L - \omega_p = 0,20 - 0,14 = 0,06 \rightarrow \text{супісок};$$

$$I_{p4} = 0,28 - 0,18 = 0,10 \rightarrow \text{суглинок}.$$

Показник текучості для глинистих ґрунтів з визначенням стану за консистенцією:

$$I_{L2} = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p} = \frac{0,20 - 0,20}{0,12} = 0 \rightarrow \text{напівтвердий};$$

$$I_{L3} = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p} = \frac{0,13 - 0,14}{0,06} < 0 \rightarrow \text{твердий};$$

$$I_{L4} = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p} = \frac{0,17 - 0,18}{0,10} < 0 \rightarrow \text{твердий}.$$

Для кожного типу ґрунту визначаємо коефіцієнт пористості в природному стані і для піщаних ґрунтів визначаємо щільність складення:

$$e_2 = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + \omega) - 1 = \frac{26,8}{17,4} \cdot (1 + 0,20) - 1 = 0,85;$$

$$e_3 = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + \omega) - 1 = \frac{26,7}{17,9} \cdot (1 + 0,13) - 1 = 0,69;$$

$$e_4 = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + \omega) - 1 = \frac{26,8}{17,9} \cdot (1 + 0,17) - 1 = 0,75;$$

$$e_5 = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + \omega) - 1 = \frac{26,4}{18,5} \cdot (1 + 0,21) - 1 = 0,73 \rightarrow \text{середньої щільності}.$$

Для кожного типу ґрунту визначаємо ступінь вологості і для піщаних ґрунтів визначаємо ступінь заповнення пор водою:

$$S_{r2} = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0,20 \cdot 26,8}{0,85 \cdot 10} = 0,63;$$

$$S_{r3} = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0,13 \cdot 26,7}{0,69 \cdot 10} = 0,50;$$

$$S_{r4} = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0,17 \cdot 26,8}{0,75 \cdot 10} = 0,61;$$

$$S_{r4} = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0,21 \cdot 26,4}{0,73 \cdot 10} = 0,76 \rightarrow \text{вологий}.$$

Для суглинку буровато-жовтого, де є випробування штампом, визначаємо модуль деформації E на прямолінійній ділянці графіка деформування (рис. 2):

$$E = (1 - \nu^2) \cdot \frac{\Delta P \cdot A}{\Delta S \cdot d},$$

де P – питомий тиск на штамп, кПа;

A – площа штампа, $A=0,5\text{м}^2$;

d – діаметр штампа, $d=1,13 \sqrt{A}=1,13 \cdot \sqrt{0,5} = 0,8$ м;

S – осідання штампа, м;

ν - коефіцієнт Пуассона.

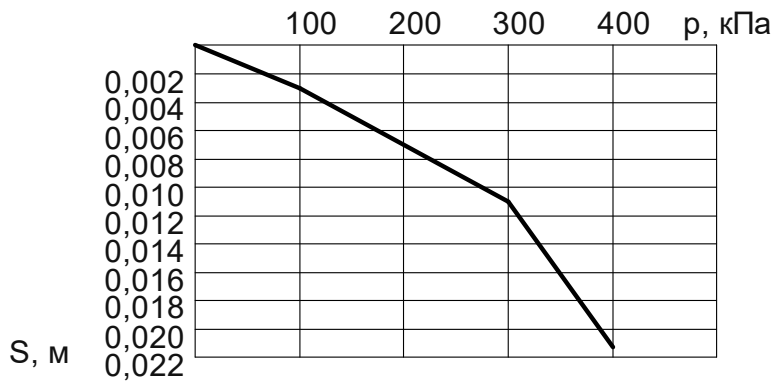


Рисунок 2 – Графік деформування ґрунту ІГЕ2

$$E = \frac{P \cdot A}{S \cdot d} (1 - V^2) = \frac{200 \cdot 0,5}{0,0072 \cdot 0,79} (1 - 0,34^2) = 15550 \text{ (кПа)}.$$

Інші характеристики c , φ і E визначаємо за таблицями норм [6].

Для розрахунку попередніх розмірів фундаментів визначають розрахункові опори ґрунтів R_0 за таблицями норм [6].

Всі результати зводимо до табл. 6. На рисунку 3 показаний інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику.

