

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет геології, географії, рекреації та туризму
Кафедра фундаментальної та прикладної геології

До захисту перед ЄК допущено
В.о. зав. кафедри _____ доц. Петік В.О.
«_____» _____ 2025 року

**«Інженерно-геологічні дослідження
з метою забудови мікрорайону №2 у м. Суми»**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Виконав:
студент 2 курсу, група ГЖ-21,
спеціальність 103 Науки про Землю,
освітньо-професійна програма
«Інженерна геологія»
Лузін Андрій Анатолійович
Керівник:
к. техн. н.,
Соколов Віктор Артемович

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою «_____»
_____*Голова ЄК Безрук К.О.*
_____*Секретар ЄК Тищенко І.І.*
«_____» _____ 2025 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи обсягом 72 сторінки, містить вступ, 7 розділів, висновки та список літератури з 30 джерел.

Об'єкт дослідження – інженерно-геологічні умови ділянки майбутньої забудови мікрорайону №2 у м. Суми.

Предмет дослідження – морфологія, склад, властивості та несна здатність четвертинних ґрунтів основи.

Мета роботи – оцінка інженерно-геологічних умов ділянки для обґрунтування вибору оптимального типу фундаментів та розробки рекомендацій щодо будівельних робіт.

Методи дослідження та апаратура. Застосовано комплекс польових і лабораторних методів. Польові дослідження включали статичне зондування ґрунтів установкою С-979 та випробування ґрунтів еталонною палею для визначення опірності зрізу та несної здатності. Лабораторні випробування проводилися відповідно до ДСТУ і включали визначення вологості, питомої ваги, пористості, гранулометричного складу та опору зрізу.

Результати та їх новизна. Вперше для конкретної ділянки мікрорайону №2 в м. Суми отримано комплексну інженерно-геологічну характеристику. Визначено стратиграфію, склад та фізико-механічні властивості ґрунтів. Виділено та параметризовано основний опорний інженерно-геологічний елемент – шар щільних напівтвердих суглинків потужністю 2.0–2.5 м на глибині 3.5–4.5 м, що є оптимальним для сприйняття навантаження від запланованої малоповерхової забудови.

Галузь застосування. Результати призначені для використання проектними та будівельними організаціями (наприклад, Сумським філіалом ДП «Діпродмістопроєкт») при розробці проектно-кошторисної документації на забудову території, а також для навчального процесу.

Економічна ефективність. На підставі результатів досліджень обґрунтовано рекомендацію застосовувати стрічкові фундаменти мілкового закладення, що

дозволяє відмовитися від більш витратних пальових фундаментів. Це забезпечує пряму економію коштів на стадії нульового циклу будівництва при гарантованій технічній безпеці.

Значення роботи та висновки. Робота є науково -практичним обґрунтуванням для безпечної та економічно доцільної забудови території. Основним висновком є можливість і доцільність використання стрічкових фундаментів із заглибленням підшви в виділений опорний шар щільних суглинків. Рекомендовано проведення дренажу ділянки через сезонні коливання рівня ґрунтових вод.

Прогнозні припущення. Результати роботи можуть слугувати основою для створення детальнішої цифрової геотехнічної моделі території міста Суми в міру його подальшого розширення. Впровадження рекомендацій сприятиме стабільному розвитку інфраструктури мікрорайону.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ, ГЕОТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, НЕСНА ЗДАТНІСТЬ ГРУНТІВ, ФУНДАМЕНТИ, ЗАБУДОВА ТЕРИТОРІЇ, МІСТО СУМИ, СТАТИЧНЕ ЗОНДУВАННЯ

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Фізико-географічний нарис	8
1.1. Рельєф	8
1.2. Гідрографічна мережа	8
1.3. Клімат	9
1.4. Рослинність, ґрунти	10
1.5. Населення, шляхи сполучення, економіка	10
Розділ 2. Геологічна будова та гідрогеологічні умови території досліджень	12
2.1. Геологічна будова	12
2.2. Гідрогеологічні умови	27
Розділ 3. Обсяг та методика виконаних робіт, буріння свердловин	34
3.1. Відбір монолітів	35
3.2. Обладнання та матеріали	36
3.3. Відбір зразка ґрунту	36
3.4. Транспортування та зберігання зразків	38
Розділ 4. Статичне зондування	39
4.1. Загальні положення	39
4.2. Устаткування	40
4.3. Підготовка до випробувань	40
4.4. Проведення випробувань	41
4.5. Обробка результатів	42
Розділ 5. Метод польового випробування еталонною палею	43
5.1. Загальні положення	43
5.2. Обладнання та прилади	43
5.3. Проведення випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив динамічного навантаження	45
5.4. Проведення випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив статистичного вдавлюючого навантаження	46

