

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
Факультет природничих наук та технологій
 (факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
 кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента

Гончара Дмитра Сергійовича
 (ІПБ)

академічної групи 103-18-2
 (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю
 (код і назва спеціальності)

за освітньою програмою «Геологія»
 (офіційна назва)

на тему Особливості інженерно-геологічних умов ділянки будівництва вітроелектростанції у Херсонській області та прогноз стійкості її основи в умовах тривалої експлуатації

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Інкін О.В.			
розділів:				
Загальний	Інкін О.В.			
Спеціальний	Інкін О.В.			
Рецензент	Ішков В.В.			
Нормоконтролер	Загриценко А.М.			

Дніпро
 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)

Рудаков Д.В.
(прізвище, ініціали)
« » 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Гончару Дмитру Сергійовичу академічної групи 103-18-2
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньою програмою «Геологія»

на тему Особливості інженерно-геологічних умов ділянки будівництва вітроелектростанції у Херсонській області та прогноз стійкості її основи в умовах тривалої експлуатації

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 19.05.2021 № 273-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Загальні відомості про район досліджень	03.05 – 09.05.2022
Спеціальний	Визначення розрахункових значень показників фізико-механічних властивостей ґрунтів	10.05 – 18.05.2022
	Розрахунок осідання основи електростанції в умовах тривалої експлуатації	19.05 – 04.06.2022
	Визначення можливої величини просідання основи в результаті підтоплення ділянки будівництва	05.06 – 16.06.2022

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Дата видачі

О.В. Інкін

(прізвище, ініціали)

03.05.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії

22.06.2021

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Д.С. Гончар

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: текстові додатки 52 с., рисунків 9, таблиць 6, джерел 20.

Проведені розрахунки осідання основи фундаменту на ділянці під будівництво вітроелектростанції у Херсонській області, а також можливе просідання основи в результаті підтоплення.

Мета роботи – визначити, чи є ця ділянка придатною для будівництва такої складної споруди, як ВЕС, в умовах підтоплення.

Вітрові електростанції відносяться до відновлювальних джерел енергії, попит на які з останніми десятиліттями збільшується. Проте, вони мають багато недоліків. Найголовніший з них – вони працюють нерівномірно, через мінливість вітряних потоків. Тому найбільший ККД (коефіцієнт корисної дії) вони матимуть у районах з найбільшою інтенсивністю роботи вітру, наприклад, у степових рівнинах чи узбережжі морів та океанів, як у цьому випадку. На узбережжі ґрунтові води зазвичай залягають на вкрай малій глибині, що суттєво ускладнює інженерно-геологічні умови.

Будувати ВЕС на даній ділянці можна на стовпчастому фундаменті. Осадка не виходить за норми. Просідання через підтоплення можливе, потрібно влаштувати дії для його запобігання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ҐРУНТ, ФУНДАМЕНТ, ШАР, ОСАДКА, ПРОСІДАННЯ, НОРМАТИВНІ ПОКАЗНИКИ, РОЗРАХУНКОВІ ПОКАЗНИКИ, ВЕРТИКАЛЬНІ НАВАНТАЖЕННЯ, ВОДОНАСИЧЕНІСТЬ, ТИСК, НАПРУЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ.....	7
1.1 Фізико-географічні умови району робіт.....	7
1.2 Загальна геоморфологічна, геологічна та інженерно-геологічна характеристика району робіт.....	8
1.3 Геологічна будова.....	10
1.4 Геоморфологічна характеристика.....	13
1.5 Інженерно-геологічна характеристика.....	15
1.6 Гідрогеологічна характеристика району робіт.....	16
2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ.....	20
2.1 Категорія складності інженерно-геологічних умов.....	22
2.2 Категорія складності будівництва.....	25
3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ МАЙДАНЧИКА РОБІТ.....	27
3.1 Рельєф ділянки і умови поверхневого стоку.....	27
3.2 Ґрунти та їх властивості в межах майданчика робіт.....	27
3.3 Гідрогеологічні умови майданчика робіт.....	28
3.4 Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища.....	30
3.5 Аналіз випробування ґрунтів методом статичного зондування.....	35
4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІЗИКО- МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ.....	34
5. РОЗРАХУНОК ОСІДАННЯ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В УМОВАХ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	37
6. ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОЇ ВЕЛИЧИНИ ПРОСІДАННЯ ОСНОВИ В РЕЗУЛЬТАТІ ПІДТОПЛЕННЯ ДІЛЯНКИ БУДІВНИЦТВА.....	46
ВИСНОВКИ.....	48
ЛІТЕРАТУРА.....	52

ДОДАТКИ.....	54
Додаток 1. Дані про пробурені свердловини.....	55
Додаток 2. Інженерно-геологічний розріз ділянки.....	56
Додаток 3. Паспорт статичного зондування.....	57
Додаток 4. Інженерно-геологічна колонка.....	61
Додаток. Відзив.....	62
Додаток. Рецензія.....	63
Додаток. Відзив.....	64
Додаток. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи бакалавра.....	65



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

ВСТУП

Інженерно-геологічні вишукування були виконані у травні - червні 2018 року на об'єкті: «ВЕС 250 МВт Чаплинського району Херсонської області».

Характеристика споруд:

- Вітровий електричний генератор висотою 175 метрів, з яких 119 метрів вежа і 56 метрів лопать. Довжина й ширина вежі – 19 метрів.
- Передбачуваний тип фундаменту – пальовий з плитним ростверком або стовпчастий. Передбачувана глибина занурення паль фундаменту – 30 метрів.
- Підвальних приміщень немає.

Для ділянки були виконані обчислення: природні напруження від власної ваги, осадки фундаменту, просідання в результаті підтоплення. Загалом ці обчислення дають уявлення про придатність ґрунтів майданчика під будівництво вітряка, допомагають обрати підходящий для даних умов тип фундаменту.

Умови є складними, з гідрогеологічної точки зору – бо РГВ знаходиться на глибині 4 метри, можлива загроза підтоплення та майже вся досліджувана товща є обводненою, і з інженерно-геологічної – серед шарів ґрунтів на досліджуваній глибині в 40 метрів є лише піски та суглинки.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Фізико-географічні умови району робіт

В геоморфологічному відношенні територія ділянки будівництва Сивашської ВЕС являє собою степову рівнину, яка слабо розчленована яружно-балковою мережею та має загальний ухил з півночі на південь.

Територія вишукувань розташована в континентальній області кліматичної зони помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою та спекотним посушливим літом (рис.1.1). Основні риси такого клімату формуються під впливом загальних та місцевих кліматоутворюючих факторів, головними з яких є величина сонячної радіації, атмосферна циркуляція та характер підстиляючої поверхні. Територія знаходиться в межах помірного поясу освітленості приблизно на 46° пн. ш. Цим визначається величина кута падіння сонячних променів на земну поверхню: приблизно від 22° в період зимового сонцестояння до 44° в дні рівнодення, та до 67° в час літнього сонцестояння.



Рис. 1.1 Географічне місцезнаходження ділянки вишукувань

Найнижча температура в області спостерігається в січні. Середньомісячна температура січня становить на півночі – 4,5 °С, в центрі – 3,5-4 °С, на півдні - 3 °С.

Загальна кількість опадів на території невелика, складає 325 - 440 мм на рік. Розподіл опадів по території нерівномірний. Найбільше їх випадає на півночі (400-430 мм), найменше - в районі Сиваша (менш як 300-325 мм) на рік.

Коефіцієнт зволоження дорівнює 0,3. Більша частина опадів випадає в теплий період року, особливо влітку у вигляді злив. Сніговий покрив в межах області нестійкий і на створення запасу вологи в ґрунті не впливає. Для даної території характерні щорічні тривалі бездошові періоди, результатом яких є посухи.

Протягом року змінюється напрям та швидкість вітру. Пізньої осені, взимку і на початку весни переважають північні, північно-східні і східні вітри, влітку - вітри західного напрямку. Середня швидкість вітру в районі вишукувань значна і становить від 3,5 до 5 м/сек. Влітку часто спостерігаються суховії. Їхніми показниками є висока температура повітря - вище 25°С, низька відносна вологість, велика швидкість вітру.

1.2 Загальна геоморфологічна, геологічна та інженерно-геологічна характеристика району робіт

Херсонська область розташована в Чорноморській западині, що відноситься до нищих місць на території України. Западина простягається уздовж Чорного та Азовського моря. На півночі і північному заході вона межує з підвищеннями. Поряд з підвищеннями абсолютні відмітки доходять до 200м, а до моря позначки знижуються до 20м. Поверхня на півночі і північному заході слабохвиляста з глибокими річковими долинами і балками, розвиненими системами ярів. Ближче до моря поверхня все більше вирівнюється. Долини річок і мережа балок ближче до моря утворюють лимани. Між ними та морем у формі невеликих валів залягають піщані породи з черепашником.

Під дією хвиль берега постійно руйнуються. По берегах розвинуті численні інженерно-геологічні явища, такі як зсуви.

Причорноморська западина заповнена мезозойськими і кайнозойськими породами потужністю до 7000 м, нижче залягають палеозойські платформні опади. Ще нижче – магматичні і метаморфічні докембрійські породи фундаменту. До Причорноморської западини на півночі примикає Український кристалічний щит, на заході – Передкарпатський крайовий прогин. Ряд синклинальних і антиклинальних складок розділили западину на кілька частин.

Відклади крейдового віку оголюються лише по краях області, зокрема на заході. У самому прогині вони залягають на великій глибині, зверху перекриті потужним шаром кайнозою. Внизу розрізи глинисто-пішані, зверху - це вапняки і мергелі. На узбережжі річок Ю. Буг і Дністер породи крейдового віку представлені глауконитовим піском, мергелем. На сході області - це глинисті пісковики.

Палеогенові відкладення представлені піщаними породами з глауконитом, мергелями. Вчені припускають, що їх утворення пов'язане з локальним підняттям стародавніх опадів.

Територія Херсонської області відрізняється досить простою геологічною будовою. Геологічна будова півдня України добре вивчена. Причорноморська западина розміщена на півдні Російської кристалічної платформи, в основі якої залягають докембрійські породи Українського щита. Поверхня кристалічного фундаменту похила з півночі на південь, загальне падіння поверхні складає 20 - 40 м на 1 км, перепад абсолютних глибин занурення значний, від 100 до 1 000 м. В цьому ж напрямку відбувається збільшення потужності відкладів, що залягають на кристалічному фундаменті, і відмічається ясно виражений нахил сучасної поверхні. По маршруту м. Миколаєва виявлений поперечний виступ кристалічного фундаменту, що ділить Причорноморську низовину на західну та східну частини, які відрізняються за геологічною будовою та рельєфом. Східна частина характеризується більш потужними мезо-кайнозойськими відкладами. При цьому безпосередньо на кристалічному фундаменті залягають крейдові відклади.

В будові поверхні Бузько-Дніпровської області в цілому приймають участь відклади неогену та антропогену. Із неогенових відкладів вище місцевого базису ерозії залягають утворення сарматського, меотичного і понтичного ярусів. Сарматський ярус в придніпровській частині області представлений вапняками та

глинами, західніше річки Інгулець - глинами з прошарками вапняку та мергелю. Меотичний ярус утворений вапняками та мергелями в межиріччі Дніпро - Інгулець, на захід від Інгульця вапняки заміщуються мергелями, глинами і навіть пісками. Понтичний ярус в північно-східній частині складений оолітовими вапняками (нижній горизонт) і жовто-бурими та червоно-бурими черепашковими каверкозними вапняками; в південно-західній частині понтичний ярус характеризується складним перешаруванням вапняків та глин.

Неоднорідність літологічного складу відкладів неогену зумовлює різноманітність будови схилів долин і балок. Оголення вапняків часто утворюють карнизи і дефляційні тераси.

Перекриті понтичні вапняки червоно-бурими глинами, на яких залягають антропогенні відклади. Останні представлені лесами з 2-3-ма горизонтами викопних ґрунтів. Потужність лесових відкладів 20-30 м.

В будові долин річок приймають участь піщані алювіальні відклади і піщані лесовидні суглинки. На схилах долин і балок розповсюджені делювіальні лесовидні суглинки зі значним вмістом вапнякових порід неогену.

1.3 Геологічна будова

Тектонічна будова району як і всієї Херсонської області - платформенна. Це південна частина докембрійської Східноєвропейської платформи з крайовим прогином в сторону Криму. В рельєфі цей прогин виражений як Причорноморська низовина, яка нахилена з півночі на південь. Середній ухил поверхні – 0,6 - 0,8 м/км.

Докембрійський фундамент залягає тут на глибинах 600—3200 м, вище нагромадились палеозойські, мезозойські і кайнозойські відклади.

В тектонічному відношенні район робіт відноситься до Скіфської мікроплити (СМ). Основними структурними елементами СМ є зони порівняно вузьких прогинів і пов'язані з ними зони валоподібних піднять (рис. 1.2).

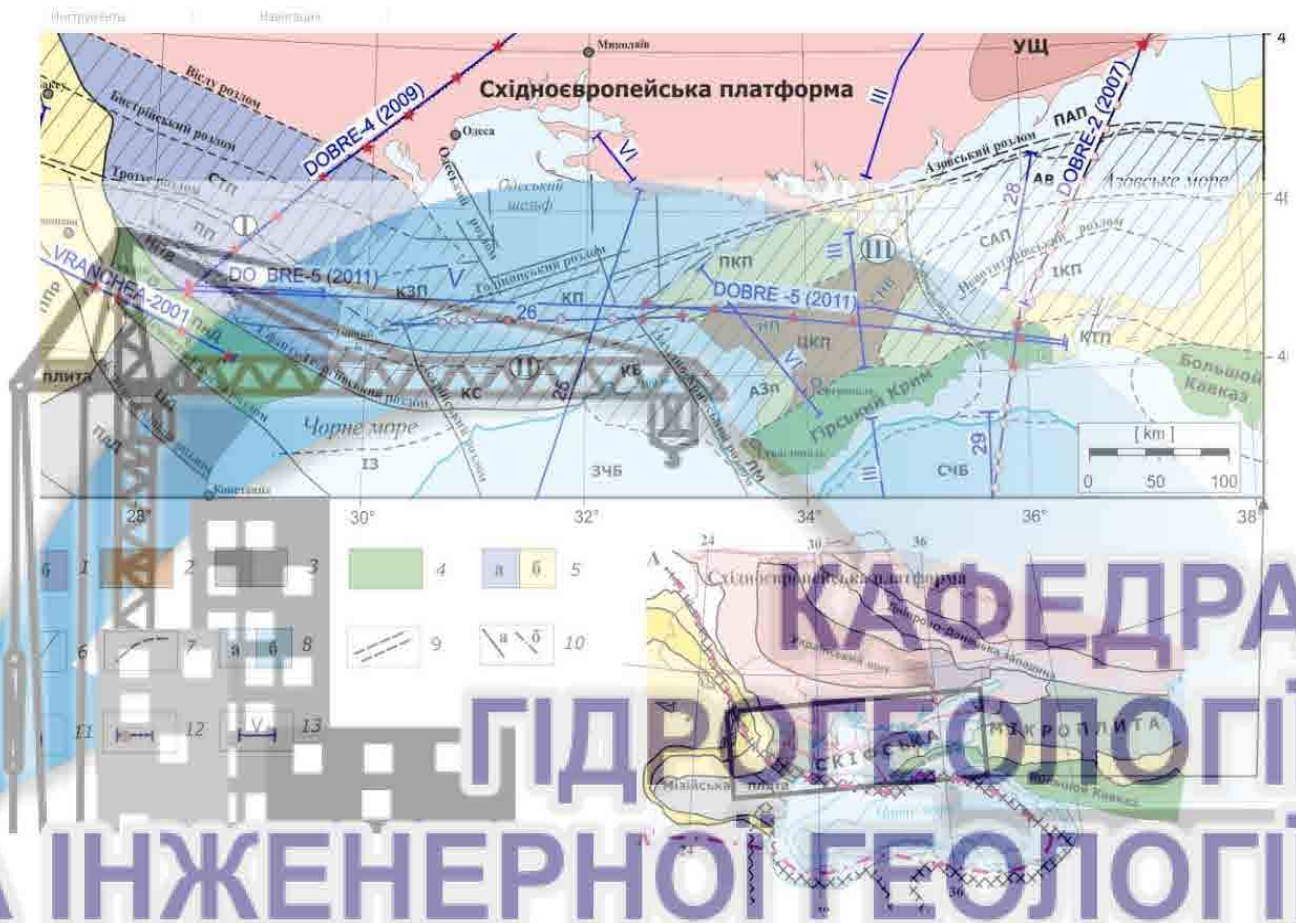


Рис. 1.2 Тектонічна схема західної частини Скіфської мікроплити

В геологічній будові території досліджень приймають участь *утворення архей-протерозою, крейди, палеогену і неогену та четвертинні відклади.*

Глибина залягання *відкладів докембрію* досягає 3000 м. Вони представлені гранітами.

Відклади крейди залягають на глибині 1600 метрів і представлені алевритами, пісковиками, вапняками, аргилітоподібними глинами, крейдою, мергелем.

Палеогенові відклади представлені аргилітоподібними глинами, глинистими вапняками, кварц-глауконітовими пісковиками, щільними глинами, мергелями, глинистими вапняками. Потужність палеогенових відкладів більше 1000 метрів.

Неогенові відклади представлені утвореннями міоцену і пліоцену. Загальна потужність відкладів міоцену становить 520 м. Утворення міоцену представлені пісками, вапняками. Пліоценові відкладі представлені глинами кіммерійського ярусу та середньоверхньопліоценовими континентальними пісками, глинами. Потужність пліоцену до 70 м.

Кіммерійський ярус (N_{2k}). Темно-сірі, із зеленуватим відтінком, а також червоно-бурими тонким щільними, іноді піщанистими глинами, що перешаровуються із сірими, місцями червоноколірними дрібнозернистими кварцовими пісками. Відкладання кіммерійського ярусу складені ритмічно побудованою піщано-глинистою товщею порід. Кожний окремих ритм представлений у розрізах верстовою глини, що підстиляються шаром піску. Таких ритмів спостерігається до чотирьох на півдні. Потужність цих відкладів на півдні до 31 м. Кіммерійські породи підстиляються вапняками і щебністими глинами понтичного ярусу.

Середньо-верхньочетвертинні континентальні відклади (N₂₂₋₃).

Представлені сірими, жовтуватими і зеленувато-сірими, іноді червоноколірними кварцовими пісками, сірувато-зеленими, іноді червоно-бурими, піщанистими глинами з гніздами, що містять, карбонати.