Таблиця 6 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Найменування ґрунту	γ_{II} , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _p	I _p	I _I	e	S _r	C _{II} , кПа	φ , град.	ν	E, МПа	R ₀ , кПа
Насипний шар (суглинистий)	16,4	26,0	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Суглинок буровато-жовтий, напівтвердий	17,4	26,8	0,20	0,32	0,20	0,12	0	0,85	0,63	20	16	0,34	15,6	220
Супісок із гніздами піску, твердий	17,9	26,7	0,13	0,20	0,14	0,06	<0	0,69	0,50	14	26	0,31	15	250
Суглинок жовтий, твердий	17,9	26,8	0,17	0,28	0,18	0,10	<0	0,75	0,61	25	23	0,35	21	240
Пісок пилюватий, сер. щільн., вологий	18,5	26,4	0,21	-	-	-	-	0,73	0,76	2	26	0,28	12	150

Рівень ґрунтових вод – 7,0 м.

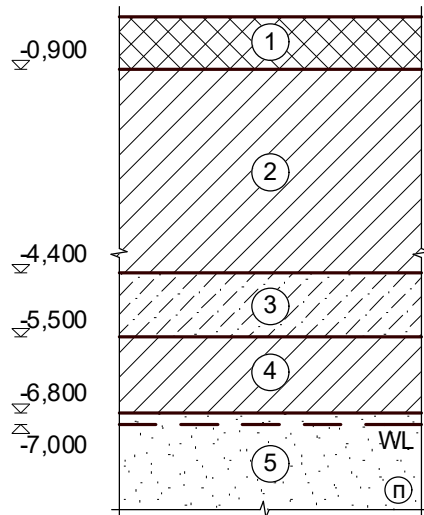


Рисунок 3 – Інженерно-геологічний розріз

6.2 Перевірка тиску під підшовою і визначення осідання фундаменту під колону або стіну методом пошарового підсумовування

Вихідні дані

Варіант	Навантаження розрахункове		Розміри підошви фундаменту, м	Розміри котловану, м	Глибина закладання фундаменту і підвалу (d/d_b), м	Відмітка планування	Варіант ґрунтових умов	ТИП СПОРУДИ
	експлуатаційне, кН	граничне, кН						
50	609,7	804,9	2,7x2,7	28x18	2,0 -	-1.300	48	Цивільна з повним з/б каркасом

На рис. 4 показане положення фундаменту у ґрунті та необхідні характеристики ґрунтів з вихідних даних.

Розмір підошви фундаменту повинен задовольняти граничну нерівність (6).

За формулою (8) при $d_b = 0$ для безпідвальних будівель

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,0}{1,1} (0,36 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 18,7 + 2,43 \cdot 2,0 \cdot 17,2 + 4,99 \cdot 16) =$$

$$= 1,0(18,2 + 83,6 + 79,8) = 181,6 \text{ (кПа)}.$$

де $\gamma_{c1} = 1,1$ та $\gamma_{c2} = 1$ - коефіцієнти умов роботи для глинистого ґрунту при $I_L = 0,6$ [6, табл. Е7];