5.5. Обробка результатів	48
Розділ 6. Лабораторні випробування	50
6.1. Метод лабораторного визначення вологості	50
6.2. Визначення вологості немерзлих ґрунтів	51
6.3. Визначення вологості мерзлих ґрунтів	52
6.4. Визначення гігроскопічної вологості немерзлих та мерзлих ґрунтів	53
6.5. Методи лабораторного визначення опору зрізу	53
Розділ 7. Склад та фізико-механічні властивості ґрунтів	59
Висновки	66
Список використаних джерел	68

ВСТУП

Актуальність теми. Прискорене розширення міської інфраструктури, зокрема житлової забудови, вимагає комплексного та обґрунтованого інженерно-геологічного забезпечення будівельних проєктів. Місто Суми, як значний промисловий і культурний центр Сумської області, активізує будівництво нових житлових масивів. Мікрорайон №2, що планується до забудови, розташований у складних умовах Лівобережної Дніпровської низовини, де поширені різноманітні за складом і властивостями четвертинні відклади. Неврахування особливостей геологічної будови, гідрогеологічних умов та фізико-механічних характеристик ґрунтів основи може призвести до непрогнозованих деформацій споруд, зниження їх експлуатаційної надійності та економічних збитків. Таким чином, проведення детальних інженерно-геологічних досліджень цієї території є нагальною науково-практичною проблемою, від вирішення якої залежить безпека та ефективність майбутнього будівництва.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в оцінці інженерно-геологічних умов ділянки, призначеної для забудови мікрорайону №2 у м. Суми, з метою обґрунтування вибору оптимального типу фундаментів та розробки рекомендацій щодо проведення будівельних робіт.

Основні завдання дослідження:

1. Охарактеризувати фізико-географічні та геологічні умови території дослідження.
2. Проаналізувати обсяг та методику виконаних польових (статичне зондування, випробування еталонною палею) та лабораторних досліджень.
3. Визначити склад, стан та фізико-механічні властивості ґрунтів в межах досліджуваної ділянки.
4. Виявити основний опорний шар ґрунту для фундаментів майбутніх споруд.
5. На підставі отриманих результатів обґрунтувати рекомендації щодо типу фундаментів та особливостей інженерної підготовки території.

Об’єкт дослідження – інженерно-геологічні умови ділянки майбутньої забудови мікрорайону №2 у м. Суми.

Предмет дослідження – морфологія, склад, властивості та несна здатність четвертинних ґрунтів основи на досліджуваній території.

Теоретичні та методологічні основи дослідження ґрунтуються на фундаментальних положеннях інженерної геології, механіки ґрунтів, основ і фундаментів. У процесі роботи використано комплекс методів, включаючи:

- **Методи польових досліджень:** статичне зондування ґрунтів, динамічне та статичне випробування ґрунтів еталонною палею для визначення опірності ґрунту зрізу та несної здатності.
- **Методи лабораторних досліджень:** визначення вологості, питомої ваги, пористості, гранулометричного складу та опору зрізу ґрунтів згідно з чинними державними стандартами (ДСТУ).
- **Методи аналізу та узагальнення:** камеральна обробка отриманих даних, порівняльний аналіз, графічне моделювання розрізу.

Особистий внесок магістранта полягає у безпосередньому виконанні та обробці частини польових та лабораторних досліджень під час дипломної практики, комплексному аналізі отриманих даних, формуванні висновків щодо інженерно-геологічних умов та розробці конкретних рекомендацій для проектування.