Відклади середнього-верхнього пліоцену представлені ритмічною товщею пісків, що перешаровуються, і глин, які зі стратиграфічною незгодою залягають на породах кіммерійського, понтичного і меотичного ярусів. Перекриваються відклади середнього-верхнього пліоцену четвертинними відкладеннями. Потужність середньо-верхньопліоценових відкладів складає до 38 метрів на півдні.

Нижня частина розрізу середньо-верхньопліоценових відкладів, складена переважно пісками і відповідає куяльницькому ярусу Причорномор'я.

Четвертинні відклади.

Еолово-делювіальні відклади (vdii) поширені на сході і півночі території вишукувань. Представлені червоно-бурими, буруватими-коричневими палевими лесовидними суглинками з горизонтами викопних ґрунтів. На вододільних ділянках вони найчастіше представлені двома горизонтами суглинків. Еолово-делювіальні суглинки залягають на еродованій поверхні верхнього пліоцену. Потужність порід коливається від 3-6 м на півдні до 4-8 метрів на півночі.

Нижньо-верхньочетвертинні відклади представлено двома типами ґрунтів: еолово-делювіальними і лиманними утвореннями оз. Сиваш і Каркінітської затоки (vd, Imni-iii), і еолово-делювіальними й озерними утвореннями подів (vd, L I-III). Зеленувато-сірі, оливково-зелені, іноді жовтуваті-палеві і строкаті суглинки,

глини, рідше супіски. Потужність нижньо-верхньочетвертинних відкладів становить до 12-30 м на півдні в районі Сивашу.

1.4 Геоморфологічна характеристика

В геоморфологічному плані Херсонська область – слабохвиляста рівнина, особливістю будови якої є те, що вона повністю розташована в межах найнижчого геоморфологічного рівня України – Причорноморського, пануючі висоти якого 50-60 м над рівнем моря. Територія області має загальний похил з північного заходу на південний схід. Пересічна абсолютна висота складає 46 м, максимальна амплітуда висот – 101,4 м.

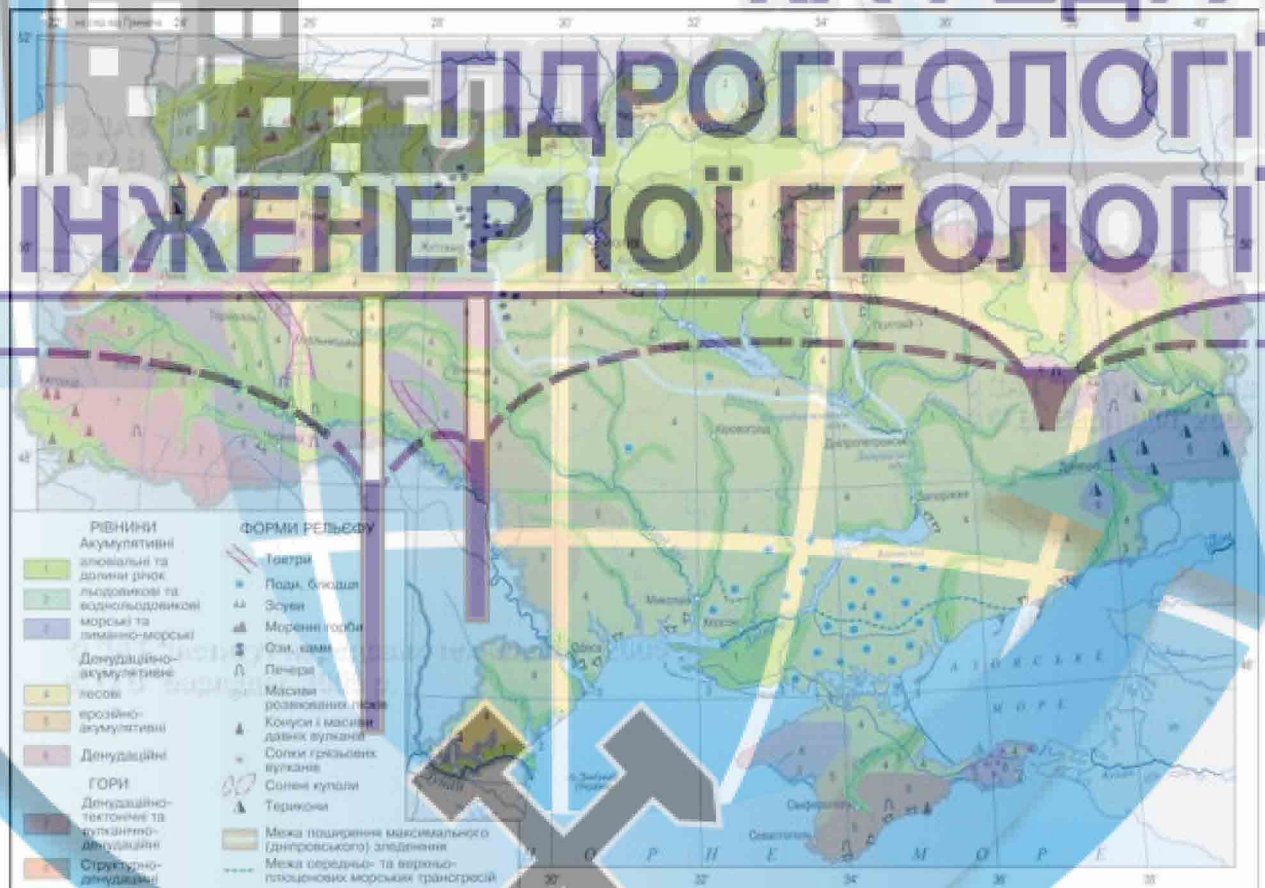


Рис. 1.3 Карта геоморфологічної будови України

Досліджувана територія розташована в північно-західній частині Присивашся, у межах північної частини Північно-Сивашської низовини, що входить до складу великої Причорноморської низовини (рис.1.3).

Північно-Сивашська низовина являє собою похилу низинно-лиманну рівнину, дуже слабо розчленовану ярово-блоковою сіткою, із загальним

підвищенням рельєфу від центру низовини до півночі. Абсолютні позначки рельєфу 0 - 20 м.

Постійні поверхневі водотоки на площі робіт відсутні. З великих поверхневих водойм розвинені численні затоки оз. Сиваш, штучно створені кислотонакопичувачі-водоймища ГАК Титан і САКЗ. Глибина їх незначна, у середньому не перевищує 3 м. З півночі на південь район досліджень перетинає Північно-Кримський канал, наповнюваний водами р. Дніпро.

У сучасному вигляді район становить собою знижену акумулятивну лесову рівнину, що піднімається над рівнем моря від 0 до 20 м. Переваги тектонічних опускань над підняттями в четвертинний час призвели до накопичення значної за потужністю товщі четвертинних континентальних відкладень і обумовили основні риси геоморфологічної будови. Дочетвертинні (неогенові) відкладення на площі робіт повсюдно перекриті на поверхні континентальними четвертинними відкладами, які представлені усіма ланками, серед яких у генетичному відношенні переважають озерні, озерно-пролювіальні, пролювіальні, делювіальні, еолово-делювіальні відклади. За речовинним складом переважають середні й важкі суглинки, рідше супіски, алеврити, піски, а також мулові відклади.

Диференційований характер рухів позначився й на морфології берегової лінії Присивашся. Узбережжя Сивашу порізане абразійними стрімчастими береговими уступами. Сивашські озера являють собою відшнуровані в наслідок регресії моря і локальних тимчасових підняттях вузькі морські затоки, затоплені в наступні періоди інгресій, пов'язаних уже з опусканнями суші. Ці молоді підняття можна зв'язати з активізацією раньодокембрійських структур у зоні зчленування прадавньої та молоді платформ. Простягання Сивашських заток збігається із простяганням міжблокових розламів, що обмежують прадавні байкальські структури, активізовані в пліоцен-четвертинний час. Активізація успадкованих неотектонічних рухів призвела до утворення озер з різними абсолютними позначками врізу води, а також фаціальної мінливості верхньочетвертинних і сучасних утворень.

1.5 Інженерно-геологічна характеристика

Основні форми рельєфу в Херсонській області сформувалися в результаті впливу різних природних процесів у кайнозойській час. На півночі області різко виділяються на загальному фоні рельєфу височини схильні площинному змиву. На північному сході відзначається розвиток ярів, балок дренажного типу. Нижньодніпровська річкова долина складена алювіальними, дельтовими відкладами піску, супісями, лесовидними суглинками. Ці опади лежать на розмитих відкладах неогену, складених вапняками, мергелем, глинисто-піщаних опадів.

На узбережжі Азовського і Чорного морів найнебезпечнішим інженерно-геологічним явищем є зсуви. Вони утворюються на схилах (де є глинисті породи, суглинки). Причиною виникнення можуть бути тектонічні зрушення. Також можуть бути й техногенні причини. До природних причин належать: крутий кут падіння схилів, підмив берегів схилів водою, тектонічні зрушення. До техногенних причин належать: вирубки лісів, земляні роботи, сільськогосподарська діяльність і т. д. Площі, зайняті зсувами, останнім часом зростають в кілька разів.

Також на обох узбережжях морів розвинений процес абразії – процес руйнування хвилями узбереж, схилів. Через цей процес зникають гектари узбережжя. Швидкість руйнування узбережжя досягає 4 м/рік. Причинами зникнення берегів є тектонічне занурення півночі Приазов'я та техногенні фактори: забруднення води, забудова берегів, порушення будівельних норм, видобуток піску на узбережжі і т. д.

1.6 Гідрогеологічна характеристика району робіт

У відповідності зі схемою гідрогеологічного районування території України, досліджувана площа розташована в центральній частині Присивасько-Азовського артезіанського басейну II порядку, який, у свою чергу, є частиною Причорноморського артезіанського басейну (рис.1.4).



Рис. 1.4 Гідрогеологічні райони України, А – Закарпатський артезіанський басейн; Б – Карпатська складчаста область; В – Передкарпатський артезіанський басейн; Г – Волино-Подільський артезіанський басейн; Д – Український басейн тріщинних вод; Е – Дніпровський артезіанський басейн; Є – Донецько-Донський артезіанський басейн; Ж – Донецька гідрогеологічна складчаста область; З – Причорноморський артезіанський басейн; І – Рівнинно-Кримський артезіанський басейн; К – Азово-Кубанський артезіанський басейн; Л – Кримська складчаста область.

Гідрогеологічні умови цього басейну можна охарактеризувати як складні. Розповсюдження водоносних горизонтів і слабопроникних шарів є невитриманим, літологічний склад водовміщуючих порід фаціально мінливий.

Основна частина ресурсів прісних підземних вод зосереджена в основному неогеновому водоносному комплексі – потужній товщі водонасичених

тріщинуватих вапняків з прошарками пісків, глин, мергелів сарматського, меотичного та понтичного ярусів. Основні водоносні горизонти, придатні для водопостачання населення району – плейстоцен-пліоценовий алювіальний, понт-меотис-верхньо-, середньосарматський, середньоміоценовий, палеогеновий. Водоносний комплекс повсюдно поширений на території району і забезпечує 98 % видобутку підземних вод. Потужність водовміщуючих порід збільшується з півночі на південь з 5-10 до 50-60 м. В цьому ж напрямку зростає і глибина залягання водоносного комплексу від метра до 120- 140 м. Щодо гідродинамічних особливостей комплексу, то на півночі він подекуди є безнапірним, з просуванням на південь – напірний. У покрівлі неогенового водоносного комплексу залягають верхньо-середньопліоценові, нижньочетвертинні та понтичні глини, що в цілому є позитивним фактором з точки зору його захищеності, однак глини по площі не мають повсюдного поширення та характеризуються різною потужністю по вертикалі. Вище по розрізу залягають підземні води у верхньо-середньопліоценових та четвертинних відкладах. Під впливом антропогенних факторів (гідротехнічне будівництво, зрошувальні меліорації та ін.) рівень першого від поверхні водоносного горизонту значно підвищився, тому вертикальний градієнт напору направлений зверху вниз, до водоносного комплексу, що експлуатується.

Експлуатуються лише експлуатаційні запаси основного неогенового водоносного горизонту. Для підйому води експлуатують артезіанські свердловини глибиною до 100 м (108 артезіанських свердловин).

Природними чинниками формування підземних вод є інфільтрація атмосферних опадів і поверхневих вод в межах басейну і надходження підземних вод з Українського кристалічного щита. Загальний напрям руху підземних вод — на південь, в цьому ж напрямі збільшується мінералізація води. На всій території області поширені водоносні комплекси антропогенних, неогенних і палеогенних відкладень, що складаються з численних гідравлічно зв'язаних між собою водоносних горизонтів. Антропогенні водоносні горизонти містяться в алювіальних, лиманово-морських і еолових пісках і покривних суглинках на вододілах і річкових терасах. Водоносний комплекс неогенних відкладень на

глибині 1,5—240 м складається з гідравлічно зв'язаних між собою водоносних пісків і вапняків, розділених водостійкими породами. До водоносного комплексу палеогенних відкладень належать водоносні горизонти в пісках, мергелях, що розтріскалися, і вапняках на глибині 10—1000 м.

Прогнозовані ресурси підземних вод із мінералізацією до 3 г/л складають в Херсонській області 4,05 млн м³ в добу, що становить 65 % прогнозованих ресурсів Причорноморського артезіанського басейну.


Забезпеченість питними підземними водами одного жителя складає в південно-західній частині області 2,3—5,5 м³ в добу, на решті території — 0,2—0,6 м³ в добу (в середньому по Україні — 1,15 м³ в добу).

На природні умови залягання, формування ресурсів і хімічний склад води істотно впливають антропогенні чинники. Фільтрація поверхневих вод з гідротехнічних споруд (Каховського водосховища, каналів) і на зрошуваних масивах зумовили на великих територіях інтенсивне підняття рівня, збільшення мінералізації і забруднення підземних вод.

У розрізі осадового чохла Північно-Сиваського прогину, простежується кілька регіонально-витриманих водотривких товщ, а також водотривів місцевого характеру. Їх наявність визначає можливість утворення у водопроникних породах декількох роз'єднаних водоносних горизонтів і комплексів. Грунтові води поширені в четвертинних відкладах. Напірний режим фільтрації підземних вод характерний для водоносних горизонтів відкладів верхнього й нижнього пліоцену, верхнього й середнього міоцену, палеогену, верхньої частини верхньої крейди та нижніх ярусів нижньої крейди.

Основна область живлення глибоких водоносних горизонтів розташовується в Передгірному Криму та на схилах Українського щита, де водопроникні породи виходять на денну поверхню або перекриваються малопотужною товщею більш молодих відкладів. Місцева область живлення основного неогенового водоносного комплексу (понт-меотис-сарматського) перебуває в Херсонській області в районі поширення Олешківських пісків і на ділянках виходу порід комплексу на денну поверхню (або у борти балок).

Зона вільного водообміну на території досліджень представлена трьохпластовою водоносною системою: ґрунтовими водами в пухких четвертинних відкладеннях; середньо-верхньопліоценовим водоносним горизонтом і понт-меотис-сарматським водоносним комплексом. Внаслідок високої мінералізації підземні води двох верхніх горизонтів практичного значення для водокористування не мають. Для господарсько-питного водопостачання населених пунктів району робіт використовуються прісні води понт-меотис-сарматського комплексу.



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ

Інженерні вишукування для будівництва є видом науково-технічної діяльності (згідно із Законом України "Про наукову та науково-технічну діяльність" від 13.12.1991 № 1997), що забезпечує вивчення природних і техногенних умов територій (або ділянок) об'єктів будівництва, розроблення прогнозів взаємодії об'єктів будівництва з навколишнім середовищем, розроблення усіх видів проектів (у тому числі інженерної підготовки територій, захисту територій і об'єктів від небезпечних процесів).

Інженерні вишукування виконують на основі договору підряду згідно з технічним завданням та програмою виконання робіт.

Залежно від порядку розроблення проектної документації (згідно з ДБН А.2.2-3-2004) обсяги вишукувальних робіт розподіляють таким чином:

- для передпроектних робіт, а також для розроблення ескізного проекту (ЕП)
- на основі літературних, фондових джерел (враховуючи й державний картографо-геодезичний фонд) і обґрунтованого обсягу польових і лабораторних робіт;

- на стадіях: техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) чи техніко-економічний розрахунок (ТЕР), проект (П) або робочий проект (РП) - основні обсяги вишукувань (до 100%);

- на стадії робочої документації (Р) - додаткові обсяги вишукувальних робіт за відповідного обґрунтування в технічному завданні.

У всіх випадках склад і обсяги вишукувальних робіт визначає вишукувальна організація з урахуванням таких чинників:

1. Вид будівництва (мета вишукувань);
2. Регіональні, територіальні та локальні особливості території (складність умов);
3. Ступінь вивченості території;
4. Стадія проектування.

Інженерно-геологічні вишукування виконуються з метою вивчення та оцінки інженерно-геологічних умов території (або ділянки) будівництва для:

1. Визначення характеристик інженерно-геологічних умов території та отримання вихідних даних для проектів будівництва;
2. Прогнозування змін інженерно-геологічних умов під дією природних і техногенних факторів, визначення допустимих впливів на елементи геологічного середовища та способів досягнення потрібного стану цього середовища;
3. Оцінювання ризику життєдіяльності людини на конкретних територіях;
4. Розроблення проектів захисту територій та окремих об'єктів від несприятливих і небезпечних процесів.

За складом інженерно-геологічні вишукування є комплексними і включають види робіт, які направлені на вивчення геологічної будови, стану та властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, інженерно-геологічних процесів і явищ, а також на розроблення основних прогнозів.

У ході інженерно-геологічних вишукувань використовують маршрутні спостереження, геофізичні роботи, бурові та гірничопрохідницькі роботи, геотехнічні вишукування, лабораторні роботи, польові дослідні роботи, гідрогеологічні вишукування, дослідно-фільтраційні роботи, гідрохімічне випробування та хімічний аналіз підземних вод, стаціонарні спостереження та камеральне опрацювання матеріалів.

2.1 Категорія складності інженерно-геологічних умов

Згідно ДБН В.2.1-10:2018, проектування паль і пальових фундаментів споруд слід виконувати з урахуванням конструктивно-планувальних рішень їх несучих конструкцій, результатів інженерно-геологічних вишукувань згідно з ДБН А.2.1-1 (табл. 2.1), загальних вимог до проектування основ і фундаментів, особливостей ґрунтових основ і територій з особливими умовами відповідно до ДБН В.1.1-45 та класу наслідків споруд згідно з ДБН В.1.2-14.