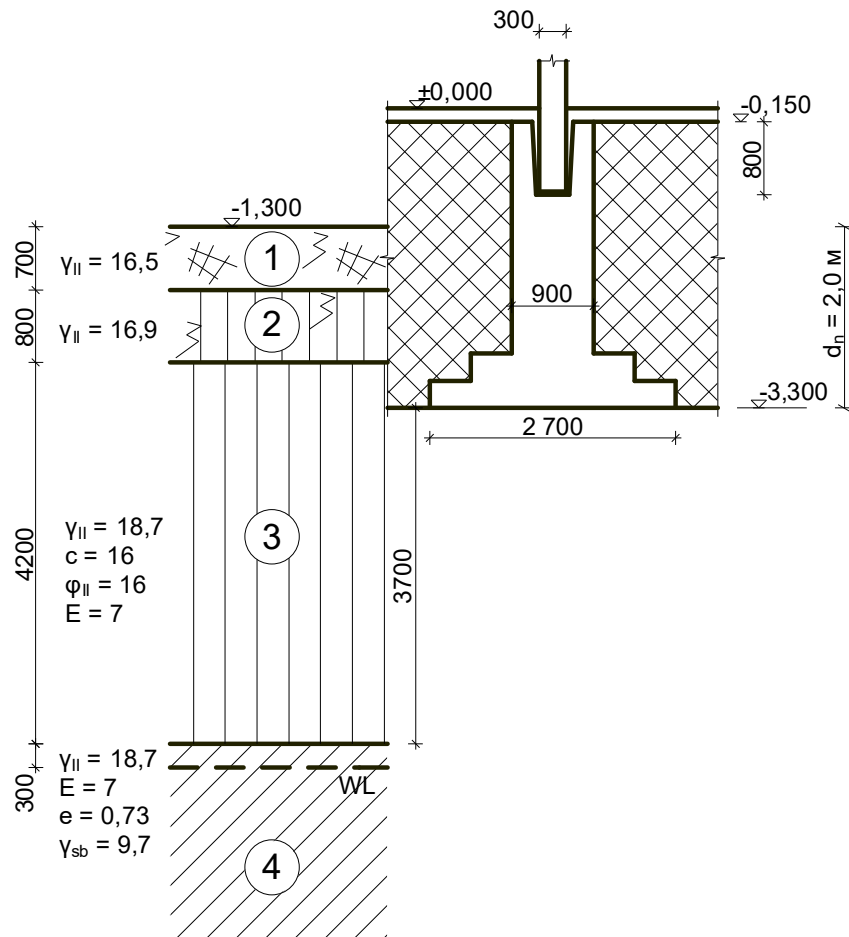


Рисунок 4 – Положення фундаменту у ґрунті

$k = 1,1$, оскільки характеристики міцності ґрунту ІГЕ 2 визначались за таблицями норм;

M_γ, M_q, M_c – коефіцієнти [6, табл. E8] при $\varphi_{II} = 16^\circ$.

Питома вага ґрунту засипки вище підшви фундаменту

$$\gamma'_{II} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots}{h_1 + h_2 + \dots} = \frac{16,5 \cdot 0,7 + 16,9 \cdot 0,8 + 18,7 \cdot 0,5}{2,0} = 17,2 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$$

Тиск під підшвою фундаменту

$$p = \frac{N}{A} + \gamma_{mt} d = \frac{609,7}{2,7 \cdot 2,7} + 20 \cdot 3,3 = 150,0 \text{ (кПа)} < R = 181,6 \text{ кПа}.$$

Розрахунок осідання фундаменту ведемо з урахуванням характеристик ґрунтів в умовах повного водонасичення. Для розрахунку осідань, згідно з [6], вибираємо модель лінійно-деформованого півпростору і метод пошарового підсумовування.

Питома вага суглинку ІГЕ4 нижче рівня підземних вод

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e} = \frac{26,8 - 10,0}{1 + 0,73} = 9,7 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$$

Тиск в рівні підоснови фундаменту $p = 150$ кПа.

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні підоснови фундаменту від рівня природного рельєфу.

$$\sigma_{zg,0} = 16,5 \times 0,7 + 16,9 \times 0,8 + 18,7 \times 0,5 = 34,4 \text{ (кПа)}.$$

Розбиваємо ґрунтову товщу на шари по $0,2b = 0,54$ (м).

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні підоснови фундаменту при експлуатації

$$\sigma_{zg,0} = 18,0 \times 3,3 = 59,4 \text{ (кПа)}.$$

Співвідношення сторін котловану $\eta = l_k/b_k = 28/18 = 1,56$.

Межа стисливої товщі основи приймається на глибині $Z_i = H_c$, де виконується умова $\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}'$,

де $k = 0,2$ при $b < 5$ м.

Оскільки глибина котловану $d = 2,0$ м < 5 м, осідання фундаменту знаходимо за формулою

$$S_i = \beta \frac{(\sigma_{zp,i,сеп.} - \sigma_{zg,i,сеп.})h_i}{E_i} \quad (20)$$

Далі розрахунок осідання ґрунту зводимо до таблиці 7.

На глибині $z = 4,32$ м $> b/2 = 1,35$ м від підоснови фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається, $\sigma_{zp,i} = 24,05$ кПа $< 0,2\sigma_{zg,i} = 0,2 \cdot 137,3 = 27,46$ (кПа).