Практичне значення та галузь застосування результатів. Результати даного дослідження становлять безпосередню практичну цінність для проектних організацій (таких як Сумський філіал ДП «Діпродмістопроєкт» та ін.), які займаються плануванням та проектуванням забудови мікрорайону. Отримані характеристики ґрунтів, виділені опорні інженерно-геологічні елементи (шари) та обґрунтовані рекомендації щодо фундаментів будуть використані при розробці проектно-кошторисної документації, що забезпечить технічно правильні, економічно доцільні та безпечні рішення. Матеріали роботи можуть також бути використані при подальшому моніторингу геологічного середовища міста та для навчального процесу на геологічних спеціальностях.

РОЗДІЛ 1

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ НАРИС

Сумська область розташована у північно-східній частині України. На півночі та північному сході вона межує з Брянською, Курською та Білгородською областями Росії, із заходу та півдня – з Чернігівською, Полтавською та Харківською областями України. Територія області простежується з півдня північ більш ніж 200 км, і із заходу Схід від 40-50 км північ від до 170-180 км півдні, площа її становить – 23,8 тис. км².

1.1. Рельєф

Велика частина території, що описується, знаходиться в межах Лівобережної Дніпровської низовини. Лише північному сході області простежуються відроги Середньо-Російської височини, яких і приурочені невеликі абсолютні висоти поверхні, досягають на вододілі річок Пселл і Ворскла 230-246 м, на вододілах річок Сейм, Десна, відповідно 220-230 м² і 27 м². Мінімальні висоти спостерігаються на крайньому півдні у заплавах річок Ворскла, Псел та Сула, що становив тут 102-107 м над рівнем моря. Характерно загальне поступове зниження земної поверхні з північного сходу на південний захід та південь. Рельєф описуваної території має переважно рівнинний характер. Найбільша розчленованість поверхні спостерігається у східній частині області, де яружно-балкова мережа глибоко вдається у вододіли та розчленовує їх на окремі пагорби. Тут переважає пологохвилястий і слабозагорнутий рельєф. Для решти території більш характерні неглибокі пологі балки. Короткі та глибокі яри розвинені на правих вищих берегах річок.

1.2. Гідрографічна мережа

Річки Сумської області належать до басейну річки Дніпро. У її південній половині протікають ліві притоки Дніпра, які мають загалом південно-західний напрямок. На південному сході, в межах описуваної площі, своєю течією сюди

заходить р.Ворскла з правими притоками Ворсклицей і Боромлей, далі на захід протікає р.Псел, що приймає праворуч притоки Олешню, Сумку, ліворуч Сировотку та інші. На південному заході проходить верхня течія р.Сула з правими притоками Терн та Ромен. Нарешті, на північному заході, біля західного кордону Сумської області протікає ліва притока Дніпра – р.Десна, в яку впадають усі річки північної частини території, що розглядається. Їх характерно широтний напрямок течії.

Річки Сумської області рівнинні, з звивистим руслом, що меандрує, глибиною від 0,5 до 3 м, місцями до 5 м. Ширина заплави Псла і Ворскли досягає метрами 3-6 км, а Сейму 10-12 км. Притоки названих великих рік мають ширину заплави до 1-3 км. Долини Ворскли, Псела і Сейму зазвичай асиметричні, з крутим і високим правим берегом і пологим лівим терасованим.

1.3. Клімат

Клімат території, що описується, помірно-континентальний. Середньорічні температури за даними багаторічних спостережень від +6,8 °C на південному сході до +6,2 °C – її півночі. Найбільш теплі місяці червень, липень та серпень із середньомісячною температурою від +1,8 °C до 21 °C та максимальною +38 °C. Найхолодніші місяці – січень та лютий, із середньомісячною температурою від -6,4 °C до -6,7 °C до -7,4 °C. І морозами окремих випадках до -38 °C. Середня висота снігового покриву 0,12-0,23 м-коду, максимальна - до 0,77 м-коду. Середня максимальна глибина промерзання ґрунту від 0,74 на південному сході до 0,86 м-коду - на півночі. Початок льодоставу у великих річках приблизно 9 грудня. Розтин річок та початок весняного льодоходу відбувається у третій декаді березня.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 508 мм. Найбільше опадів випадає у червні-липні – 59-90 мм на місяць, найменше у лютому – 23-31 мм. Напрямок і сила вітрів області протягом року різні. З листопада по березень переважають західні, південно-західні та східно-південно-східні вітри із середньою швидкістю – 5,6 м/с, влітку переважають вітри західно-північно-

західні із середньою швидкістю 2,9 – 3,6 м/с. Максимальна швидкість вітру до 20 м/с спостерігалася у поодиноких випадках.