Табл. 2.1 Категорії складності інженерно-геологічних умов (додаток Ж ДБН А.2.1-1:2008 «Інженерні вишукування для будівництва»)

Фактори	I (проста)	II (середньої складності)	III (складна)
Геоморфологічні умови	майданчик (ділянка) у межах одного геоморфологічного елемента; поверхня горизонтальна, нерозчленована	майданчик (ділянка) у межах декількох геоморфологічних елементів одного генезису; поверхня похила, слабо розчленована	майданчик (ділянка) у межах декількох геоморфологічних елементів різного генезису; поверхня сильно розчленована
Геологічні фактори в сфері взаємодії будівель і споруд із геологічним середовищем	не більше двох різних за літологією шарів, що залягають горизонтально або слабо похило (ухил не більше чотирьох різних за літологією шарів, що залягають похило або з виклинцюванням; потужність змінюється закономірно; закономірна зміна характеристик ґрунтів у плані або за глибиною; скельні ґрунти мають нерівну покрівлю і перекриті нескельними ґрунтами	не більше чотирьох різних за літологією шарів, що залягають похило або з виклинцюванням; потужність змінюється закономірно; закономірна зміна характеристик ґрунтів у плані або за глибиною; скельні ґрунти мають нерівну покрівлю і перекриті нескельними ґрунтами	більше чотирьох різних за літологією шарів; потужність різко змінюється; лінзоподібне залягання шарів; значний ступінь неоднорідності за показниками властивостей ґрунтів, що не закономірно і (або) закономірно змінюються в плані або за глибиною; скельні ґрунти мають сильно розчленовану покрівлю і перекриті нескельними ґрунтами

Гідрогеологічні фактори в сфері взаємодії будівель і споруд із геологічним середовищем	підземні води відсутні або є один витриманий горизонт підземних вод з однорідним хімічним складом	два або більше витриманих горизонтів підземних вод, місцями з неоднорідним хімічним складом або з напором	горизонти підземних вод не витримані за проляганням і потужністю, з неоднорідним хімічним складом; місцями складне чергування водоносних і водотривких порід; напори підземних вод змінюються за проляганням
Геологічні процеси, що негативно впливають на умови будівництва і експлуатації будівель і споруд	відсутні	мають обмежене поширення	мають велике поширення і вирішально впливають на проектування та будівництво
Ґрунти із особливими властивостями в сфері взаємодії будівель і споруд із геологічним середовищем		не роблять істотного впливу на вибір проектних рішень; мають витримане залягання	вирішально впливають на вибір проектних рішень; ускладнюють будівництво й експлуатацію
<p>Примітка. Категорії інженерно-геологічних умов встановлюють за сукупністю факторів, зазначених у додатку Ж. Якщо який-небудь окремих фактор відноситься до більш високої категорії складності і є визначальним при прийнятті основних проектних рішень, то категорію складності інженерно-геологічних умов встановлюють за таким фактором. У цьому випадку повинні бути збільшені обсяги або додатково передбачені тільки ті види робіт, які необхідні для забезпечення з'ясування впливу на проєктовані будівлі та споруди саме цього фактора</p>			

Ділянка I (простої) категорії розташовується в межах одного геоморфологічного елемента; поверхня ділянки горизонтальна, не розчленована; ґрунтові пласти залягають горизонтально або слабо похило (рис. 2.1а), їх потужність витримана за простяганням; підземні води відсутні або є витриманий горизонт з однорідним хімічним складом.



Рис. 2.1 Ґрунтові нащарування: а – згідне залягання; б – похиле виклинювання пластів; в – лінзоподібне залягання пластів

Ділянка II (середньої) категорії складності включає декілька геоморфологічних елементів одного генезису; поверхня похила, слабо розчленована; у сфері взаємодії будівель і споруд із геологічним середовищем розташовується не більше чотирьох різних за літологією шарів, що залягають похило або з виклинюванням (2.1б), потужність шарів змінюється за простяганням закономірно; підземні води мають два або більше витриманих горизонти з неоднорідним хімічним складом або горизонти є напірними.

Ділянки III категорії характеризуються складними інженерно-геологічними умовами: наявністю декількох геоморфологічних елементів різного генезису, поверхня сильно розчленована; у межах ґрунтової товщі розташовується понад чотири різні за літологією шари, потужність яких різко змінюється за простяганням, можливо лінзовидне залягання шарів (2.1в); горизонти підземних вод невитримані за простяганням і за потужністю, мають неоднорідний хімічний склад, місцями можливо складне чергування водоносних і водотривких порід, напори підземних вод

змінюються за простяганням. Крім того, до ділянок третьої категорії складності відносять також будівельні майданчики в умовах залягання структурно-нестійких ґрунтів (просідних і набрякаючих).

Для ділянок III категорії складності умов також додатково виконується оцінка інженерно-геологічних умов забудованих територій, існуючих й експлуатованих будівель і споруд за ступенем соціально-екологічного ризику:

III – умови складні; загроза втрати придатності або руйнування будівель і споруд відсутня;

III а – умови особливо складні; є потенційна загроза втрати придатності або руйнування будівель і споруд, а також загроза життєдіяльності населення;

III б – екстремальні умови; процеси, що розвиваються, несуть реальну загрозу руйнування будівель і споруд та загрозу життєдіяльності населення.

На ділянках III а та III б нове будівництво не допускається до вжиття заходів, що усувають загрозу втрати придатності (або руйнування) будівель і споруд та забезпечують життєдіяльність населення.

Район вишукувань відноситься до III категорії складності інженерно-геологічних умов (табл. 2.1).

2.2 Категорія складності будівництва

Проектування основ і фундаментів інженерних споруд починають із вивчення факторів, що визначають вибір проектних рішень. Серед них найбільшу значущість мають:

- 1) ступінь відповідальності будівлі чи споруди, їх конструктивні та архітектурно-планувальні особливості;
- 2) навантаження, які враховують в розрахунках;
- 3) дані інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань на будівельному майданчику;
- 4) місцеві умови будівництва;

Для проектування конструкцій будівель чи споруд цивільного призначення, залежно від їх архітектурної й технічної складності, згідно з Державними будівельними нормами (ДБН) А. 2.2-3-2004 "Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва" встановлено 5 категорій складності.

До **I категорії складності** відносяться архітектурно й технічно нескладні об'єкти (господарські будівлі при житлових будинках, садові літні будиночки, відкриті ринки тощо).

До **II категорії складності** відносяться архітектурно нескладні, але технічно складні, або технічно нескладні, але архітектурно складні об'єкти (1-3-поверхові садибні житлові будинки, будинки сільських рад, аптеки, туристичні бази, бари, РАГС, підприємства зв'язку тощо).

До **III категорії складності** відносяться архітектурно й технічно складні об'єкти (2-10-поверхові житлові багатоквартирні будинки, готелі 3 і 4 розрядів, дитячі ясла, загальноосвітні школи, будинки страхових компаній, будинки архівів, профілакторії, спортивні зали, бібліотеки, ресторани, автовокзали, відділення зв'язку, монастирі тощо).

До **IV категорії складності** відносяться архітектурно складні, але технічно особливо складні, або технічно складні, але архітектурно особливо складні об'єкти (багатоповерхові (понад 10 поверхів) житлові будинки всіх типів, готелі 1 і 2 розряду, ліцеї, університети, банки, поліклініки, кінотеатри тощо).

До **V категорії складності** відносяться архітектурно й технічно особливо складні об'єкти (багатоповерхові архітектурні житлові комплекси зі складною структурою, готелі вищого розряду, театри, цирки, залізничні вокзали, аеропорти, телецентри, храми, підземні лінії метрополітену тощо).

ВЕС відносяться споруд III-го класу складності будівництва.

3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ МАЙДАНЧИКА РОБІТ

3.1. Рельєф ділянки і умови поверхневого стоку

Природний рельєф ділянки робіт має незначний ухил у західному напрямку. На відстані 109 м у південно-західному напрямку від майданчика знаходиться обвідний дренажний канал, 70 метрів у західному напрямку – заболочена низина. Мікрорельєф в межах ділянки незначним чином змінено внаслідок антропогенної діяльності – прокладки ґрунтових доріг та розпахування полів. Поверхневий стік не зарегульовано.

3.2 Ґрунти та їх властивості в межах майданчика робіт

Ділянка робіт розвідана 3 свердловинами до глибини 40,0 м.

При камеральній обробці польових та лабораторних даних розвідана товща ґрунтів площадки розділена на верстви (інженерно-геологічні елементи, ІґЕ) за ДСТУ БВ-2.1-96 ҐРУНТИ. КЛАСИФІКАЦІЯ. Згідно із цим документом стратифікація розрізу проведена за літологічними ознаками (мінеральному і гранулометричному складу) з урахуванням умов утворення, стану (щільності, вологості, структури, ступеню вивітрілості, тріщинуватості) і фізико-механічних властивостей ґрунтів. Відповідно до цього на площадці виділені верстви (ІґЕ) що наведені в "Зведеній інженерно-геологічній колонці з нормативними і розрахунковими значеннями показників властивостей ґрунтів" (Додаток 4.).

Потужності і інші умови залягання ґрунтів показані у графічних додатках на інженерно-геологічному розрізі (Додаток 2. Інженерно-геологічний розріз ділянки).

Усього було виділено 7 інженерно-геологічних елементів (табл. 3.1):

Табл. 3.1 Інженерно-геологічні елементи на досліджуваній ділянці

№ ПГЕ	Глибина залягання	Потужність	Опис ПГЕ
II	0,0	0,7-0,8	- Грунтово-рослинний шар. Суглинок темно-сірий, гумусований з корінням та рештками рослин
1	0,7-0,8	3,8-4,0	- Суглинок коричневий, від твердого до тугопластичного з рідкими жилами та гніздами карбонатів до 100 мм та кристалами гіпсу. Місцями м'якопластичний, жили до 30 мм.
2	4,6-4,7	1,2-1,4	- Суглинок лесовий коричневий, від туго до м'якопластичного, з включенням чорних зерен. З 4,5-4,9 м з включенням кристалів гіпсу. Місцями з включенням карбонатів та світло-сірого суглинку.
3	5,8-6,0	2,3-2,6	- Суглинок коричневий, тугопластичний з включенням чорних зерен та карбонатів до 5 мм. Місцями зустрічаються гнізда супіску, плями озалізнення до 5 мм та карбонати до 15 мм.
6	8,3-8,5	22,0-24,2	- Пісок жовтий, місцями білий, середньозернистий, водонасичений, місцями озалізнений, щільний.
6б	31,3-33,5	6,5-8,7 розкрита	- Пісок жовтий, місцями білий, середньозернистий, водонасичений, місцями озалізнений, щільний.
7	прошарки	0,8-1,7	- Суглинок світло-сірий, м'якопластичний з помаранчевими розмивами.

Фізико-механічні властивості ґрунтів вивчались у геотехнічній лабораторії, та польовими методами, і наведені у зведеній інженерно-геологічній колонці (Додаток 4. Інженерно-геологічна колонка).

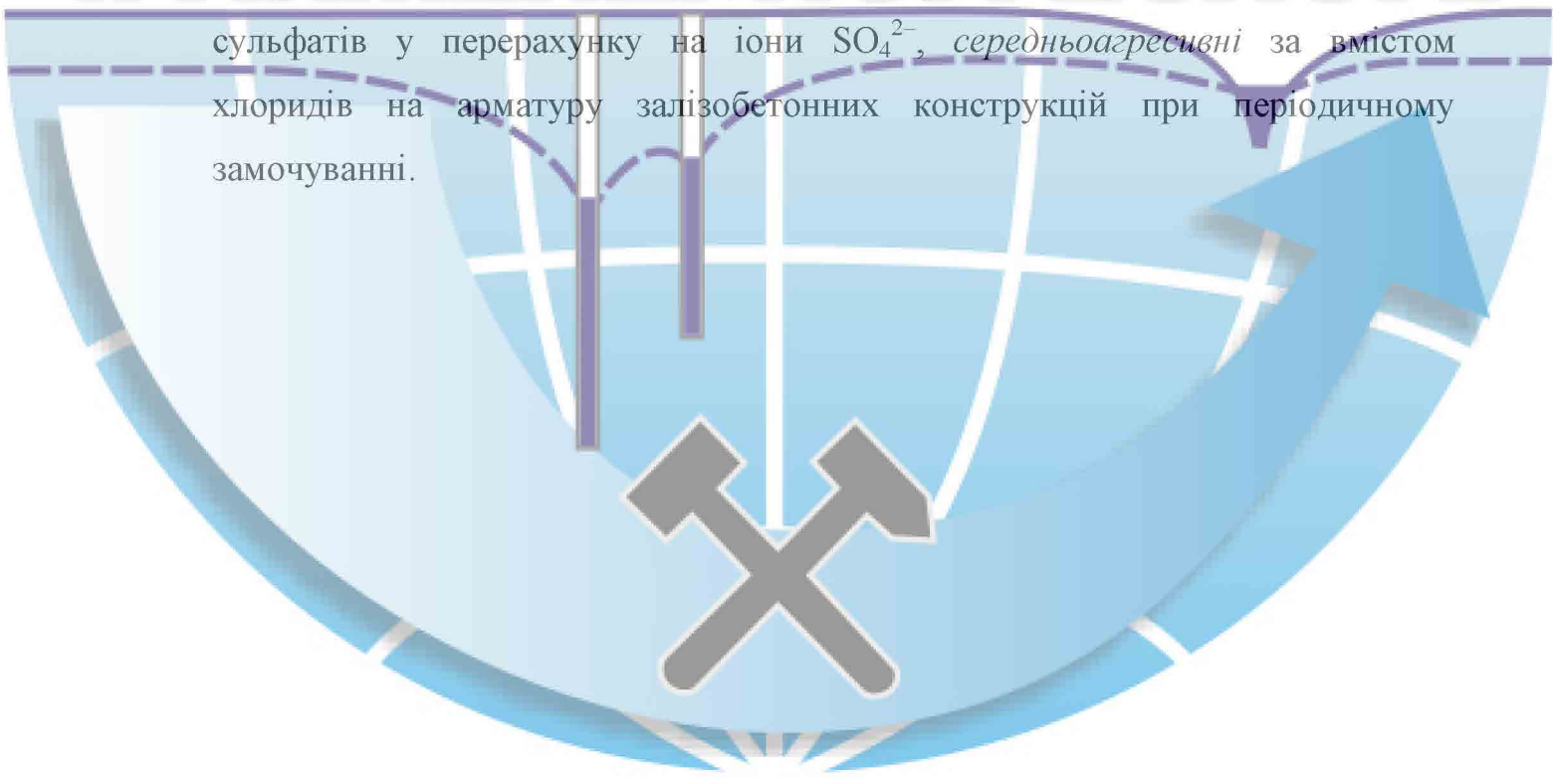
3.3. Гідрогеологічні умови майданчика робіт

На період вишукувань у свердловинах зафіксовано водоносний горизонт нерозчленованих нижньо-верхньоплейстоценових еолово-делювіальних відкладів, який має суцільне поширення у південній частині

території. Води приурочені до лесовидних суглинків. Локальним водотривом даного водоносного комплексу являється шар суглинків ІГЕ 2, ІГЕ 3. Рівень ґрунтових вод вскрито на глибині від 4,60 до 7,40 м, рівень в усіх свердловинах встановився на глибині 3,90 м, що відповідає абсолютній відмітці 3,60 м. Згідно з архівними даними коефіцієнти фільтрації не перевищують 1 м/доб. Живлення здійснюється шляхом інфільтрації атмосферних опадів та зрошення полів. Використання вод для господарських цілей обмежене.

За результатами хімічних аналізів підземні води за хімічним складом відносяться до сульфатно-хлоридних натрієвих. Мінералізація підземних вод висока, сухий залишок становить 2872 мг/дм³. Підземні води *неагресивні* за водневим показником рН та вмістом агресивної вуглекислоти до бетону марок W4, W6, W8 за водонепроникністю, приготованих на будь-якому цементі, на цементні кладочні розчини і азбоцементні конструкції; *неагресивні* за показником агресивності рідкого середовища з вмістом сульфатів у перерахунку на іони SO_4^{2-} , *середньоагресивні* за вмістом хлоридів на арматуру залізобетонних конструкцій при періодичному замочуванні.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



3.4. Сучасні геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища

З сучасних геологічних та інженерно-геологічних процесів та явищ, що мають поширення на території робіт можна виділити наступні:

1. **Підтоплення.** Ділянку робіт за сукупністю факторів можна віднести до підтоплених (згідно з ДБН В.1.1-25-2009). Грунтові води що вскрыто свердловинами в межах ділянки залягають на глибині 3.90 метрів. Підйом рівня ґрунтових вод можливий як під впливом природних факторів (атмосферні осадки, нагонні явища, підйом рівня води у водоймищах), так і під впливом антропогенних факторів (зрошення полів, витіки з комунікацій, баражний ефект від споруд).
2. **Ерозія площинна та струменева** – поширена повсюдно на території робіт. Широкому поширенню ерозійних процесів сприяє наявність глинистих лесовидних ґрунтів, що легко розмокають та розмиваються.
3. **Процеси абразії,** що поширені вздовж узбережжя моря, оз. Сиваш та крупних водойм. Головним чинником активного розвитку абразійних процесів також є повсюдне поширення глинистих лесовидних ґрунтів.
4. **Зсувні процеси,** що мають поширення вздовж узбережжя водойм.
5. **Процеси та явища просідання** що проявляються у вигляді просадних блюдць та подів. Ці процеси обумовлені наявністю в інженерно-геологічному розрізі лесових ґрунтів. Лесові ґрунти верхньої частини розрізу в межах майданчика що залягають вище рівня ґрунтових вод за результатами компресійних випробувань непросідні.
6. **Процесів геодинамічного та тектонічного характеру** в межах ділянки досліджень не виявлено.
7. **Сейсмічність.** Ділянка робіт знаходиться під впливом декількох сейсмогенних зон.