У результаті розрахунків, наведених у таблиці 7, осідання фундаменту $S = 2,24$ см. Епюри тиску від власної ваги ґрунту і тиску під підосвою фундаменту показані на рисунку 5.

Припустиме осідання для будинків із залізобетонним каркасом $S_u = 10$ см. Умова $S = 2,24$ см $< S_u = 10$ см виконується.

Отже, розміри підоснови фундаменту задовольняють усі граничні нерівності.

6.3 Перевірка тиску під підосвоюю і визначення осідання плитного фундаменту методом пошарового підсумовування

Вихідні дані

Варіант	Навантаження розрахункове		Розміри пі-дошви фунда-менту, м	Розміри котловану, м	Глибина закладан-ня фунда-менту і підвалу (d/d _b), м	Відмітка планування	Варіант ґрун-тових умов	ТИП СПОРУДИ
	Екс-плуа-тацій-не, кН	Гра-нич-не, кН						
55	62312	82250	30,6× ×17,8	33,0× ×20,0	<u>1,8</u> 0,8	-1,700	50	Каркасно-монолітна

Таблиця 7 – Розрахунок осідання фундаменту під колону

z_i ,	$\frac{2z}{b}$	α	σ_{zpi} , кПа	σ_{zgi} , кПа	$\frac{2z}{b_k}$	α_k	$\sigma_{zy,i}$, кПа	$\sigma_{zp\text{-}cep}$, кПа	$\sigma_{zy,i}^{cep}$, кПа	E_i , кПа	h_i , м	S_i , м
0	0	1	150	59,4	0	1	34,4					
0,54	0,4	0,96	144,0597	69,5	0,06	1	34,4	147	34,4	7000	0,54	0,006951
1,08	0,8	0,8	119,9582	79,6	0,12	0,999	34,37	132	34,38	7000	0,54	0,006025
1,62	1,2	0,606	90,96658	89,69	0,18	0,997	34,3	105,5	34,34	7000	0,54	0,004389
2,16	1,6	0,449	67,38636	99,79	0,24	0,994	34,18	79,18	34,24	7000	0,54	0,002773
2,7	2	0,336	50,41616	109,9	0,3	0,988	33,99	58,9	34,08	7000	0,54	0,001532
3,24	2,4	0,257	38,51904	120	0,36	0,98	33,71	44,47	33,85	7000	0,54	0,000655
3,7	2,741	0,208	31,18514	128,6	0,411	0,971	33,41	34,85	33,56	7000	0,46	6,78E-05
4	2,963	0,183	27,40727	134,2	0,444	0,965	33,19	29,3	33,3	7000	0,3	0
4,32	3,2	0,16	24,04862	137,3	0,48	0,957	32,92	25,73	33,05	7000	0,32	0