1.4. Рослинність, ґрунти.

Ця територія розташована в межах лісостепової зони. Значні лісові масиви розвинені переважно у північній частині Сумської області, де відбувається перехід до полісся. Листяні ліси розвинені, головним чином, на корінних схилах великих річок Сейму, Псела, Ворскли, Сули. У заплавах річок зустрічаються вільха, осика та верба. Соснові ліси поширені переважно на борових терасах більших річок, а також на замурових пісках у північній частині області. Безлісі площі зайняті посівами сільськогосподарських культур. Степова рослинність зберіглася тільки по глибоких балках та ярах.

У заплавах річок поширена лучна та болотна рослинність. У південній частині області переважають чорноземні ґрунти, на півночі – лісові ґрунти та підзоли. У заплавах річок та великих балок дерново-глеєві та торф'яні ґрунти.

1.5. Населення, шляхи сполучення, економіка.

Більшість населення Сумської області проживає у селах. З міст найбільшими є Суми, а також Конотоп, Ромни, Охтирка, Шостка, Білопілья, Глухів, Кролевець, Тростянець та Путивль. Більшість населених пунктів пов'язані між собою ґрунтовими ґрейдерними дорогами, що важко проходять у період осіннього і весняного бездоріжжя. Є також шосейні дороги Охтирка – Суми – Путивль – Глухів, Суми – Ромни, Суми – Конотоп, Суми – Охтирка – Лебедин, Шепетівка – Лебедин та деякі інші. Північну частину Сумської області перетинає автомагістраль Москва – Київ через Глухів та Кролевець. Автобусне сполучення здійснюється між більшістю населених пунктів.

В економіці Сумщини переважає сільське господарство. Переважним розвитком користується полеводство – вирощування зернових та технічних культур та тваринництво – розведення великої рогатої худоби та свиней.

Найбільшим промисловим центром є місто Суми, де розвинене машинобудування, харчова, хімічна та легка промисловість, виробництво будівельних матеріалів. Машинобудівні заводи є у Ромнах, Конотопі, Білопіль, Середино-Буді, Охтирці, Тростянці та ін. У Шостці розвинена хімічна промисловість. У низці населених пунктів розташовані цукрові, спиртові та цегельні заводи. Гірничодобувна промисловість представлена численними, але здебільшого невеликими кар'єрами з видобутку цегляної сировини та будівельних пісків. Є такі кар'єри з видобутку крейди, пісковиків та гіпсу. У долинах рік Сейм, Псел, Ромен та інших ведеться розробка торфу. Електроенергією область постачається із єдиної електромережі України, щонайменше за рахунок дрібних місцевих електростанцій.

РОЗДІЛ 2

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Геологічна будова

Територія робіт розташована на північному борту Дніпровсько-Донецької западини (східне крило Воронежського підняття) і лише невелика південна її частина знаходиться в межах Дніпровського грабену.

У геологічному будові описуваної території беруть участь докембрійські кристалічні породи і осадова товща, що залягає на них, потужністю від 280-300 м на півночі до 708 км на півдні, у складі якої виділяються девонські, кам'яновугільні, пермські, тріасові, юрські, крейдянні, палеоген. Осадова товща, як і кристалічний фундамент, характеризується моноклінальним падінням на південний захід у бік Дніпровського грабену.

Так як об'єктами пошукових робіт є водоносні горизонти, присвячені відкладам крейджаної та палеогенової систем, опис геологічного розрізу наводиться з нижнього відділу крейджаної системи.

Мезозойська група

Крейджана система

Нижній відділ

Товща відкладів нижньої крейди розчленовується на дві частини: нижню – континентальну та верхню – морську.

Континентальна частина розділу представлена прошарками глин, алевроїтів, пісків різної зернистості, пісковиків і алевроїтів. Глибина залягання цієї товщі загалом становить 300-500 м, потужність 60-90 м.

Морська частина розрізу нижньої крейди представлена різнозернистими кварц-глауконітовими пісками альбського ярусу. Потужність пісків 15-20м.