Клас наслідків (відповідальності) будівлі або споруди визначається відповідно до п. 5.1 чинного ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної

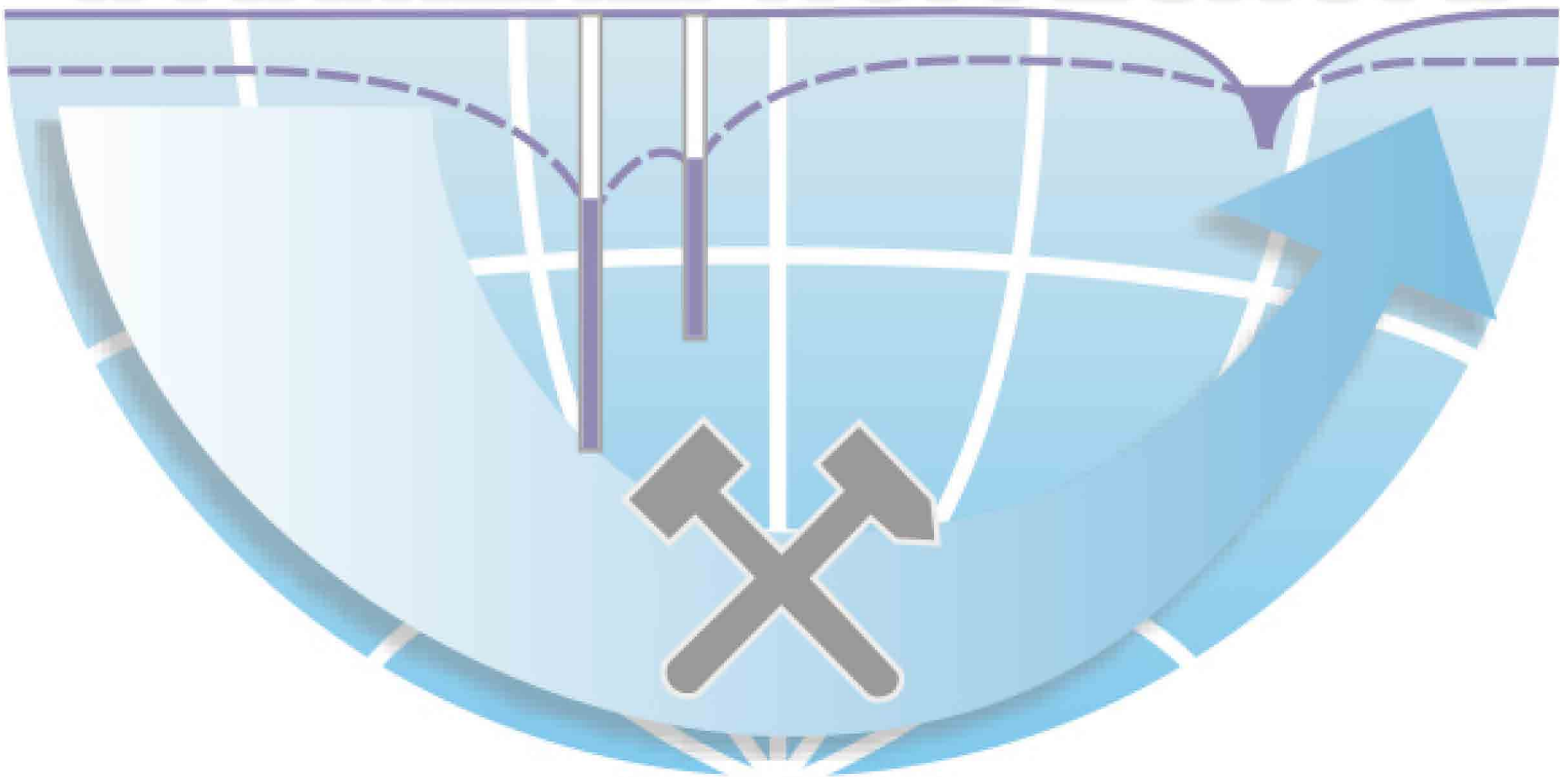
безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». У зв'язку з чим визначену проектною документацією категорію складності об'єктів будівництва необхідно перевіряти з урахуванням класу наслідків (відповідальності).

При цьому пропонується наступна схема урахування класу наслідків (відповідальності) СС-1; СС-2; СС-3:

- класу наслідків СС-1 відповідають I та II категорія складності;
- класу наслідків СС-2 відповідають III та IV категорія складності;
- класу наслідків СС-3 відповідає V категорія складності.

Так як ВЕС відносяться до споруд III-го категорії складності, фонові сейсмічність ділянки для споруд класу СС2 складає 6 балів.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



3.5 Аналіз випробування ґрунтів методом статичного зондування

Статичне зондування – це процес занурення зонда в ґрунт статичним навантаженням вдавнення з одночасним вимірюванням показників опору ґрунту при зануренні зонда.

Зондування є польовим непрямим методом вивчення фізико-механічних властивостей ґрунтів. Кількісну оцінку характеристик фізико-механічних властивостей ґрунтів за результатами зондування здійснюють на основі статистично обґрунтованих залежностей між показниками опору ґрунтів зануренню зонда та показниками характеристик ґрунтів, які визначені за унормованими прямими методами дослідження ґрунтів. Отримані на основі кореляційних залежностей дані можуть використатися для приблизних розрахунків і повинні підтверджуватись унормованими прямими методами досліджень.

Випробування ґрунту методом статичного зондування виконують з допомогою спеціальних установок, що забезпечують вдавлювання зонда у ґрунт.

До складу установки для випробування ґрунту статичним зондуванням повинні входити:

- зонд (набір штанг і наконечник);
- пристрій для вдавлювання та підняття зонда;
- опорно-анкерний пристрій;
- пристрій для вимірювання навантаження тиску і показників опору ґрунту.

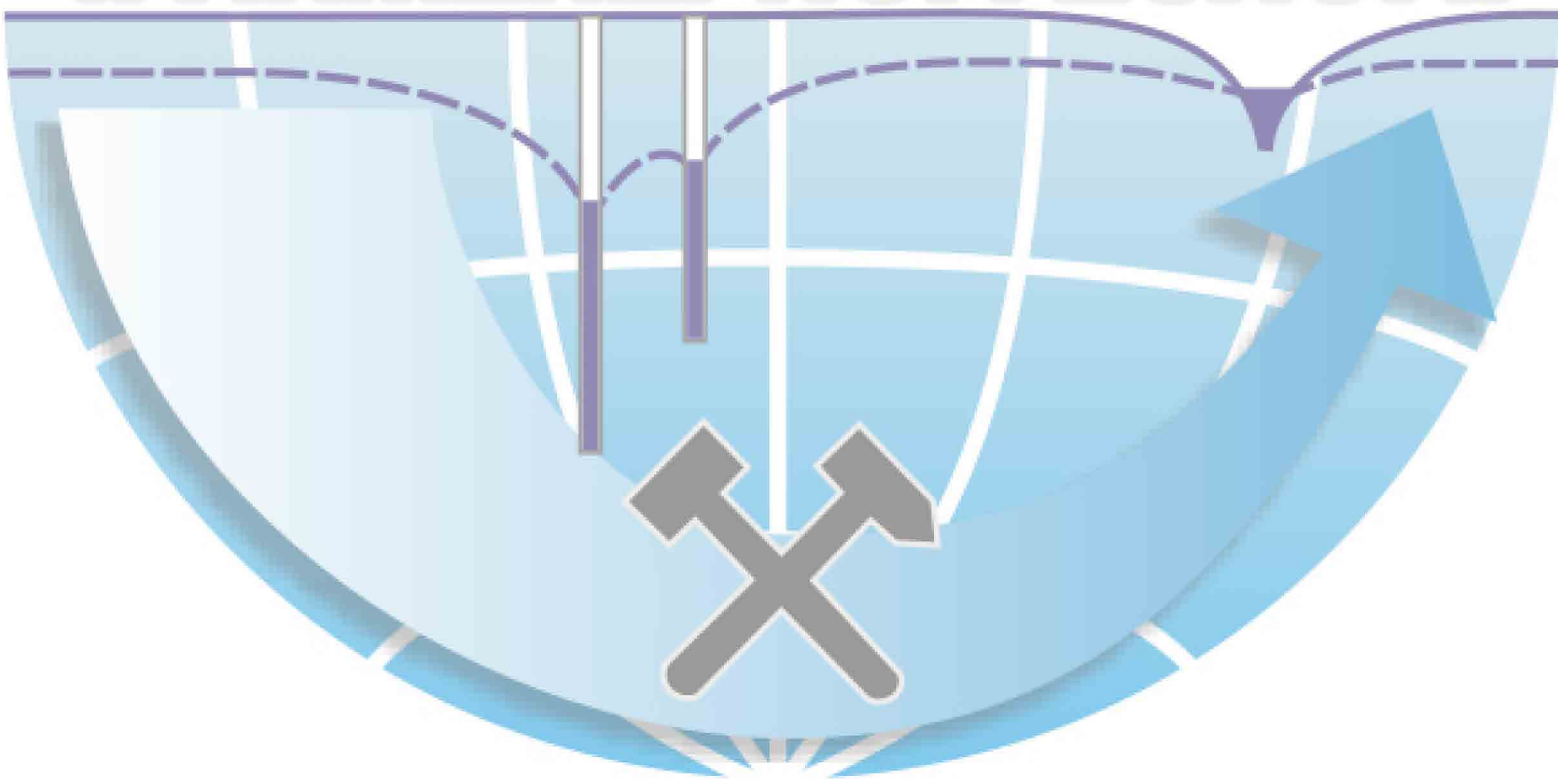
При статичному зондуванні за даними вимірювання показників опору ґрунту під наконечником зонда і на бічній поверхні зонда визначають: - питомий опір ґрунту під конусом зонда – \bar{q}_c (для зондів типу I та II згідно з додатком Г); - загальний опір ґрунту на бічній поверхні зонда – Q_s (для зонда типу I згідно з додатком Г); - питомий опір ґрунту на ділянці бічної поверхні муфти тертя зонда – f_s (для зонда типу II згідно з додатком Г).

Відповідно до конструкції наконечника зонди можуть бути таких типів: Тип I - зонд з конусом і кожухом; Тип II - зонд з конусом, кожухом і муфтою тертя. Для зонда типу II дозволяється застосування розширювача, розташованого не ближче 1000 мм від конуса. **Випробування на нашій ділянці велись зондом II типу.**

За даними вимірювань, отриманих у процесі випробування, обчислені значення: \bar{q}_c та f_s та збудовані графіки зміни цих величин за глибиною зондування (Додаток 3. Паспорт статичного зондування).

З побудованих графіків виходить, що найбільші значення питомого опору під конусом зонда та питомого опору на ділянці бічної поверхні муфти тертя зонда мають піски з шарів ПЕ 6, ПЕ 6б.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

Ґрунтова товща, як природна, так і штучна, неоднорідна та складається з інженерно-геологічних елементів (шарів чи пластів ґрунту). Але й у межах кожного елемента ґрунт унаслідок його природної неоднорідності, зміни геологічних умов чи через особливості технології зведення штучних основ може відрізнятися за складом, будовою, станом, значеннями механічних характеристик. Для отримання найбільш достовірних значень вищерозглянутих фізико-механічних властивостей ґрунту за обмеженої кількості випробувань у різних точках шару звертаються до статистичної обробки даних лабораторних чи польових випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.1-5-96 (ГОСТ 20522-96). Проведення великої кількості випробувань практично неможливе, тому користуються кількома поодинокими визначеннями – вибіркою.

Розрізняють нормативні X_n та розрахункові X значення характеристик ґрунту. Нормативні значення всіх фізичних (вологості, щільності, пластичності тощо) і деяких механічних (модуля деформації, границі міцності на одноосовий стиск, відносних просадочності й набрякання та ін.) характеристик ґрунту приймають рівними середньоарифметичній величині поодиноких визначень X_i цих характеристик.

$$X_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

де n – кількість визначень характеристики (обсяг вибірки). Далі перевіряють, чи не містяться серед поодиноких визначень X_i будьякі дані із суттєвими відхиленнями від загальної сукупності результатів. Вилученню із загальної вибірки підлягають максимальні або мінімальні значення X_i (відскоки), для котрих виконується умова

$$|X_n - X_i| > \nu S$$

де ν – статистичний критерій, який приймають залежно від кількості визначень n характеристики за статистичними таблицями ДСТУ Б В.2.1-5-96;

S – середньоквадратичне відхилення характеристики, що дорівнює

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}$$

При відсутності таких відскоків за нормативну характеристику приймають середньоарифметичне значення X_n . Якщо відскоки мають місце, то їх значення виключають із загальної вибірки, після чого визначають середньоарифметичне значення X_n і знов перевіряють вибірку на наявність відскоків.

Проаналізуємо модуль деформації. Відібрані 7 проб ґрунту ІСЕ-1, у лабораторії визначені такі числа – 11,50, 10,30, 11,10, 8,70, 10,40, 9,50, 11,30.

Підставляємо їх:

$$X_n = \frac{1}{7} * (11,50 + 10,30 + 11,10 + 8,70 + 10,40 + 9,50 + 11,30) = 10,4$$

Серед цих даних найбільше відрізняється останнє, 8,7. Це можна назвати відскоком.

$$S = \sqrt{\frac{1}{7-1} * ((10,4 - 11,5)^2 + (10,4 - 10,3)^2 + (10,4 - 11,1)^2 + (10,4 - 8,7)^2 + (10,4 - 10,4)^2 + (10,4 - 9,5)^2 + (10,4 - 11,3)^2)} = 1,84$$

Слід також пам'ятати, що розрахункове значення питомої ваги ґрунту встановлюється множенням розрахункового значення щільності ґрунту на прискорення вільного падіння.

Табл. 4.1 Довірчі ймовірності для різних кількостей визначень

α	Кількість визначень ($n-1$) або ($n-2$)										
	3	4	5	6	10	15	20	25	30	40	60
0,85	1,25	1,19	1,16	1,13	1,10	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05
0,95	2,35	2,13	2,01	1,94	1,81	1,75	1,72	1,71	1,70	1,68	1,67
0,98	3,45	3,02	2,74	2,63	2,40	2,27	2,22	2,19	2,17	2,14	2,12
0,99	4,54	3,75	3,36	3,14	2,76	2,60	2,53	2,49	2,45	2,42	2,39

У розрахунках за першою групою граничних станів (за несучою здатністю) розрахункові характеристики визначають при довірчій імовірності $\alpha=0,95$ (табл. 4.1) і звичайно позначають як $t g_{\text{I}}$, c_{I} , ρ_{I} , а в розрахунках за другою групою граничних станів (за деформаціями) – при $\alpha=0,85$ та позначають як $t g_{\text{II}}$, c_{II} , ρ_{II} . Для основ опор мостів відповідно $\alpha=0,98$ і $\alpha=0,99$. При цьому дійсне середнє значення характеристики (розрахункової) не повинно виходити за нижню чи верхню межі одnobічного довірчого значення. Отже, значення шуканої характеристики на кривій розподілу (рис. 6) попадає в інтервал δ , який називають довірчим.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Рис. 6. Приклад статистичних кривих розподілу значень фізико-механічних характеристик: 1 – теоретична; 2 – дослідна

5. РОЗРАХУНОК ОСІДАННЯ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В УМОВАХ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Метод пошарового підсумовування може використовуватись в будь-яких інженерно-геологічних умовах майданчика будівництва незалежно від розмірів підовши фундаментів. Розрахункова схема методу пошарового підсумовування є лінійно-деформований напівпростір з умовним обмеженням нижньої границі стисливої товщі ґрунтів H_c (рис. 5.1).

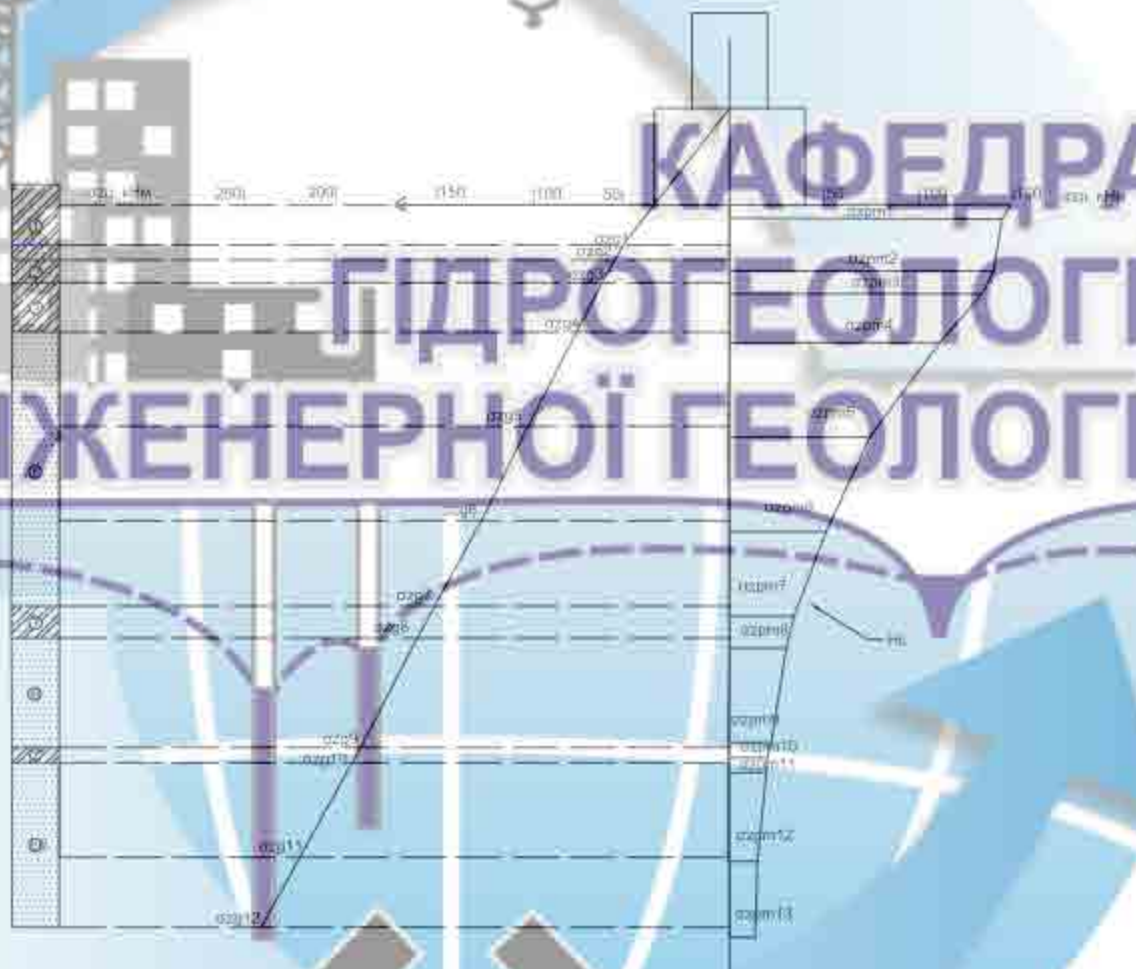


Рис. 5.1 Схема до визначення осідання основи

Осідання основ фундаментів за методом пошарового підсумовування обчислюють за формулою:

$$s = \sum_{i=0}^n s_i = \beta \sum_{i=0}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zpmi}}{E_i}$$

де S_i – осідання i -го елементарного шару ґрунту в межах стисливої товщі ґрунту H_c ;

β – коефіцієнт, що враховує наявність горизонтальних деформацій в ґрунтовому масиві, дорівнює 0.8;

σ_i – середнє значення додаткового вертикального напруження в i -му елементарному шарі ґрунту,

h_i , E_i – відповідно товщина і модуль деформації i -го елементарного шару ґрунту,

n – кількість елементарних шарів ґрунту в межах стисливої товщі H_c ґрунтового масиву.