$\Sigma S_i = 0,02239$ м

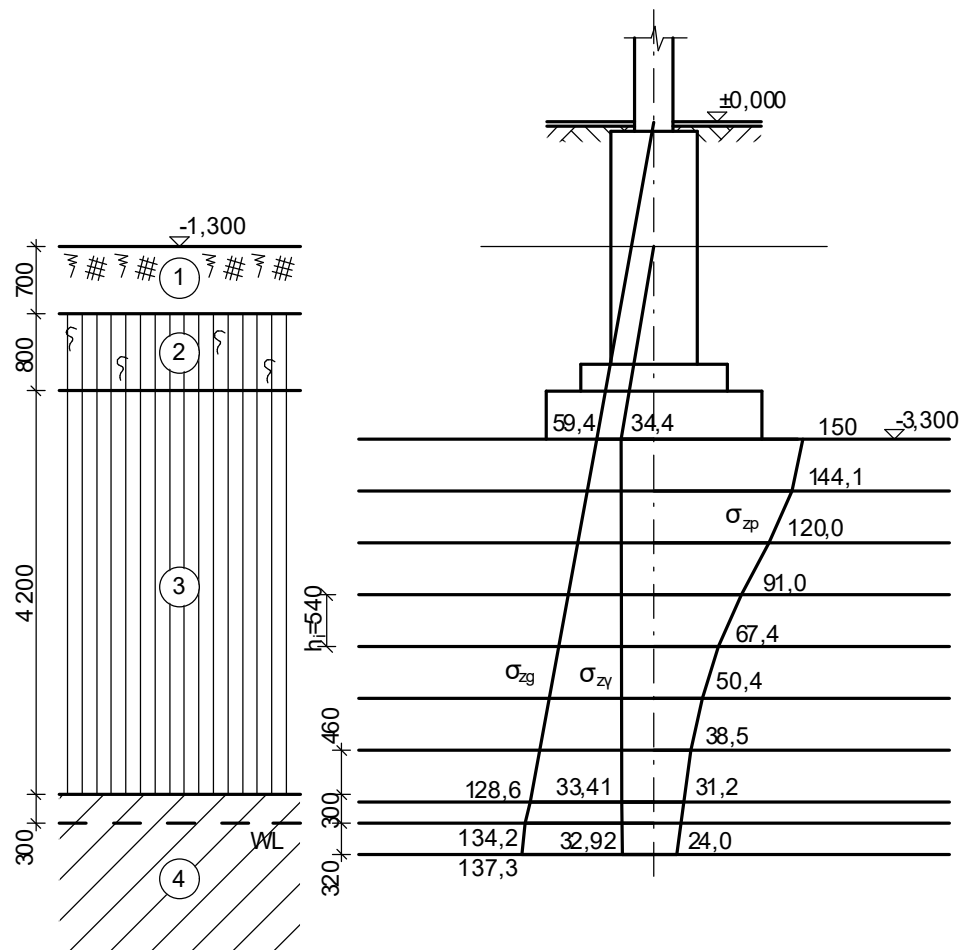


Рисунок 5 – Епюри тиску під підошвою фундаменту під колону

Положення плитного фундаменту у ґрунті показано на рисунку 6.

Розмір підошви фундаменту повинен задовольняти граничну нерівність (6).

Тиск під підошвою плити з урахуванням ваги ґрунту на консолях і власної ваги плити

$$p = \frac{62312}{30,6 \cdot 17,8} + 25 \cdot 1,0 = 139,4 \text{ (кПа)}.$$

Перевіримо значення розрахункового опору ґрунту основи за характеристиками міцності у водонасиченому стані. Для ІГЕ 3 $\varphi_{II} = 23^0$; $c_{II} = 28$ кПа (див. рис. 6). Розрахунковий опір ґрунту основи плитного фундаменту, згідно з [6], з урахуванням $k_z = z_0/b + 0,2 = 8/17,8 + 0,2 = 0,644$;

$$\gamma_{II}' = (15,1 \times 0,5 + 17,2 \times 1,0 + 19,4 \times 0,3) / 1,8 = 17,0 \text{ (кН/м}^3\text{)};$$

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_b \gamma_{II}' + M_c c_{II} \right] = \frac{1,25 \cdot 1,0}{1,0} \times$$

$$\times (0,66 \cdot 0,644 \cdot 18 \cdot 19,4 + 3,65 \cdot 1,0 \cdot 17,0 + (3,65 - 1) \cdot 0,8 \cdot 17,0 + 6,26 \cdot 28) =$$