Верхній відділ

У складі верхнього відділу виділяються сеноманський, туронський, кон'яцький, сантонський, кампанський та маастрихтський яруси. Сеноманський

ярус представлений кварц-глауконітовими дрібно-середньозернистими пісками з прошарками глин та пісковиків. Глибина залягання 85-450 м-коду.

Під час проведення пошукових робіт нерозчленовані сеноманно-нижньокремові відкладення розкрито на півночі Сумської області, у смт. Зноб – Новгородське Середина – Будського району (скв. 18), на глибині 94 м. Представлені вони прошарками пісковиків, що чергуються, глин і різнозернистих пісків загальною потужністю 86 м.

Туронський, кон'яцький, сантонський, кампанський та маастрихтський яруси представлені товщею крейди та мергелю загальною потужністю 250-400 м.

Мергельно-крейдові відкладення розвинені повсюдно. На півночі та північному сході території робіт вони залягають поблизу денної поверхні, безпосередньо під четвертинними відкладеннями (у долинах річок) або виходять на денну поверхню (долинами річок Сейм, Псел та Олешня). На південь і на південний захід їх покрівля занурюється нижче ерозійного врізу і на крайньому півдні залягає на глибинах 350-400 м, а в компенсаційних прогинах і набагато глибше.

Мело-мергельні відкладення в процесі пошуків розкриті 60 свердловинами (№№ 3, 17, 18, 19, 20, 22) на глибині від 21,5 - 30,5 м (північна частина області, свердловини 17, 18, 22) до 101 м (півд-а). вкв.

На контакті крейдяних і лежачих порід практично повсюдно розвинений шар замулювання або кольматаційний шар потужністю до 5 м.

Кайнозойська група

Палеогенова система

Палеоцен

Сумська світа представлений сульською та лузанівською світаами. Залягає із розмивом на мергельно-крейдових відкладах. Розвинена досить широко, повсюдно присутня у південній половині території. Північний кордон її поширення простежується із заходу на південний схід приблизно за лінією: с. Реутинці – с. Бочонки – с. Грузьке – смт. Терни – с. Віри – на північ від м. Суми

– верхів'я нар. Сироватка. Покрівля відкладів сумської почти зустрінута свердловинами на глибинах 70-90 м у м. Конотопа, 170 – 180 м у районі с. Сміливе та 300 – 350 м біля південних кордонів Сумської області. Сумська світа складається опоками, опокovidними алевролітами, глинами, пісковиками, пісками та алевролітами. На більшій частині площі свого розвитку сумські відкладення представлені товщею опок та опокоподібних алевритів, на південному сході верхня частина світи складена алевролітами та пісковиками.

Потужність сумської світи коливається від 1-2 м у зоні виклинювання до 50-60 м на півдні. Під час проведення пошукових робіт відкладення сумської почти було розкрито вкв. 3, 21 на південному сході Сумської області на глибині 75-93 м. Представлені вони сірими щільними опокоподібними алевролітами та крем'янистими опоками загальною потужністю 25 м (вк. № 3). Розкрита потужність сумських відкладень по свердловині 21 становила 5 м.

Лузанівська світа займає трохи більшу площу, ніж сумська. Залягають лузанівські відкладення на сумських із досить чітким контактом. В основі світи простежується кварцовий і крем'яний гравій, дрібні фосфорити.

На денну поверхню лузанівські відкладення виходять лише в м. Суми, на південь та південний захід дані відкладення занурюються на глибину до 270-280 м.

Лузанівська світа складається пісковиками, алевролітами, пісками, алевритами та глинами, іноді з прошарками крем'янистих опок. Для порід характерна темно-сіра та чорна забарвлення. Пісковики та алевроліти різної фортеці від дуже міцних, сильно відокремлених до слабких, що переходять у пісок або алеврит. Піски дрібно-тонкозернисті, залягають у вигляді прошарків, алевроліт глинисті та сильно глинисті. Потужність лузанівської світи збільшується на південь та південний захід і досягають 50-64 м.

У ході пошукових робіт відкладення Лузанівської почти були розкриті свердловинами №№ 15, 16, 11, 12, 3 на півдні та південному сході Сумської області. Залягають вони на глибині від 73 м (скв. 3 с. Іванівка Великописарівського району) до 96 м (скв. № 11 с. Михайлівка Лебединського

району). Представлені сірими та темно-сірими до чорних глинами та глинистими пісковиками. Розкрита потужність відкладень Лузанівської світи коливається від 4-7 м до 14-18 м.