На практиці розрахунок виконують в такому порядку

1. На геологічний розріз наносять контур фундаменту.
2. Будуєть епору напружень σ_{zg} від власної ваги ґрунту.
3. Визначають тиск p , який діє по підосшві фундаменту.
4. Визначають додатковий тиск на рівні підосшви фундаменту p_0 .
5. Розбивають товщу нижче від підосшви фундаменту на елементарні шари товщиною $z=0,4b$ (для полегшення інтерполяції). У межах кожного виду ґрунту потрібно виділити цілу кількість елементарних шарів, тому останній елементарний шар може бути меншим, ніж $0,4b$.
6. Визначають коефіцієнти мінливості напружень по глибині α залежно від глибини z і співвідношення l/b , де l – довжина фундаменту.
7. Будуєть епору додаткових вертикальних напружень σ_{zp} .
8. Визначають нижню межу стисливої товщі H_c .
9. Загальне осідання визначають як суму осідань окремих елементарних шарів.

Вертикальні напруги, що виникають у ґрунтовому масиві від власної ваги ґрунту, приймаються зростаючими пропорційно глибині шару, який розглядається. У зв'язку з цим епора напруг по глибині однорідного шару

грунту матиме вигляд трикутника, а при декількох неоднакових шарах буде зображена ламаною лінією, як показано на рис

Вертикальна напруга на глибині z дорівнює:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

де n – кількість різних шарів ґрунту від поверхні до глибини z ; γ_i – питома вага ґрунту в i -му шарі; h_i – товщина i -го шару ґрунту. У шарах, розташованих нижче від рівня ґрунтової води, питома вага для уламкових ґрунтів, пісків, супісків і суглинків приймається зменшеною за рахунок виважуючої дії води й обчислюється за формулою:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}$$

Згідно інженерно-геологічного розрізу, РГВ знаходиться вже в межах першого ПГЕ, за винятком рослинно-покровного шару що підлягає рекультивації. Тому шар ПГЕ буде розділений на дві частини, в одній буде множення γ_i та h_i , і далі, так як водотривів у розрізі немає, далі також будуть знаходитись γ_{sb} (табл. 5.1).

Табл. 5.1 Розрахунок вертикальної напруги

№ ПГЕ	№ σ_{zg}	Елементи розрахунку				
		γ_i , кН/м	γ_{sb}	h_i , м	e	σ_{zg} , кН/м
ПГЕ-1	σ_{zg1}	17,65		3,2		56,48
	σ_{zg2}		4,35	0,8	0,76	59,96
ПГЕ-2	σ_{zg3}	19,42	5,64	1,2	0,67	66,73
ПГЕ-3	σ_{zg4}	18,44	5,15	2,6	0,64	80,11
	σ_{zg5}	18,44	5,18	5	0,63	106,00
ПГЕ-6	σ_{zg6}	18,44	5,18	5	0,63	131,89
	σ_{zg7}	18,44	5,18	4,5	0,63	155,19
ПГЕ-7	σ_{zg8}	19,22	5,49	1,7	0,68	164,52
ПГЕ-6	σ_{zg9}	18,44	5,18	5,8	0,63	194,55
ПГЕ-7	σ_{zg10}	19,22	5,49	0,8	0,68	198,94
ПГЕ-66	σ_{zg11}	18,83	5,52	5	0,6	226,53
	σ_{zg12}	19,83	3,78	3,7	1,6	240,52

В межах елементарного шару ґрунту значення питомої ваги та модуля деформації ґрунту повинні бути постійними, тому товщину i -го елементарного шару ґрунту приймають з урахуванням нашарування по глибині ґрунту (ДГЕ):

$$h_i = \text{var} \leq \frac{\xi \cdot b}{2},$$

де ξ – коефіцієнт, що приймають рівним 0,4...0,8; b – ширина підшви фундаменту.

$$h_i = \frac{0,6 \cdot 19}{2} = 5,7 \text{ м}$$

Далі потрібно знайти тиск під підшвою фундаменту p і додаткові вертикальні напруження по підшві p_0 . При цьому, при $b \geq 10$, $p = p_0$.

p – середній тиск по підшві фундаменту від зовнішнього навантаження: – для стрічкових фундаментів:

$$p = \frac{q_{II} + \gamma_m \cdot d \cdot b}{b};$$

– для стовпчастих фундаментів:

$$p = \frac{N_{II} + \gamma_m \cdot d \cdot b \cdot l}{b \cdot l}$$

де q_{II} та N_{II} – зовнішні навантаження на рівні обрізу стрічкового та стовпчастого фундаментів;

d – глибина занурення фундаменту;

b та l – ширина та довжина підшви фундаменту;

γ_m – середньозважене значення питомої ваги тіла фундаменту та ґрунту на його уступах, дорівнює 20 кН/м^3 .

Нам більше підходить стовпчастий фундамент, тому

$$p_0 = \frac{50000 + 20 \cdot 0,5 \cdot 19 \cdot 19}{19 \cdot 19} = 139,5 \text{ кН/м}^2.$$

Середнє значення додаткового вертикального напруження в i -му елементарному шарі ґрунту обчислюють за формулою:

$$\sigma_{zpi} = \frac{\sigma_{zp}^{i-1} + \sigma_{zp}^i}{2}$$

де $\sigma_{zp,i-1}$ та $\sigma_{zp,i}$ – відповідно додаткові вертикальні напруження на верхній та нижній границі i -го елементарного шару ґрунту, що обчислюють за формулою:

$$\sigma_{zpi} = \alpha \cdot p_0$$

α – коефіцієнт мінливості вертикальних напружень (табл.);

де $\sigma_{zp,0}$ – додаткові вертикальні напруження по підшві фундаменту від зовнішніх навантажень, визначають за формулою:

$$p_0 = \sigma_{zp,0} = p - \sigma_{z,0}$$

Нижню границю стисливої товщі фунтів Нс масиву обмежують при виконанні однієї з умов:

– в n -му елементарному шарі ґрунту з модулем деформації $E > 5$ МПа вертикальне додаткове напруження на його нижній границі становитиме:

$$\sigma_{zp,n} \leq 0,2\sigma_{zq,n}$$

в n -му елементарному шарі ґрунту з модулем деформації $E \leq 5$ МПа (або під цим шаром ґрунту залягає ґрунт з модулем деформації $E \leq 5$ МПа) вертикальне додаткове напруження на його нижній границі становитиме:

$$\sigma_{zp,n} \leq 0,1\sigma_{zq,n}$$

Табл. 5.3 Таблиця для визначення значення коефіцієнта α

$\xi = \frac{2Z}{b}$	Значення коефіцієнта α для фундаментів							
	круг- лих	прямокутних з співвідношенням сторін $\eta = \frac{l}{b}$, що дорівнює						стрічкових ($\eta \geq 10$)
		1.0	1.4	1.8	2.4	3.2	5	
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.4	0.949	0.960	0.972	0.975	0.976	0.977	0.977	0.977
0.8	0.756	0.800	0.848	0.866	0.876	0.879	0.881	0.881
1.2	0.547	0.606	0.682	0.717	0.739	0.749	0.754	0.755
1.6	0.390	0.449	0.532	0.578	0.612	0.629	0.639	0.642
2.0	0.285	0.336	0.414	0.463	0.505	0.530	0.545	0.550
2.4	0.214	0.257	0.325	0.374	0.419	0.449	0.470	0.477
2.8	0.165	0.201	0.260	0.304	0.349	0.385	0.410	0.420
3.2	0.130	0.160	0.210	0.251	0.294	0.329	0.360	0.374
3.6	0.106	0.131	0.173	0.209	0.250	0.285	0.319	0.337
4.0	0.087	0.108	0.145	0.176	0.214	0.248	0.285	0.306
4.4	0.073	0.091	0.123	0.150	0.185	0.218	0.255	0.280
4.8	0.062	0.077	0.105	0.130	0.161	0.192	0.230	0.258
5.2	0.053	0.067	0.091	0.115	0.141	0.170	0.208	0.239
5.6	0.046	0.058	0.079	0.099	0.124	0.152	0.189	0.223
6.0	0.040	0.051	0.070	0.087	0.110	0.136	0.173	0.208
6.4	0.036	0.045	0.062	0.077	0.099	0.122	0.158	0.196
6.8	0.031	0.040	0.055	0.064	0.088	0.110	0.145	0.185
7.2	0.028	0.036	0.049	0.062	0.080	0.100	0.133	0.175
7.6	0.024	0.032	0.044	0.056	0.072	0.091	0.123	0.166
8.0	0.022	0.029	0.040	0.051	0.066	0.084	0.113	0.158
8.4	0.021	0.026	0.037	0.046	0.060	0.077	0.105	0.150
8.8	0.019	0.024	0.033	0.042	0.055	0.071	0.098	0.143
9.2	0.017	0.022	0.031	0.039	0.051	0.065	0.091	0.137
9.6	0.016	0.020	0.028	0.036	0.047	0.060	0.085	0.132
10.0	0.015	0.019	0.026	0.033	0.043	0.056	0.079	0.126
10.4	0.014	0.017	0.024	0.031	0.040	0.052	0.073	0.122
10.8	0.013	0.016	0.022	0.029	0.037	0.049	0.069	0.117
11.2	0.012	0.015	0.021	0.027	0.035	0.045	0.065	0.113
11.6	0.011	0.014	0.020	0.025	0.033	0.042	0.061	0.109
12.0	0.010	0.013	0.018	0.023	0.031	0.040	0.058	0.106

Табл. 5.3 Розрахунок додаткового вертикального напруження

№ ІГЕ	№ σ_{zp}	h_i , м	Елементи розрахунку						σ_{zpi} , кНм	E_{σ} , кНм
			σ_{zp} , кНм	E	h , м	a	S_i , м			
			148,50			1				
ІГЕ-1	σ_{zp1}	0,7	144,05	0,07	0,7	0,97	0,01	146,28	10400	
	σ_{zp2}	2,8	141,08	0,37	3,5	0,95	0,04	142,56	7150	
ІГЕ-2	σ_{zp3}	1,2	133,65	0,49	4,7	0,9	0,02	137,37	8500	
ІГЕ-3	σ_{zp4}	2,6	111,38	0,77	7,3	0,75	0,02	122,52	12330	
ІГЕ-6	σ_{zp5}	5	74,25	1,29	12,3	0,5	0,01	92,82	35000	
	σ_{zp6}	5	50,49	1,82	17,3	0,34	0,01	62,37	35000	
	σ_{zp7}	4,5	34,16	2,29	21,8	0,23	0,00	42,32	35000	
ІГЕ-7	σ_{zp8}	1,7	29,70	2,47	23,5	0,2	0,00	31,93	14000	
ІГЕ-6	σ_{zp9}	5	22,28	3,00	28,5	0,15	0,00	25,99	35000	
	σ_{zp10}	0,8	20,79	3,08	29,3	0,14	0,00	21,53	35000	
ІГЕ-7	σ_{zp11}	0,8	19,31	3,17	30,1	0,13	0,00	20,05	14000	
ІГЕ-66	σ_{zp12}	4,7	14,85	3,66	34,8	0,1	0,00	17,08	40000	
	σ_{zp13}	4	13,37	4,08	38,8	0,09	0,00	14,11	40000	

Умова $\sigma_{zp,n} \leq 0,2\sigma_{zq,n}$ задовольняється, тому границею стисливої товщі ґрунтів Нс, можна назвати шар ПГЕ 6 (σ_{zp7}).

Загальне осідання становить 12 см, і згідно додатка А «ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд», осадка є у границях будівельних норм:

Табл. 6

Споруда	Граничні деформації основи			
	Відносна різниця густини $(\Delta s/l)$	Крен $l_{\text{кр}}$	Середнє s (у дужках максимальні осідання s_{max}), см	
4. Споруди елеваторів із залізобетонних конструкцій: робоча споруда і силосний корпус монолітної конструкції на одній фундаментній плиті, те саме збірної конструкції;	–	0,003	40	
	–	0,003	30	
	окремо розташований силосний корпус монолітної конструкції;	0,004	40	
	те саме збірної конструкції;	–	0,004	30
окремо розташована робоча споруда	–	0,004	25	
5. Димарі заввишки H , м:	–	0,005	40	
	$H \leq 100$	–	$1/(2H)$	30
	$100 < H \leq 200$	–	$1/(2H)$	20
	$H > 200$	–	$1/(2H)$	10
6. Жорсткі споруди заввишки до 100 м, крім зазначених у поз. 4 і 5	–	0,004	20	

Висновок – будувати ВЕС можна не тільки на пальовому, а і на стовпчастому фундаменті.

6. ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОЇ ВЕЛИЧИНИ ПРОСІДАННЯ ОСНОВИ В РЕЗУЛЬТАТІ ПІДТОПЛЕННЯ ДІЛЯНКИ БУДІВНИЦТВА

При неможливості замочування товщі просідних ґрунтів, осідання основ фундаментів на просідних ґрунтах складається тільки з осідання ґрунтів основи фундаментів S_0 при природній (встановленій) вологості: $S = S_0$.

При можливому підтопленні товщі просідних ґрунтів кінцеве осідання основ фундаментів на просідних ґрунтах складається з осідання ґрунтів основи фундаментів S_0 при природній (встановленій) вологості та вертикальних деформацій просідання S_{SL} внаслідок замочування товщі просідних ґрунтів в період будівництва та експлуатації споруди: $S = S_0 + S_{SL}$. Просідання ґрунтів S_{SL} S основи фундаментів при збільшенні їх вологості внаслідок замочування зверху значних площ, а також замочування знизу при підйомі рівня підземних вод (рис.) визначають за формулою:

$$S_{SL} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{SL,i} \cdot h_i \cdot k_{SL,i}$$

де $\varepsilon_{SL,i}$ – відносна деформація просідання i -го шару ґрунту;

h_i – товщина i -го шару ґрунту;

$k_{SL,i}$ – коефіцієнт, що враховує розміри площини фундаменту;

n – кількість шарів, на які розбита зона просідання H_{SL} .

Висоту i -го шару просідного ґрунту приймають не більше 1 м.

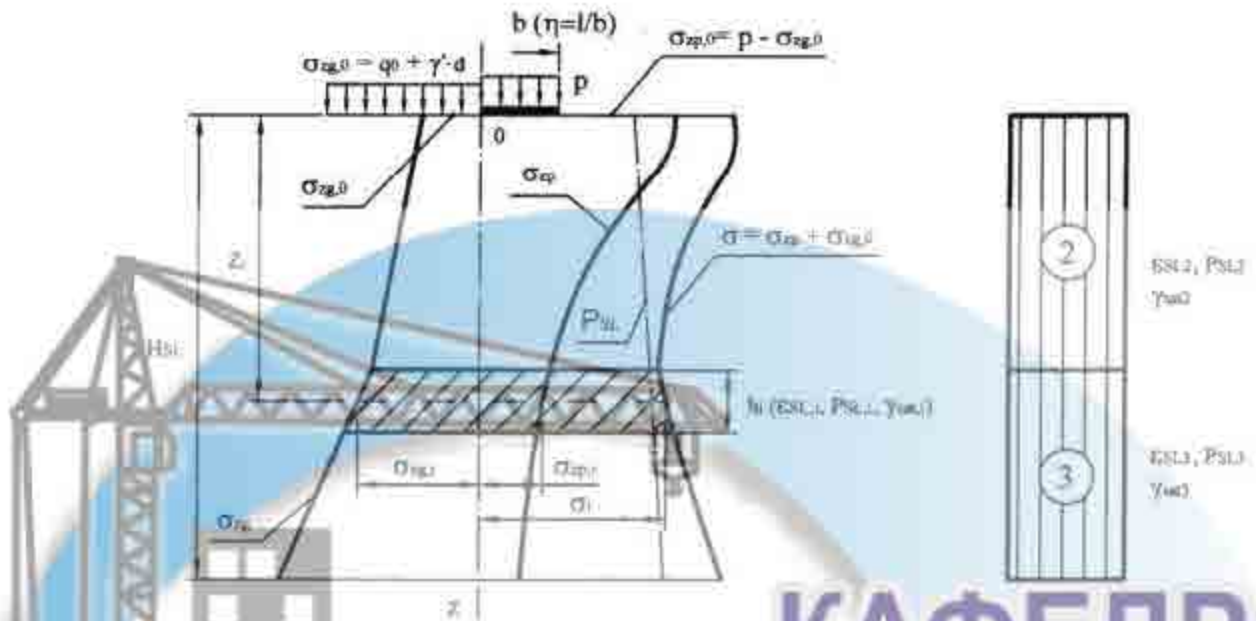


Рис. 6.1 Розрахункова схема-приклад визначення просідання ґрунтів основи фундаменту при замочуванні товщі просідних ґрунтів.

Залежно від ширини підшови фундаменту b значення коефіцієнта $k_{SL,i}$ приймають:

- при $b > 12$ м – $k_{SL,i}$ – для всіх шарів в межах зони просідання;
- при $b < 3$ м – обчислюють за формулою:

$$k_{SL,i} = 0,5 + \frac{1,5 \cdot (\bar{p} - p_{SL,i})}{p_0}$$

де \bar{p} – середній тиск по підшові фундаменту;

$p_0 = 100$ кПа;

$p_{SL,i}$ – початковий тиск просідання i -го шару ґрунту;

- при $3 < b < 12$ м – значення SL_i , k визначають інтерполяцією.