$$= 527,2 \text{ (кПа)} .$$

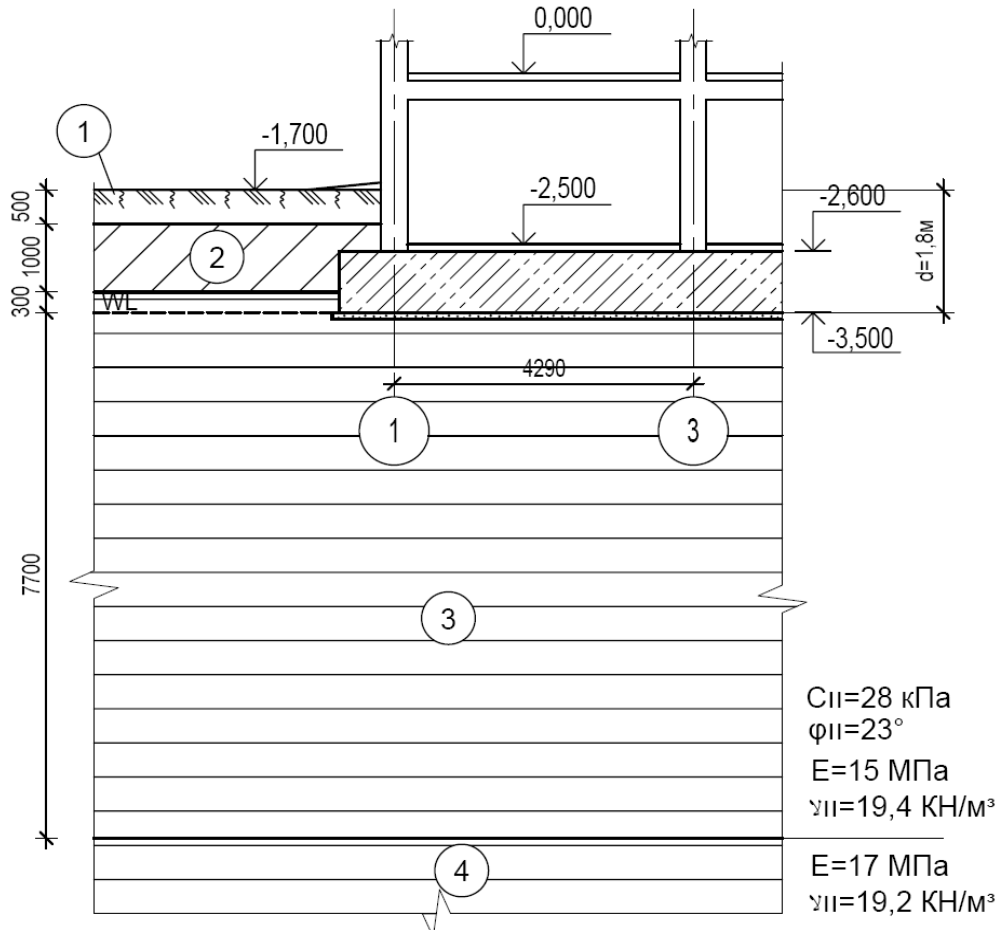


Рисунок 6 – Положення плитного фундаменту у ґрунті

$$p = 139,4 \text{ кПа} < R = 527,2 \text{ кПа} .$$

Розрахунок осідання плити виконуємо методом пошарового підсумовування як для умовно прямокутного фундаменту з сторонами 17,8×30,6 м.

Тиск в рівні підосви фундаменту $p = 139,4 \text{ кПа}$.

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні підосви плити від рівня природного рельєфу $\sigma_{zg,0}' = 15,1 \times 0,5 + 17,2 \times 1,0 + 19,4 \times 0,3 = 30,57 \text{ (кПа)}$.

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні підосви плити при експлуатації $\sigma_{zg,0} = 25,0 \times 1,0 = 25,0 \text{ (кПа)}$.

Товщина і-го шару ґрунту $h_i = 0,2b_y = 0,2 \cdot 17,8 = 3,56 \text{ (м)}$.

Співвідношення сторін фундаменту $\eta = l/b = 30,6/17,8 = 1,72$.

Співвідношення сторін котловану $\eta = l_k/b_k = 33/20 = 1,65$.

Межа стисливої товщі основи приймається на глибині $Z_i = H_c$, де виконується умова $\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg,i}$,

де $k = 0,2$ при $b \leq 5$ м; при $b > 20$ м $k = 0,5$. При $b = 17,8$ м $k = 0,46$.

Оскільки глибина котловану $d = 1,8$ м < 5 м, осідання фундаменту знаходимо за формулою (20).

Далі розрахунок осідання ґрунту зводимо до таблиці 8.

На глибині $z = 14,24$ м $> 4+0,1b = 5,78$ (м) від підшови фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається,

$$\sigma_{zp,i} = 79,56 \text{ кПа} < 0,46 \sigma_{zg,i} = 0,46 \times 303,3 = 139,5 \text{ (кПа)}.$$

Епюри напружень у ґрунті показані на рис. 7.

Осідання фундаменту за результатами розрахунку $s = 6,51$ см, що не перевищує допустиме значення для будівель з монолітних конструкцій $s_u = 15$ см [6].