Еоцен

Представлений канівський, бучацький та київський світаами.

Канівська світа займає майже всю південну частину Сумщини. Крім того, у вигляді окремих ділянок простежується далеко на півночі аж до вододілів рік Івот та Зноб, зустрічаючись у районі пп. Ямпіль, Путивль та Глухів. Залягають канівські відкладення на лузановських а місцях відсутності останніх на сумських чи верхньокрейдових породах. Покрівля їх знаходиться на глибинах від кількох метрів на півночі до 200-250 м на півдні. Представлені канівські відкладення темно-зелено-сірими та зеленувато-сірими, глауконітово-кварцовими, тонко-дрібнозернистими слюдистими пісками, що містять прошарки пісковиків, іноді алевролітів та глин. Прошари пісковиків і алевролітів більш численні у південній частині світи. Глини найбільше часто зустрічаються на південному сході області, в межах Дніпровського грабену.

Потужність канівських відкладень 5-20 м на півночі та північному сході, 40-55 м на півдні та південному сході та 60-75 м на південному заході.

При проведенні пошукових робіт через відсутність чіткої межі між однорідними пісками канівської та вищележачої бучацької почти ці відкладення описувалися спільно. Тільки по 5-ти свердловинах було проведено розчленування відкладень канівської та бучацької світ. Згідно з цими даними, глибина залягання покрівлі відкладень канівської світи коливається від 11 м (м. Ямпіль, кв. 22) на півночі території, що описується, до 77,5 м на південному сході (с. Люджа, кв. 21). Представлені вони в основному зеленувато-сірими дрібно-тонкозернистими, іноді глинистими, пісками потужністю від 5-18 м на півночі до 52 м на південному сході.

Бучацька світа розвинена майже на всій території, що описується, за винятком її крайньої північної частини. Залягає на канівських, а місцях їх відсутності – на верхньокрейдових відкладах. Відслонення бучака приурочені до

північної та північно-східної частин області (на захід і південь від м. Глухова, біля Путивля, на північ і схід від м. Суми та ін.); далі на південь та південний захід глибина залягання покрівлі бучакських відкладень становить 140-180 м.

Бучацькі відклади представлені товщею пісків, у яких місцями залягають лінзовидні прошарки кварцових та кварцитоподібних пісковиків, набагато рідше зустрічаються прошарки алевритів та алевритистих глин. За гранулометричним складом піски неоднорідні – від тонкозернистих до крупнозернистих, але переважають середньозернисті та середньо-дрібнозернисті.

В основі піщаної товщі в місцях залягання її на верхньокрейдових відкладах іноді зустрічається малопотужний прошарок фосфоритового галечника (у Путивлі, с. Стецковка та ін). Піщаники розвинені головним чином північ від описуваної території між рр. Сейм і Шостка, де часто спостерігаються в оголеннях. Залягають вони у вигляді лінз та лінзовидних прошарків потужністю до 15-20 м (с. Баничі Глухівського району). Місцями зустрічаються прошарки вуглистих алевритів та глин (на північ від с. Дубовичі) та бурого вугілля (с. Сміле) потужністю до 6-7 м. Потужність бучацьких відкладень коливається у значних межах від кількох метрів до 40-50 м, у середньому становлячи 15-25 м.

У процесі пошуків бучацькі відкладення розкриті 14-ю свердловинами на глибині від 13 до 108 м. Представлені вони пісками світло-сірими і зеленувато-сірими різної зернистості: від тонкозернистих до середньозернистих, іноді зустрінуті прошарки піщанистих глин потужністю 4-7 м². потужність нерозчленованої піщаної товщі бучацької та канівської світ – від 16,5 до 56 м.

Київська світа розвинена менш широко, простежуючись лише у південній половині описуваної території. Північний кордон її поширення проходить із північного заходу на південний схід приблизно по лінії: м. Конотоп – с. Шпилівка (на південь від м. Суми) – нар. Сироватка. Залягають київські відкладення на бучацьких із розмивом, на ділянках, де бучак відсутній, вони лягають на канівську свиту. Глибина залягання покрівлі коливається від 30–40 м на півночі до 100–130 м на півдні. Київські відкладення представлені мергелями,

глинами, алевролітами, алевритами та пісками. Наявність мергелів дозволяє впевнено виділити київську світа у складі піщаної товщі палеогену. Піски зеленувато-сірі глинисті потужністю від 1-3 до 6-10 м-коду.