Вертикальне середнє напруження σ_i в середині i -го шару просідного ґрунту визначають за формулою:

$$\sigma_i = \sigma_{z_{g,i}} + \sigma_{гp,i}$$

де $\sigma_{z_{g,i}}$ – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту в середині i -го шару просідного ґрунту. При визначенні вертикальних напружень від

власної ваги ґрунту питому вагу i -го шару ґрунту приймають як при можливому насиченні ґрунту водою i , $\gamma_i = \gamma_{\text{sat } i}$

$\sigma_{zp,i}$ – вертикальні додаткові напруження від зовнішнього навантаження на фундамент в середині i -го шару просідного ґрунту. Розподіл вертикальних додаткових напружень по глибині приймають як для лінійно-деформованої основи. При розрахунку просідання основ фундаментів враховують просідання i -го шару ґрунту, якщо при вертикальному середньому напруженні σ_i відносна деформація просідання i -го шару ґрунту $\varepsilon_{SL i} \geq 0,01$. При значенні $0,01 < \varepsilon_{SL i}$ такий шар виключають з розрахунку.

$k_{SL,i} = 1$, бо $b > 12$ м.

При підтопленні шару ПГЕ 1 на два метри просадка збільшилась на 1 см:

- Без підтоплення (табл. 6.1) вона складає 1 см для шару σ_{zp1} і 3 см для σ_{zp2} (обводнений).
- Після підтоплення відбулась просадка на 1 см, якщо брати весь шар ПГЕ 1 (табл. 6.2), для σ_{zp1} – просідання залишилося 1 см, а для σ_{zp2} (обводнений) збільшилось – 4 см.

Табл. 6.1

№ ПГЕ	№ σ_{zp}	Елементи розрахунку							
		h_i , м	σ_{zp} , кНм	E	h , м	a	S , м	σ_{zpmi} , кНм	E_o , кНм
ПГЕ-1			148,50			1			
	σ_{zp1}	2,7	144,05	0,07	0,7	0,97	0,03	146,28	10400
	σ_{zp2}	0,8	141,08	0,16	1,5	0,95	0,01	142,56	7150

Табл. 6.2

№ ПГЕ	№ σ_{zp}	Елементи розрахунку							
		h_i , м	σ_{zp} , кНм	E	h , м	a	S , м	σ_{zpmi} , кНм	E_o , кНм
ПГЕ-1			148,50			1			
	σ_{zp1}	0,7	144,05	0,07	0,7	0,97	0,01	146,28	10400
	σ_{zp2}	2,8	141,08	0,37	3,5	0,95	0,04	142,56	7150

ВИСНОВКИ

Проведені розрахунки осідання основи фундаменту на ділянці під будівництво вітроелектростанції у Херсонській області, а також можливе просідання основи в результаті підтоплення.

Будівництво вітрових електростанцій є перспективним для приватного бізнесу з виробки електроенергії, але вітрові потоки постійно змінюються, тому потрібно ретельно обирати місце будівництва. І часто такі міста можуть бути непридатними для будівництва.

Для ділянки були виконані обчислення: природні напруження від власної ваги, осадки фундаменту, просідання в результаті підтоплення. Загалом ці обчислення дають уявлення про придатність ґрунтів майданчика під будівництво вітряка, допомагають обрати підходящий для даних умов тип фундаменту.

Умови є складними, з гідрогеологічної точки зору – бо РГВ знаходиться на глибині 4 метри, можлива загроза підтоплення та майже вся досліджувана товща є обводненою, і з інженерно-геологічної – серед шарів ґрунтів на досліджуваній глибині в 40 метрів є лише піски та суглинки.

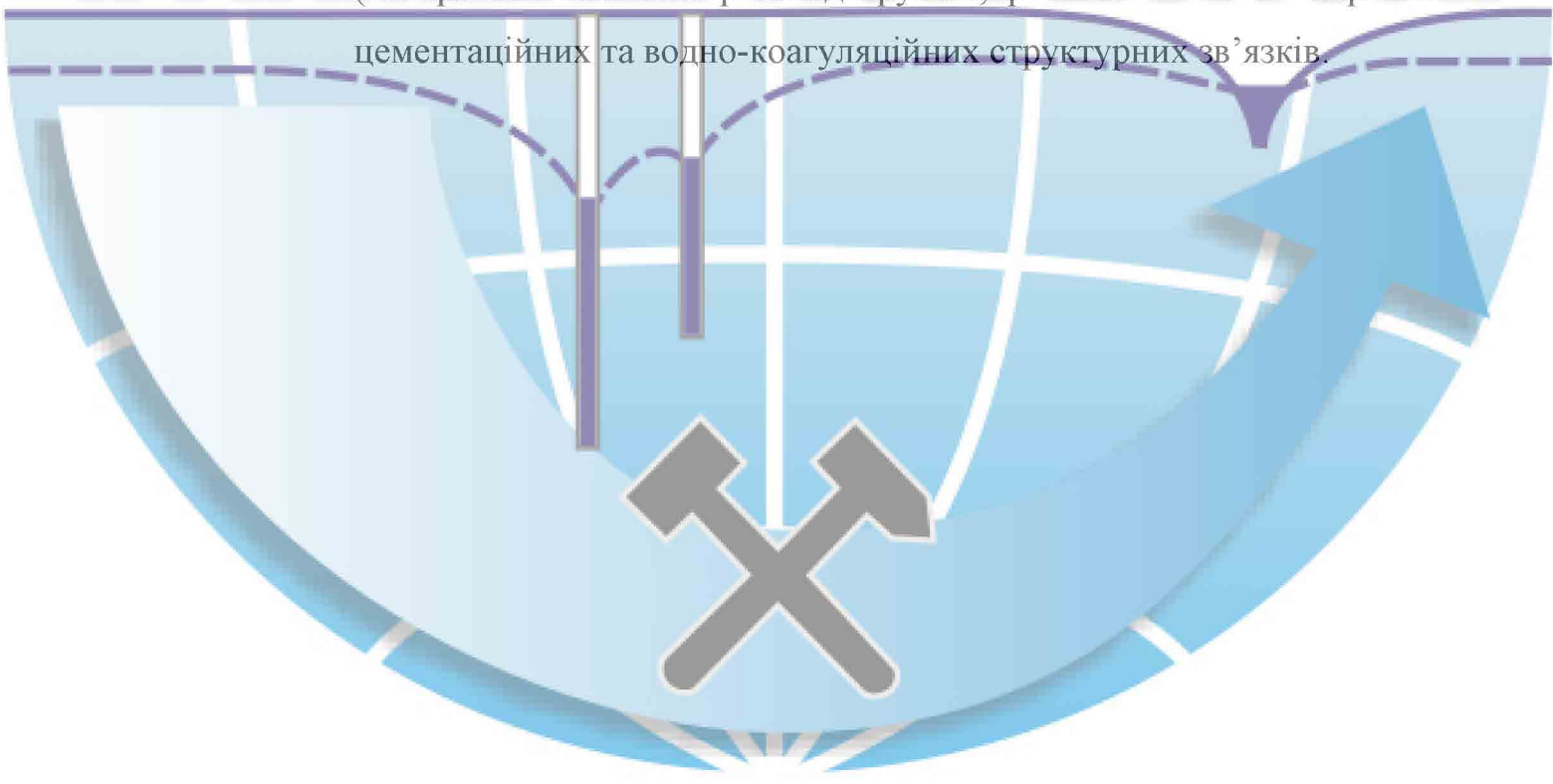
Результати обчислень показали, що будувати ВЕС на данній ділянці можна на стовпчастому фундаменті. Осадка не виходить за норми. Просідання через підтоплення можливе, рекомендується застосувати дії для його запобігання.

Прогноз змін інженерно-геологічних умов

За умов відсутності ефективного інженерного захисту ґрунтової основи прогнозується:

- техногенний підйом рівня ґрунтових вод за рахунок баражного ефекту та інших причин;
- розвиток пластичних деформацій ґрунтів в основі фундаментів споруд та земляного полотна в часі під дією статичних та динамічних навантажень внаслідок:
- проявів реологічних (пружно-в'язкопластичних) властивостей ґрунтів під навантаженнями, що перевищують довготривалу міцність ґрунтів. Що може проявлятися у формі виникнення та розвитку повзучості (затухаючої чи сталої, або прогресуючої із пластичною течією);
- ослаблення ґрунтів в процесі техногенного регресивного літогенезу (мінерально-хімічний розклад ґрунтів, розм'якшення їх жорстких цементаційних та водно-коагуляційних структурних зв'язків.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Рекомендації

Нормативні та розрахункові фізико-механічні властивості ґрунтів наведені у звідній інженерно-геологічній колонці (Додаток 4). Потужності і інші умови залягання ґрунтів показані на інженерно-геологічних розрізах та колонках (Графічні додатки, креслення).

Ґрунти шару ІГЕ-II підлягають рекультивації.

Рекультивація – зняття ґрунтового покриву здійснюється пошарове зняття і роздільне складування верхнього, найбільш родючого шару ґрунту, та інших прошарків ґрунту відповідно до структури ґрунтового профілю, а також материнської породи. Об'єм ґрунтової маси, що підлягає зняттю і роздільному складуванню, визначається в робочих проектах землеустрою.

Рекультивація земельних ділянок здійснюється шляхом пошарового нанесення на малопродуктивні земельні ділянки або ділянки без ґрунтового покриву знятої ґрунтової маси, а в разі потреби – і материнської породи в порядку, який забезпечує найбільшу продуктивність рекультивованих земель (ст. 52 Закону України "Про охорону земель").

Використовувати у якості основи для спорудження ґрунти шару ІГЕ 1 можливо у якості основи для стовпчастого фундаменту, але потрібно унеможливити підйом РГВ.

В якості основи паливих фундаментів рекомендується використовувати піски шарів ІГЕ 6, ІГЕ 6б.

Для виключення негативного впливу техногенного підйому рівня ґрунтових вод на міцність і стійкість об'єкту в період його експлуатації рекомендується передбачити комплекс заходів згідно із вказівками п.п. 16.1-16.3 ДБН В.2.1-10-2009 (урахування неминучої тенденції РГВ до техногенного підвищення при експлуатації об'єкта).

Для попередження підтоплення території проектного будівництва рекомендується передбачити заходи згідно з вимогами п.п. 7.1-7.10 СНиП 2.01.15-90.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б.В.2.1-2-95 Грунты. Классификация. (ГОСТ-25100-95)
2. ДСТУ Б.В.2.1-17-2009 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. (ГОСТ-5180-84)
3. ДСТУ Б В.2.1-4-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. (ГОСТ-12248-96)
4. ДСТУ Б.В.2.1-19-2009 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. (ГОСТ-12536-79)
5. ДСТУ Б В.2.1-5-96 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. (ГОСТ-20522-96)
6. ГОСТ-23161-78 Грунты. Метод лабораторного определения просадочности.
7. ГОСТ-9.602-89 Единая система защиты от коррозии и старения.
8. ДСТУ Б В.2.1-7-2000 Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости. (ГОСТ- 20276-99)
9. ДБН В.2.1-10-2006 Основания и фундаменты зданий и сооружений.
10. ДБН А.2.1-1-2014 Инженерные изыскания для строительства.
11. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
12. ДБН В.1.2.-2:2006 Нагрузки и воздействия.
13. ДСТУ-Н Б В.1.1-Будівельна кліматологія 27:2010
14. ДБН Д 2.2-1-99 Сборник 1. Земляные работы.
15. ДБН В.1.1-5-2000 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Киев, 2000 г.
16. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений. М., 1986 г.

17.Методические рекомендации по опробованию лессовых грунтов. М. 1982

18.Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Причерноморская Лист L-36-XVI. М 1974

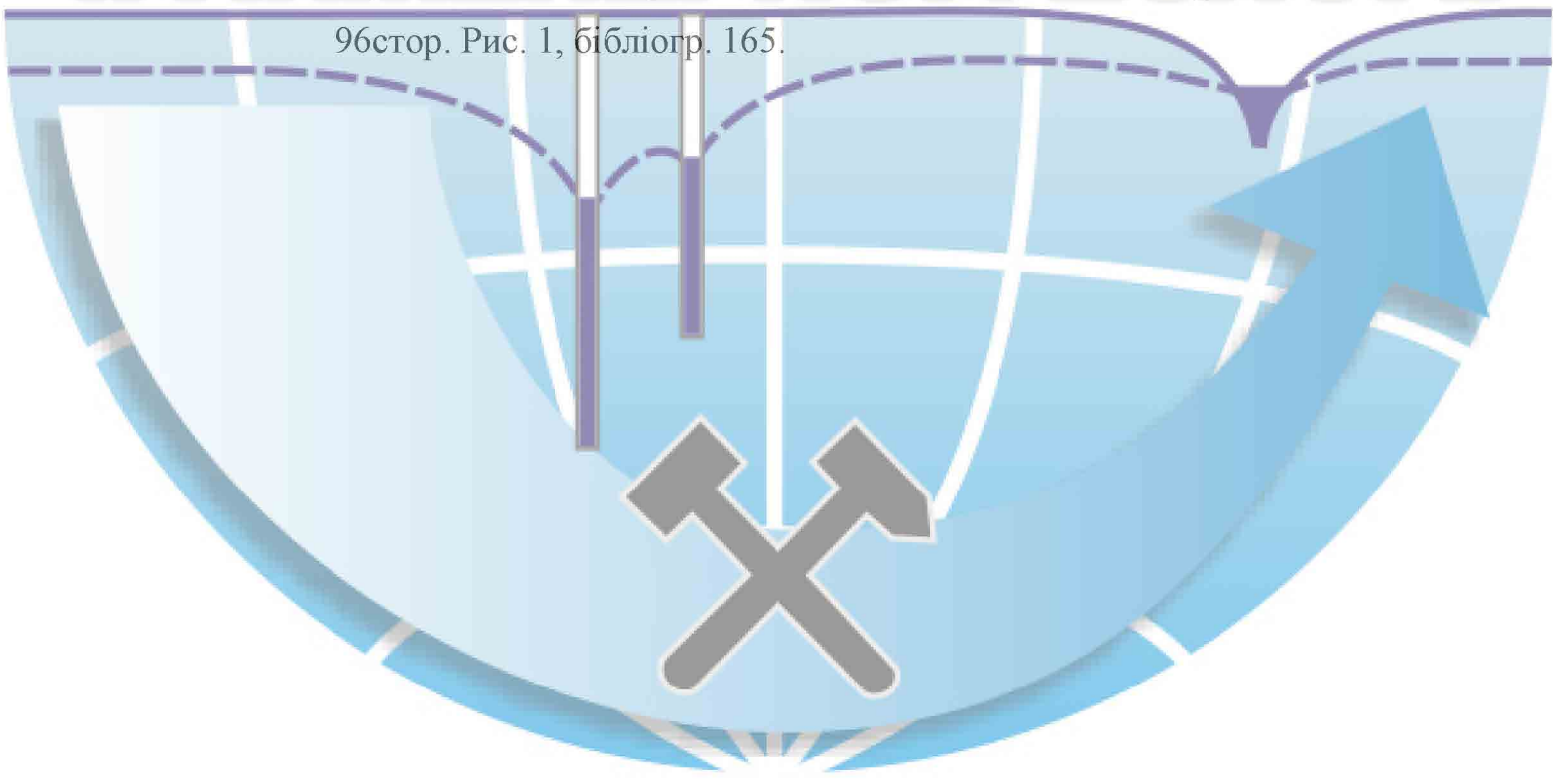
19.Инженерно-геологическая карта Украинской ССР. Масштаб 1:500000. Министерство геологии УССР Институт минеральных ресурсов. Днепропетровское отделение. 1985 г.

20.Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Пустовитенко А.А. Новые карты сейсмического районирования территории Украины. Особенности моделей сейсмической опасности. Геофизический журнал т.28 №3 2006 стр. 24.