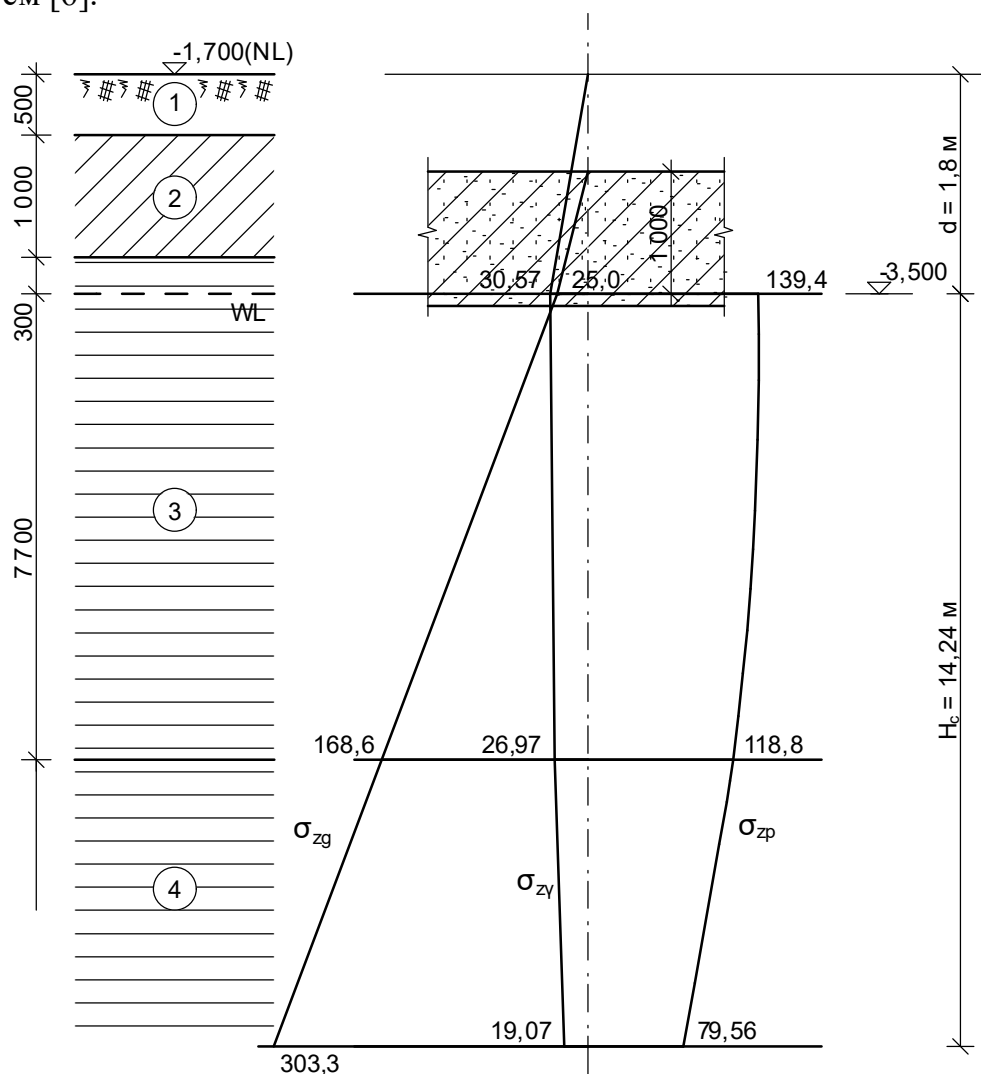


Рисунок 7 – Схема розрахунку осідання плитного фундаменту

Таблиця 8 – Розрахунок осідання плитного фундаменту

Z_i ,	$\frac{2z}{b}$	α	σ_{zpi} , кПа	σ_{zgi} , кПа	$\frac{2z}{b_k}$	α_k	$\sigma_{zy,i}$, кПа	$\sigma_{zp\text{-}cep}$, кПа	$\sigma_{zy,i}^{cep}$, кПа	E_i , кПа	h_i , м	S_i , м
0	0	1	139,4	25	0	1	30,57					
3,56	0,4	0,975	135,9	94,06	0,356	0,981	29,99	137,6	30,28	15000	3,56	0,020381028
7,12	0,8	0,863	120,4	163,1	0,712	0,892	27,26	128,1	28,63	15000	3,56	0,018887319
7,4	0,831	0,852	118,8	168,6	0,74	0,882	26,97	119,6	27,12	15000	0,28	0,00138062
10,68	1,2	0,712	99,28	233,2	1,068	0,758	23,18	109	25,08	17000	3,28	0,012958201
14,24	1,6	0,571	79,56	303,3	1,424	0,624	19,07	89,42	21,13	17000	3,56	0,011440752