Мергелі зеленувато-світло-сірі, блакитно-сірі досить щільні, на північний схід поступово заміщаються на вапняні алевроліти. Потужність мергелів 20-25 м. Глини світло-зелені та зеленувато-сірі мергелисті або вапняні потужністю до 10 м. Глини часто заміщаються алевролітами та алевритами піщанистими зеленувато-або блакитно-сірими. Потужність київської світи коливається від кількох метрів на півночі до 60-70 м на півдні.

При пошукових роботах відкладення київської почти розкрито 11 свердловинами. Представлені вони глинами мергелистими та вапняними, алевролітами, алевритами з прошарками піску, тонкозернистими пісками зеленувато-сірого та сірого кольорів. Потужність київських відкладень коливається від 6-10 до 22,5 – 29,0 м, досягаючи по вкв. №№ 6, 7 34-45 м.

Олігоцен

Представлений харківською та берецькою світаами.

Харківська світа займає порівняно з київською дещо меншу площу, оскільки значно більше зазнала пліоценового та четвертинного розмиву. Залягає вона на київській світі без жодної видимої перерви. Покрівля харківських відкладень зустрінуто свердловинами на глибинах 15-30 м у долинах річок та великих балок та 50-80 м на вододілах. У межах Дніпровського грабену глибина залягання харківської світи коливається у значних межах, зменшуючись у склепіннях позитивних структур і дуже зростаючи у западинах (понад 150 м). Харківська світа представлена в основному пісками з лінзами та прошарками піщанистих глин, алевритів та пісковиків.

Піски зеленувато-сірі, буро-сірі дрібно-і тонкозернисті, слабо глинисті. Пісковики зустрічаються в східній частині описуваної території, оголення їх є в басейні р. Боромля та по правому березі нар. Псел. Потужність харківської світи збільшується на південь та південний захід і становить від кількох метрів в області інтенсивного розмиву до 50-70 м на півдні та південному заході.

При проведенні пошукових робіт відкладення харківської породи розкриті 9-ма свердловинами на глибині від 17 до 65 м. Представлені вони зеленувато-сірими та жовтуватими-сірими, в основному, тонкозернистими, рідше дрібно-і середньозернистими пісками, алевритистими глинами і (по 20м алевритними глинами). Загальна потужність харківської породи коливається від 9-13 м до 15-25 м.

Берекська порода присутній тільки на півдні та сході описуваної території. Північна межа її розповсюдження на заході простежується лівим берегом річки. Ромен, проходячи на південний схід лише північніше м. Ромни і далі на південний схід до с. Синівці, а звідти повертає на північ вздовж правого берега нар. Псів до верхів'я нар. Сула. На північному сході берекська порода розвинена в межах підвищених ділянок плато, відсутня в долинах річок та балок. Берекська порода представлена нижнім та верхнім горизонтами, які у повному розрізі простежуються на найбільш підвищених ділянках плато. На його схилах та знижених ділянках верхній горизонт розмитий, а в межах пліоценових терас повністю знищений пліоценовим розмивом. Нижній горизонт складений світло-сірими та зеленувато-сірими пісками від тонких до велико- та різнозернистих з прошарками зелених глин та алевритів. Місцевими глини темно-сірі, кутисті. Верхній горизонт представлений товщею тонкозернистих пісків та алевритів світло-сірого та білого кольорів. Потужність верхнього горизонту зазвичай 10-15 м (на абс. відм. 200 м). Загальна потужність берекських відкладень у повному розрізі сягає 30-50 м-коду.

У процесі пошуків берекські відкладення було розкрито лише двома свердловинами (№№ 13, 21) на півдні та південному сході Сумської області на глибині 4,5 м (вк. № 21) та 31 м (вв. № 13). Представлені вони: по вкв. № 21 пісками світло-сірими тонкозернистими потужністю 17,5 м, по вкв. № 13 - у нижній частині розрізу піском зеленувато-сірим середньозернистим, потужністю 7 м, у верхній частині зеленувато-сірої алевритистою глиною потужністю 11 м.