21.Тектонічна карта України. Масштаб 1:1000000. Пояснювальна записка. Частина I. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба. Український державний геологорозвідувальний інститут. К.: УкрДГРІ, 2007. -

96стор. Рис. 1, бібліогр. 165.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

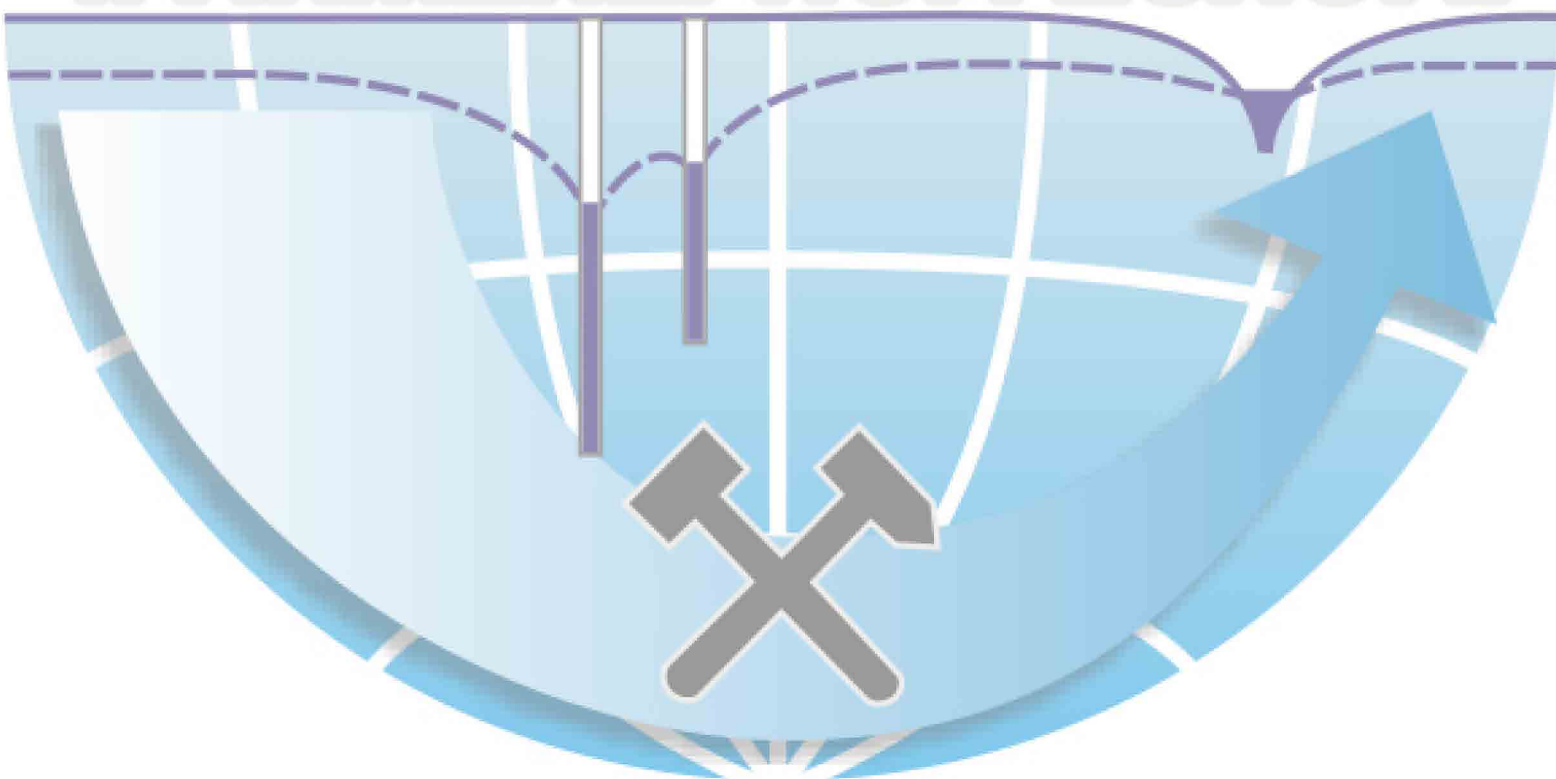


Додатки

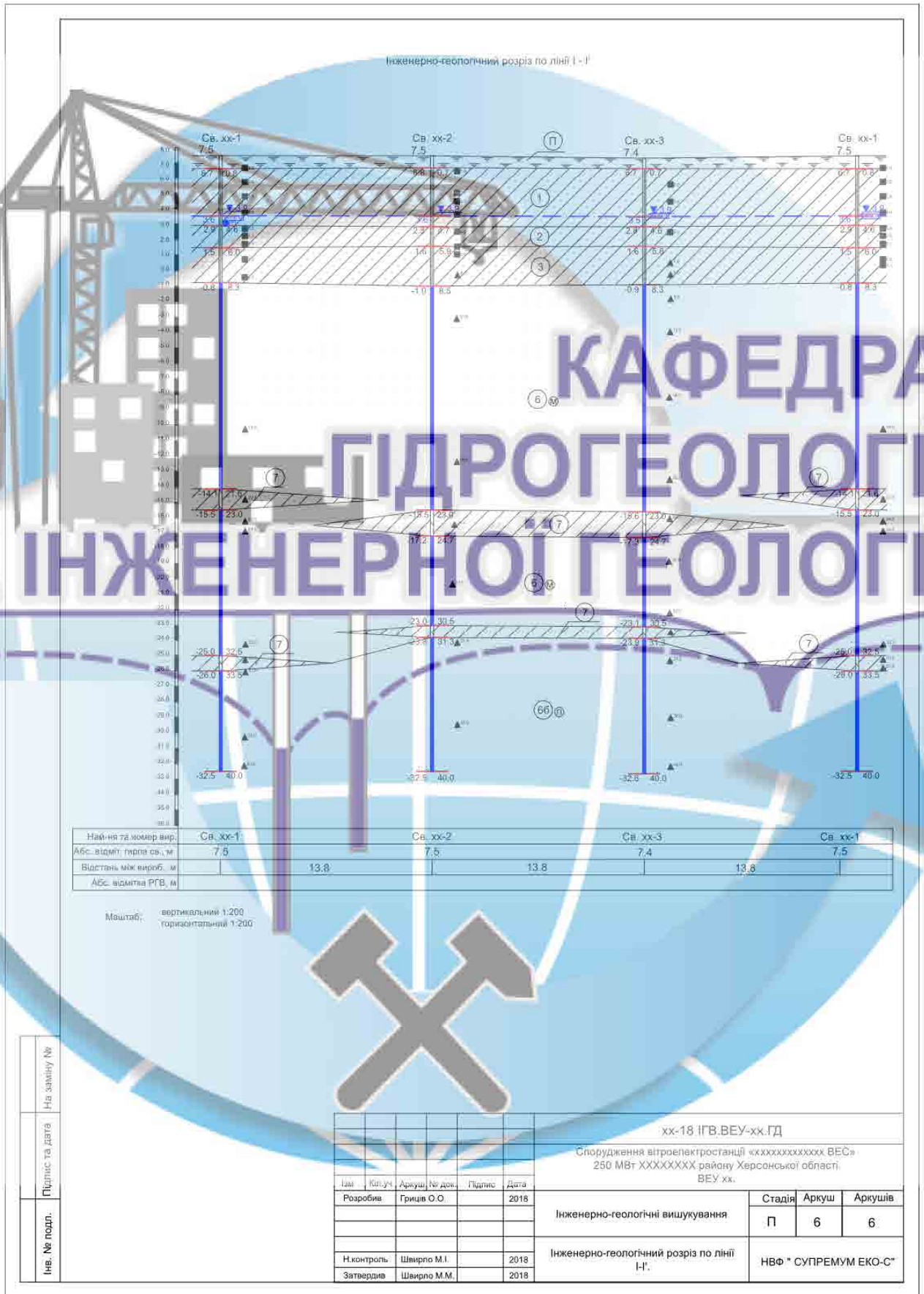
Додаток 1. Дані про пробурені свердловини

Найменування виробітки та її номер	Глибина виробітки, м	Відмітка гирла виробітки, м	Рівень ґрунтових вод	
			Глибина залягання, м	Абсолютна відмітка, м
1	3	4	5	6
Св. хх-1	40,0	7,50	3,90	3,60
Св. хх-2	40,0	7,50	3,90	3,60
Св. хх-3	40,0	7,40	3,90	3,50
З. хх-1		7,34		
З. хх-2		7,50		
З. хх-3		7,50		

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Додаток 2. Інженерно-геологічний розріз ділянки

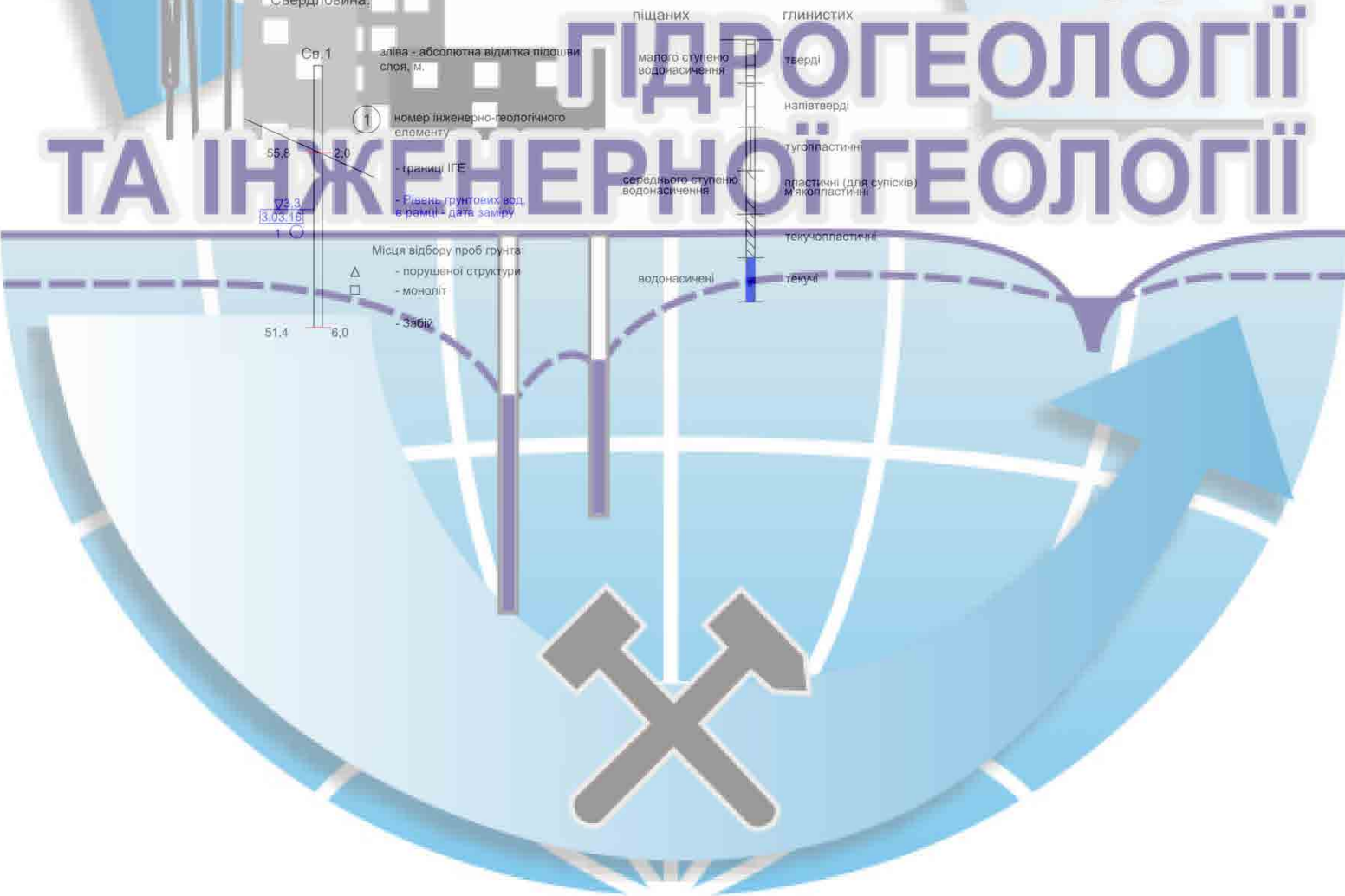


Умовні позначення

-  - Ґрунтово-рослинний шар
-  - Суглинок від світло-коричневий з прошарком коричневого, тугопластичний, сухий з включенням гнізд карбонатів до 20 мм, кристалів гіпса, крупного піска та чорних зерен.
-  - Суглинок помаранчевий, тугопластичний з рідкими включ. гнізд карбонатів, чорних зерен та гнізд коричневого суглинка.
-  - Суглинок піщанистий, коричневий, тугопластичний з гніздами дрібного супіску.
-  - Пісок жовтий, дрібнозернистий, водонасичений, середньої щільності.
-  - Суглинок пилуватий, світло-сірий, тугопластичний.
-  - Пісок жовтий, пилуватий, водонасичений, щільний.

Вологість та показник текучості ґрунтів:

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Додаток 3. Паспорт статичного зондування

	Додаток	41 Ж
--	---------	---------

Паспорт статичного зондування

Об'єкт: XXXXXXXX ВЕС

Випробування: З.хх-3 Прив'язка: ВЕУ хх

Абс. відмітка устя, м: 7,40 Дата проведення: 22.07.2018

Критерій R:

Піс. сер. < 0,2	Суглиок < 1,5
Піс. міл. < 0,5	Суглин. < 3,5
Піс. пил. < 0,9	Глина > 3,5

1. Максимальне зусилля для вістря (кН): 50

2. Максимальне зусилля для бічної поверхні (кН): 20

3. Вид пісків: Всі генетичні типи крім алювіальних і флювіогляціальних

Опір конусу і муфти [Sf = 350 см.кв.] [Sq = 10 см.кв.]

Таблиця 1

Глиб., м	Відлік конус	qс, МПа	Відлік муфти	fs, кПа	Графіки зондування по конусу та муфті		Штрих	R, %	Вид ґрунту	Ст.	φ, град	С, кПа	Е, МПа
					qс, МПа	fs, кПа							
0,2	8	1,60	11	25			////	1,6	сугл.	20	21	11	
0,4	7	1,4	10	23			////	1,6	сугл.	20	19	10	
0,6	6	1,2	11	25			////	2,1	сугл.	19	18	8	
0,8	5	1,0	12	27			////	2,7	сугл.	19	17	7	
1,0	4	0,8	12	27			////	3,4	сугл.	18	16	6	
1,2	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.	19	17	7	
1,4	3	0,6	9	21			////	3,4	сугл.	17	15	4	
1,6	4	0,8	7	16			////	2,0	сугл.	18	16	6	
1,8	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.	19	17	7	
2,0	4	0,8	12	27			////	3,4	сугл.	18	16	6	
2,2	6	1,2	10	23			////	1,9	сугл.	19	18	8	
2,4	3	0,6	9	21			////	3,4	сугл.	17	15	4	
2,6	4	0,8	9	21			////	2,6	сугл.	18	16	6	
2,8	5	1,0	9	21			////	2,1	сугл.	19	17	7	
3,0	6	1,2	9	21			////	1,7	сугл.	19	18	8	
3,2	5	1,0	9	21			////	2,1	сугл.	19	17	7	
3,4	7	1,4	12	27			////	2,0	сугл.	20	19	10	
3,6	4	0,8	8	18			////	2,3	сугл.	18	16	6	
3,8	3	0,6	9	21			////	3,4	сугл.	17	15	4	
4,0	4	0,8	9	21			////	2,6	сугл.	18	16	6	
4,2	4	0,8	8	18			////	2,3	сугл.	18	16	6	
4,4	3	0,6	8	18			////	3,0	сугл.	17	15	4	
4,6	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.	19	17	7	
4,8	6	1,2	12	27			////	2,3	сугл.	19	18	8	
5,0	7	1,4	13	30			////	2,2	сугл.	20	19	10	
5,2	7	1,4	14	32			////	2,3	сугл.	20	19	10	
5,4	8	1,6	15	34			////	2,1	сугл.	20	21	11	
5,6	9	1,8	13	30			////	1,7	сугл.	21	22	13	
5,8	7	1,4	16	37			////	2,6	сугл.	20	19	10	
6,0	7	1,4	14	32			////	2,3	сугл.	20	19	10	
6,2	8	1,6	15	34			////	2,4	сугл.	20	21	11	
6,4	9	1,8	16	37			////	2,0	сугл.	21	22	13	
6,6	8	1,6	17	39			////	2,4	сугл.	20	21	11	
6,8	10	2,0	18	41			////	2,1	сугл.	21	23	14	
7,0	10	2,0	17	39			////	1,9	сугл.	21	23	14	
7,2	11	2,2	19	43			////	2,0	сугл.	21	24	15	
7,4	12	2,4	18	41			////	1,7	сугл.	22	25	17	
7,6	14	2,8	18	41			////	1,5	сугл.	23	28	20	
7,8	12	2,4	18	41			////	1,7	сугл.	22	25	17	
8,0	12	2,4	19	43			////	1,8	сугл.	22	25	17	
8,2	11	2,2	19	43			////	2,0	сугл.	21	24	15	
8,4	13	2,6	20	46			////	1,8	сугл.	22	27	18	
8,6	45	9,0	12	27			o	0,3	піс.м.	33	0	27	
8,8	46	9,2	11	25			o	0,3	піс.м.	33	0	27	
9,0	45	9,0	12	27			o	0,3	піс.м.	33	0	27	
9,2	50	10,0	11	25			o	0,3	піс.м.	33	0	28	
9,4	55	11,0	13	30			o	0,3	піс.м.	34	0	29	
9,6	56	11,2	14	32			o	0,3	піс.м.	34	0	29	
9,8	57	11,4	12	27			o	0,2	піс.м.	34	0	29	
10,0	61	12,2	15	34			o	0,3	піс.м.	34	0	30	
10,2	65	13,0	13	30			o	0,2	піс.м.	34	0	32	
10,4	68	13,6	14	32			o	0,2	піс.м.	35	0	32	
10,6	66	13,2	12	27			o	0,2	піс.м.	34	0	32	
10,8	70	14,0	13	30			o	0,2	піс.м.	35	0	33	
11,0	70	14,0	14	32			o	0,2	піс.м.	35	0	33	
11,2	72	14,4	15	34			o	0,2	піс.м.	35	0	34	
11,4	73	14,6	16	37			o	0,3	піс.м.	35	0	34	
11,6	78	15,6	17	39			o	0,2	піс.м.	35	0	35	
11,8	79	15,8	18	41			o	0,3	піс.м.	35	0	36	
12,0	80	16,0	16	37			o	0,2	піс.м.	35	0	36	
12,2	90	18,0	18	41			o	0,2	піс.м.	36	0	38	
12,4	95	19,0	18	41			o	0,2	піс.м.	36	0	40	
12,6	103	20,6	19	43			o	0,2	піс.м.	37	0	42	
12,8	112	22,4	21	48			o	0,2	піс.м.	37	0	45	
13,0	119	23,8	23	53			o	0,2	піс.м.	37	0	47	
13,2	130	26,0	24	55			o	0,2	піс.м.	38	0	50	
13,4	145	29,0	31	71			o	0,2	піс.м.	39	0	55	
13,6	156	31,2	31	71			o	0,2	піс.м.	39	0	58	
13,8	155	31,0	42	96			o	0,3	піс.м.	39	0	58	
14,0	154	30,8	45	103			o	0,3	піс.м.	39	0	57	
14,2	170	34,0	43	98			o	0,3	піс.м.	40	0	62	
14,4	180	36,0	44	101			o	0,3	піс.м.	41	0	65	
14,6	190	38,0	46	105			o	0,3	піс.м.	41	0	68	
14,8	200	40,0	48	110			o	0,3	піс.м.	42	0	71	
15,0	200	40,0	50	114			o	0,3	піс.м.	42	0	71	

хх-18 ІГВ.ВЕУ-хх.ТД - Ж

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 4
------	------	----------	---------	------	-----------