$\Sigma S_i = 0,06505$ м

ЛІТЕРАТУРА:

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / [М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлев та ін.] – Полтава, 2003.– 446 с.
2. Далматов Б. И. Механика ґрунтов, основания и фундаменты./ Далматов Б. И.– М. : Стройиздат, 1981.–319 с.
3. Цытович Н. А. Механика ґрунтов (краткий курс)./Цытович Н. А.–М. : Высшая школа, 1983.– 288 с.
4. Швецов Г. И. Инженерная геология, механика ґрунтов, основания и фундаменты [учеб. для вузов]/ Швецов Г. И.–М. : Высш. шк., 1987. – 296 с.
5. Ваганов І. І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища *[Електронний ресурс]:[навчальний посібник]* / [І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович]. – Вінниця: ВНТУ, 2010. - 262 с. – Режим доступу: <http://posibnyku.vntu.edu.ua/geologiya/>
6. Основи і фундаменти будівель та споруд: ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2009-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 105 с. – (Національні стандарти України).
7. Основания и фундаменты: Справочник/ [Г. И. Швецов, И. В. Носков, А. Д. Слободян, Г. С. Госькова]; под ред. Г. И. Швецова. – М. : Высш. шк., 1991. – 383 с. – ISBN 5-06-001827-X.
8. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/НИИОСП им. Герсеванова. – М. : Стройиздат, 1986. – 415 с.
9. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008 [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 74 с. - (Національні стандарти України).
10. Ґрунти. Класифікація: ДСТУ Б.В.2.1-2-96. – [Чинний від 1997-01-01]. – К. : Мінбуд України, 1997. – 45 с. – (Національні стандарти України).

Інструктивно-методичне видання

Методичні вказівки
до самостійної роботи
і контрольні завдання з дисципліни
“Механіка ґрунтів”
для студентів заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 «Будівництво»

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук

Укладачі: Маєвська Ірина Вікторівна
Блащук Наталя Вікторівна

Оригінал-макет підготовлено Н. Блащук

Підписано до друку
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк.
Наклад прим. Зам. № -

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-81-59.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи і контрольні завдання з дисципліни
“Механіка ґрунтів, підвалини та фундаменти”
для студентів заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 “Будівництво”

Всі цитати, цифровий, фактичний
матеріал та бібліографічні
відомості перевірені,
написання одиниць
відповідає стандартам.
Зауваження рецензентів враховані

Вимогам, які пред’являються до
інструктивно-методичної
літератури відповідає.
До друку і в світ дозволяю
На основі § 2 п.15 “Єдиних
правил.....

Автори: І.В.Маєвська
Н.В.Блащук

Перший проректор з науково-пе-
дагогічної роботи по організації
навчального процесу та його на-
уково-методичного забезпечення
_____ О.Н.Романюк

Затверджено на засіданні
Кафедри ПЦБ
Протокол № _____ від _____ 20 р.
Зав. кафедрою, проф.
_____ А.С.Моргун

Вінниця ВНТУ 2012 р.

Першому проректору з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науков

о-методичного забезпечення
О. Н. Романюку

Службова записка

У 2012 р були передані в редакцію ВНТУ Методичні вказівки до самостійної роботи і контрольні завдання з дисципліни “Механіка ґрунтів, підвалини та фундаменти” для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 “Будівництво”.

На теперішній час ці методичні вказівки відредаговані і підготовлені до видання, але згідно з останньою редакцією Навчального плану ВНТУ для спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» назва дисципліни змінена на назву «Механіка ґрунтів».

Отже, назва вказаних методичних вказівок відкорегована і має редакцію «Методичні вказівки до самостійної роботи і контрольні завдання з дисципліни “Механіка ґрунтів” для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 «Будівництво».

24.10.2014 р.

Зав. Кафедрою ПЦБ,
д.т.н., проф.

Моргун А.С.