					39								
					Додаток Ж								
Паспорт статичного зондування													
Об'єкт:		XXXXXXXXX ВЕС											
Випробування:		3.хх-2 Прив'язка:		ВЕУ хх									
Абс. відмітка устя, м:		7,50		Дата проведення:		22.07.2018							
1. Максимальне зусилля для вістря (кН):		50											
2. Максимальне зусилля для бічної поверхні (кН):		20											
3. Вид пісків:		Всі генетичні типи крім алювіальних і флювіогляціальних											
Опір конусу і муфти [Sf = 350 см.кв.] [Sq = 10 см.кв.]													
Критерій R:													
Піс. сер. < 0,2		Супісок < 1,5											
Піс. мід. < 0,5		Суглин. < 3,5											
Піс. пил. < 0,9		Глина > 3,5											
Таблиця 1													
Глиб., м	Відлік конусу	qс, МПа	Відлік муфти	fs, кПа	Графіки зондування по конусу та муфті		Штрих	R, %	Вид ґрунту	Ст.	φ, град	С, кПа	Е, МПа
					qс, МПа	fs, кПа							
0,2	9	1,80	14	32			////	1,8	сугл.		21	22	13
0,4	8	1,6	13	30			////	1,9	сугл.		20	21	11
0,6	5	1,0	15	34			////	3,4	сугл.		19	17	7
0,8	6	1,2	16	37			////	3,0	сугл.		19	18	8
1,0	4	0,8	11	25			////	3,1	сугл.		18	16	6
1,2	5	1,0	12	27			////	2,7	сугл.		19	17	7
1,4	4	0,8	12	27			////	3,4	сугл.		18	16	6
1,6	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.		19	17	7
1,8	6	1,2	12	27			////	2,3	сугл.		19	18	8
2,0	5	1,0	13	30			////	3,0	сугл.		19	17	7
2,2	6	1,2	14	32			////	2,7	сугл.		19	18	8
2,4	4	0,8	11	25			////	3,1	сугл.		18	16	6
2,6	5	1,0	9	21			////	2,1	сугл.		19	17	7
2,8	4	0,8	10	23			////	2,9	сугл.		18	16	6
3,0	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.		19	17	7
3,2	6	1,2	10	23			////	1,9	сугл.		19	18	8
3,4	4	0,8	8	18			////	2,3	сугл.		18	16	6
3,6	7	1,4	13	30			////	2,1	сугл.		20	19	10
3,8	8	1,6	12	27			////	1,7	сугл.		20	21	11
4,0	9	1,8	14	32			////	1,8	сугл.		21	22	13
4,2	6	1,2	12	27			////	2,3	сугл.		19	18	8
4,4	7	1,4	12	27			////	2,0	сугл.		20	19	10
4,6	8	1,6	11	25			////	1,6	сугл.		20	21	11
4,8	9	1,8	13	30			////	1,7	сугл.		21	22	13
5,0	7	1,4	14	32			////	2,3	сугл.		20	19	10
5,2	6	1,2	15	34			////	2,9	сугл.		19	18	8
5,4	8	1,6	16	37			////	2,3	сугл.		20	21	11
5,6	9	1,8	17	39			////	2,2	сугл.		21	22	13
5,8	7	1,4	18	41			////	2,9	сугл.		20	19	10
6,0	6	1,2	17	39			////	3,2	сугл.		19	18	8
6,2	3	1,6	19	43			////	2,7	сугл.		20	21	11
6,4	9	1,8	17	39			////	2,2	сугл.		21	22	13
6,6	8	1,6	18	41			////	2,6	сугл.		20	21	11
6,8	10	2,0	19	43			////	2,2	сугл.		21	23	14
7,0	11	2,2	20	46			////	2,1	сугл.		21	24	15
7,2	10	2,0	21	48			////	2,4	сугл.		21	23	14
7,4	10	2,0	25	57			////	2,9	сугл.		21	23	14
7,6	11	2,2	24	55			////	2,5	сугл.		21	24	15
7,8	12	2,4	26	59			////	2,5	сугл.		22	25	17
8,0	10	2,0	28	64			////	3,2	сугл.		21	23	14
8,2	13	2,6	29	66			////	2,5	сугл.		22	27	18
8,4	12	2,4	30	69			////	2,9	сугл.		22	25	17
8,6	12	2,4	32	73			////	3,0	сугл.		22	25	17
8,8	35	7,0	25	57			o	0,8	піс.п.		31	0	24
9,0	45	9,0	15	34			o	0,4	піс.м.		33	0	27
9,2	50	10,0	14	32			o	0,3	піс.м.		33	0	28
9,4	58	11,6	15	34			o	0,3	піс.м.		34	0	30
9,6	60	12,0	16	37			o	0,3	піс.м.		34	0	30
9,8	64	12,8	18	41			o	0,3	піс.м.		34	0	31
10,0	69	13,8	17	39			o	0,3	піс.м.		35	0	33
10,2	75	15,0	16	37			o	0,2	піс.м.		35	0	35
10,4	79	15,8	14	32			o	0,2	піс.м.		35	0	36
10,6	81	16,2	15	34			o	0,2	піс.м.		35	0	36
10,8	87	17,4	18	41			o	0,2	піс.м.		36	0	37
11,0	89	17,8	17	39			o	0,2	піс.м.		36	0	38
11,2	95	19,0	18	41			o	0,2	піс.м.		36	0	40
11,4	98	19,6	19	43			o	0,2	піс.м.		36	0	40
11,6	100	20,0	18	41			o	0,2	піс.м.		37	0	41
11,8	130	26,0	24	55			o	0,2	піс.м.		38	0	50
12,0	132	26,4	25	57			o	0,2	піс.м.		38	0	51
12,2	135	27,0	25	57			o	0,2	піс.м.		38	0	52
12,4	138	27,6	28	64			o	0,2	піс.м.		38	0	52
12,6	145	29,0	27	62			o	0,2	піс.м.		39	0	55
12,8	149	29,8	27	62			o	0,2	піс.м.		39	0	56
13,0	170	34,0	30	69			o	0,2	піс.м.		40	0	62
13,2	175	35,0	35	80			o	0,2	піс.м.		40	0	64
13,4	180	36,0	36	82			o	0,2	піс.м.		41	0	65
13,6	185	37,0	37	85			o	0,2	піс.м.		41	0	67
13,8	188	37,6	38	87			o	0,2	піс.м.		41	0	67
14,0	189	37,8	39	89			o	0,2	піс.м.		41	0	68
14,2	192	38,4	42	96			o	0,3	піс.м.		41	0	69
14,4	194	38,8	41	94			o	0,2	піс.м.		41	0	69
14,6	197	39,4	42	96			o	0,2	піс.м.		41	0	70
хх-18 ІГВ.ВЕУ-хх.ТД - Ж												Лист	
хх-18 ІГВ.ВЕУ-хх.ТД - Ж												2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									

Паспорт статичного зондування (продовження)

Об'єкт: XXXXXXXX ВЕС
 Випробування: 3.хх-1 Прив'язка: ВЕУ хх
 Абс. відмітка устя, м: 7,50 Дата проведення: 22.07.2018

- 1. Максимальне зусилля для вістря (кН): 50
- 2. Максимальне зусилля для бічної поверхні (кН): 20
- 3. Вид пісків: *Всі генетичні типи крім алювіальних і флювіогляціальних*

Критерій R:	
Піс. сер. < 0,2	Супісок < 1,5
Піс. міл. < 0,5	Суглин. < 3,5
Піс. пил. < 0,9	Глина > 3,5

Опір конусу і муфти [Sf = 350 см.кв.] [Sq = 10 см.кв.]

Таблиця 1 (продовження)

Глиб., м	Відлік конусу	qc, МПа	Відлік муфти	fs, кПа	Графіки зондування по конусу та муфті		Штрих	R, %	Вид ґрунту	Ст.	φ, град	С, кПа	Е, МПа
					qc, МПа	fs, кПа							
15,2	190	38,00	35	80			o	0,2	піс.м.		41	0	68
15,4	191	38,2	36	82			o	0,2	піс.м.		41	0	68
15,6	192	38,4	38	87			o	0,2	піс.м.		41	0	69
15,8	193	38,6	40	91			o	0,2	піс.м.		41	0	69
16,0	195	39,0	41	94			o	0,2	піс.м.		41	0	70
16,2	200	40,0	40	91			o	0,2	піс.м.		42	0	71
16,4	200	40,0	39	89			o	0,2	піс.м.		42	0	71
16,5	200	40,0	38	87			o	0,2	піс.м.		42	0	71
16,8		0,0		0									
17,0		0,0		0									
17,2		0,0		0									
17,4		0,0		0									
17,6		0,0		0									
17,8		0,0		0									
18,0		0,0		0									
18,2		0,0		0									
18,4		0,0		0									
18,6		0,0		0									
18,8		0,0		0									
19,0		0,0		0									
19,2		0,0		0									
19,4		0,0		0									
19,6		0,0		0									
19,8		0,0		0									
20,0		0,0		0									
20,2		0,0		0									
20,4		0,0		0									
20,6		0,0		0									
20,8		0,0		0									
21,0		0,0		0									
21,2		0,0		0									
21,4		0,0		0									
21,6		0,0		0									
21,8		0,0		0									
22,0		0,0		0									
22,2		0,0		0									
22,4		0,0		0									
22,6		0,0		0									
22,8		0,0		0									
23,0		0,0		0									
23,2		0,0		0									
23,4		0,0		0									
23,6		0,0		0									
23,8		0,0		0									
24,0		0,0		0									
24,2		0,0		0									
24,4		0,0		0									
24,6		0,0		0									
24,8		0,0		0									
25,0		0,0		0									
25,2		0,0		0									
25,4		0,0		0									
25,6		0,0		0									
25,8		0,0		0									
26,0		0,0		0									
26,2		0,0		0									
26,4		0,0		0									
26,6		0,0		0									
26,8		0,0		0									
27,0		0,0		0									
27,2		0,0		0									
27,4		0,0		0									
27,6		0,0		0									
27,8		0,0		0									
28,0		0,0		0									
28,2		0,0		0									
28,4		0,0		0									
28,6		0,0		0									
28,8		0,0		0									
29,0		0,0		0									
29,2		0,0		0									
29,4		0,0		0									
29,6		0,0		0									
29,8		0,0		0									
30,0		0,0		0									

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Додаток Ж 38

Паспорт статичного зондування

Об'єкт: XXXXXXXX ВЕС
 Випробування: 3.хх-1 Прив'язка: ВЕУ хх
 Абс. відмітка устя, м: 7,50 Дата проведення: 22.07.2018

- 1. Максимальне зусилля для вістря (кН): 50
- 2. Максимальне зусилля для бічної поверхні (кН): 20
- 3. Вид пісків: Всі генетичні типи крім алювієльних і флювіогляціальних

Критерій R:

Піс. сер. < 0,2	Суглин < 1,5
Піс. міл. < 0,5	Суглин. < 3,5
Піс. пил. < 0,9	Глина > 3,5

Опір конусу і муфти [Sf = 350 см.кв.] [Sq = 10 см.кв.]

Таблиця 1

Глиб., м	Відлік конус	qс, МПа	Відлік муфти	fs, кПа	Графіки зондування по конусу та муфті		Штрих	R, %	Вид ґрунту	Ст.	φ, град	С, кПа	Е, МПа
					qс, МПа	fs, кПа							
0,2	8	1,60	12	27			////	1,7	сугл.		20	21	11
0,4	6	1,2	10	23			////	1,9	сугл.		19	18	8
0,6	4	0,8	11	25			////	3,1	сугл.		18	16	6
0,8	3	0,6	8	18			////	3,0	сугл.		17	15	4
1,0	5	1,0	7	16			////	1,6	сугл.		19	17	7
1,2	4	0,8	6	14			////	1,7	сугл.		18	16	6
1,4	6	1,2	8	18			////	1,5	сугл.		19	18	8
1,6	4	0,8	7	16			////	2,0	сугл.		18	16	6
1,8	5	1,0	8	18			////	1,8	сугл.		19	17	7
2,0	4	0,8	10	23			////	2,9	сугл.		18	16	6
2,2	3	0,6	8	18			////	3,0	сугл.		17	15	4
2,4	5	1,0	9	21			////	2,1	сугл.		19	17	7
2,6	6	1,2	7	16			////	1,3	сугл.		19	18	8
2,8	5	1,0	8	18			////	1,8	сугл.		19	17	7
3,0	7	1,4	6	14			////	1,0	сугл.		20	19	10
3,2	5	1,0	7	16			////	1,6	сугл.		19	17	7
3,4	6	1,2	8	18			////	1,5	сугл.		19	18	8
3,6	4	0,8	9	21			////	2,6	сугл.		18	16	6
3,8	5	1,0	10	23			////	2,3	сугл.		19	17	7
4,0	4	0,8	11	25			////	3,1	сугл.		18	16	6
4,2	6	1,2	9	21			////	1,7	сугл.		19	18	8
4,4	5	1,0	11	25			////	2,5	сугл.		19	17	7
4,6	4	0,8	10	23			////	2,9	сугл.		18	16	6
4,8	5	1,0	14	32			////	3,2	сугл.		19	17	7
5,0	6	1,2	16	34			////	2,9	сугл.		19	18	8
5,2	4	0,8	10	23			////	2,9	сугл.		18	16	6
5,4	5	1,0	13	30			////	3,0	сугл.		19	17	7
5,6	6	1,2	15	34			////	2,9	сугл.		19	18	8
5,8	7	1,4	14	32			////	2,3	сугл.		20	19	10
6,0	8	1,6	16	37			////	2,3	сугл.		20	21	11
6,2	7	1,4	15	34			////	2,4	сугл.		20	19	10
6,4	6	1,2	12	27			////	2,3	сугл.		19	18	8
6,6	8	1,6	14	32			////	2,0	сугл.		20	21	11
6,8	9	1,8	16	37			////	2,0	сугл.		21	22	13
7,0	8	1,6	14	32			////	2,0	сугл.		20	21	11
7,2	9	1,8	18	41			////	2,3	сугл.		21	22	13
7,4	8	1,6	19	43			////	2,7	сугл.		20	21	11
7,6	7	1,4	17	39			////	2,8	сугл.		20	19	10
7,8	8	1,6	18	41			////	2,6	сугл.		20	21	11
8,0	9	1,8	16	37			////	2,0	сугл.		21	22	13
8,2	10	2,0	18	41			////	2,1	сугл.		21	23	14
8,4	18	3,6	19	43			////	1,2	сугл.		24	33	25
8,6	30	6,0	16	37			o	0,6	піс.п.		31	0	22
8,8	34	6,8	12	27			o	0,4	піс.м.		31	0	23
9,0	45	9,0	11	25			o	0,3	піс.м.		33	0	27
9,2	60	12,0	12	27			o	0,2	піс.м.		34	0	30
9,4	66	13,2	13	30			o	0,2	піс.м.		34	0	32
9,6	67	13,4	14	32			o	0,2	піс.м.		34	0	32
9,8	69	13,8	15	34			o	0,2	піс.м.		35	0	33
10,0	72	14,4	14	32			o	0,2	піс.м.		35	0	34
10,2	73	14,6	16	37			o	0,3	піс.м.		35	0	34
10,4	75	15,0	15	34			o	0,2	піс.м.		35	0	35
10,6	76	15,2	14	32			o	0,2	піс.м.		35	0	35
10,8	79	15,8	16	37			o	0,2	піс.м.		35	0	36
11,0	80	16,0	15	34			o	0,2	піс.м.		35	0	36
11,2	86	17,2	17	39			o	0,2	піс.м.		36	0	37
11,4	90	18,0	17	39			o	0,2	піс.м.		36	0	38
11,6	94	18,8	17	39			o	0,2	піс.м.		36	0	39
11,8	100	20,0	18	41			o	0,2	піс.м.		37	0	41

хх-18 ІГВ.ВЕУ-хх.ТД - Ж

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Лист 1

Додаток 4. Інженерно-геологічна колонка

№	Індекс генезису та вік ґрунту	Літологічний розріз (інженерно-геологічний)	Найменування ґрунту	Нормативні показники														Розрахункові показники						Порядковий номер класифікації ґрунта за ДБН Д.2.2-1-99, табл. 1		
				Питома вага, тс/м ³		Природна вологість, д.о.	Границя текучості, д.о.	Границя розкатування, д.о.	Число пластичності	Показник текучості	Показник текучості (прогнозний)	Скільки вологості	Коефіцієнт пористості	Модуль деформації, Мпа		Питоме зчеп., кПа	Кут внутрішнього тертя, градус	Питомо вага, (СНіП 2.02.01-83*)	Питоме зчеплення, кПа	Кут внутрішнього го тертя, градус						
				γ_n	$\gamma_{ск}$									γ_s	прир. од. стан						насич. стан	E_0	E_B		γ_{II}	γ_I
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
1	e H	П	ґрунтово-рослинний шар. Суглинок темно-сірий, гумусований з корінням та рештками рослин	не нормується, підлягає рекультивації																						35в
2	vd P III	ІГЕ-1	Суглинок від світло-коричневий з прошарком коричневого, тугопластичний, сухий з включенням гнізд карбонатів до 20 мм, кристалів гіпса, крупного піску	1,84	1,52	2,67	0,20	0,30	0,14	0,16	0,39	0,75	0,73	0,76	10,40	7,15	35,67	23,33	1,80	1,77	33,97	31,01	22	20	35в	
3	Im, vd P I-III	ІГЕ-2	Суглинок помаранчевий, тугопластичний з рідкими вклоч. гнізд карбонатів, чорних зерен та гнізд коричневого суглинка	1,99	1,60	2,68	0,24	0,32	0,20	0,12	0,28	-	0,96	0,67	8,50	8,50	29,00	24,00	1,98	1,97	27,92	27,24	23	21	35в	
4	Im, vd P I-III	ІГЕ-3	Суглинок піщанистий, коричневий, тугопластичний з гніздами дрібного супіску	2,01	1,63	2,67	0,23	0,23	0,20	0,12	0,29	-	0,97	0,64	12,33	12,33	39,00	22,50	1,88	1,79	37,14	33,91	21	20	35в	
5	N 2-2	ІГЕ-6	Пісок жовтий, дрібнозернистий, водонасичений, середньої щільності	2,01	1,63	2,66	0,23	-	-	-	-	-	1,00	0,63	35,00	35,00	2,00	35,00	1,88	1,79	1,90	1,74	33	30	35в	
6	N 2-2	ІГЕ-6б	Пісок жовтий, пілуватий, водонасичений, щільний	2,02	1,65	2,65	0,24	-	-	-	-	-	1,00	0,60	40,00	40,00	1,00	36,00	1,92	1,76	0,95	0,87	34	31	25а	
7	N 2-2	ІГЕ-7	Суглинок пілуватий, світло-сірий, тугопластичний	1,98	1,59	2,68	0,24	0,34	0,20	0,14	0,30	-	0,95	0,68	14,00	14,00	52,00	24,00	1,96	1,94	49,52	45,22	23	21	35г	

Примітки:

- Пілувано-глинисті ґрунти рахуються водонасиченими при ступіні вологості $S_r \geq 0,86$ (п. 2.61. глави СНіП 2.02.01 - 83*91) та змоченими при $S_r \geq 0,80$ (п.6.11. ГОСТ 5686-94: ґрунти. Методи польових випробувань палями). п. 3.21 "Посібник по проектуванню будівель та споруд до СНіП 2.02.01-83, т. II, с. 209).
- Нормативні значення показників механічних властивостей ґрунтів визначені на основі результатів лабораторних досліджень та по таблицям В.1, В.2, В.3