Неогенова система

Міоцен

Міоцен представлений полтавською свитою, яка розвинена на плато на сході описуваної території та в її північній частині на правобережжі річки. Сейм. У межах пліоценових та молодших терас вона повністю розмита.

У східній частині території (на північ і північний захід від м. Суми, в районі с. Стецьківка та в міжріччі річок Сумки та Олешня) полтавські відкладення залягають з розмивом на бучаку або києво-харківських породах, представлені пісками кварцовими, світло-сірими, ділянками охристо-залізистого та каолінистого пісковика. Потужність полтавських пісків 15-17 м. На правобережжі Сейму полтавські відкладення розвинені досить широко, простежуючись на північ від Сейму до р. Земань (правого припливу р. Реть). Тут полтавська світа представлена залізними строкатими невідсортованими каоліновими пісками потужністю до 25 м. Такі піски були розкриті в процесі пошуків вкв. 8 у с. Ленінське Кролевецького району. Потужність їх становила 20 м.

Верхній міоцен – нижній пліоцен

Представлені товщею строкатих глин, розвиненою лише в межах плато, на підвищених ділянках вододілів. Залягає вона на полтавських чи берецьких, а подекуди на київсько – харківських чи бучацьких відкладах. Складається строкато-кольоровими світло-і зеленувато-сірими глинами, що до низу місцями переходять у супіски і строкато-кольорові глинисті піски. Потужність товщі загалом 4-8 м, іноді 15-20 м.

При пошуках ці відкладення свердловинами не розкривалися.

Пліоцен

Пліоценові відкладення займають великі площі у південній половині території, простежуючись також північ від лівобережжя Десни і її притокам. Залягають вони з розмивом більш древніх породах від берекських на південному заході до верхньокрейдових на півночі і північному сході. Складаються алювіальними пісками, перекритими товщею глин.

Піски сірі, буро-сірі та жовтувато-сірі різнозернисті, місцями глинисті. Потужність пісків на півночі не перевищує 5-7 м, збільшуючись на південь до 27 м. На пісках залягає товща строкато-кольорових піщанистих глин середньої потужності 15-19 м, що досягає на ділянках, прилеглих до плато 30-32 м. Загальна потужність пліоценової товщі м8 кол.

Пліоценові відкладення в процесі пошуків розкриті 10 свердловинами на глибині від 8-18 м до 40 м (скв. 14). Представлені вони вищеописаними пісками та глинами загальною потужністю від 9 м до 32 м. Потужність пісків коливається від 3 м до 14 м.

Пліоцен - нижньочетвертинні відкладення

Приурочені до плато та пліоценових терас і поширені в основному в східній та південно-східній частинах території, що описується. Представлені бурими, червоними та коричневими глинами, рідше цегляно-червоними глинистими пісками і суглинками. Потужність описуваних відкладень коливається від 0,7 до 30 м.

При пошуках нерозчленованих пліоценів - нижньочетвертинні відкладення розкрито лише свердловиною № 14 (с. Саї Липоводолинського району). Представлені вони глиною бурою, червонувато-бурою піщанистою потужністю 28 м-коду.

Четвертична система

Четвертинні відкладення мають поширення. Залягають вони різних гіпсометричних рівнях, покриваючи плато, пліоценові і четвертинні тераси і виконуючи днища балок. У північній половині території четвертинні відкладення часто залягають на верхньокрейдових, на решті території вони лягають на палеогенові та неогенові відкладення і лише в межах Ременського та Синівського куполів місцями безпосередньо на верхньодевонські породи. У складі четвертинної товщі виділяються нижньо-, середньо-верхньочетвертинні та сучасні відкладення, представлені такими генетичними типами: еолово-делювіальними, елювіальними, льодовиково-озерними, флювіоглянціальними,

льодовиковими (морена), флювіогляціально-алювіючними, аллювіальними, аллювіальними, болотними, делювіальними і пролювіальними.

У межах описуваної території виділяються два райони: льодовиковий і позальодовиковий, льодовиковий район характеризується повсюдним розвитком льодовикових утворень дніпровського льодовиків.

Нижньо-четвертинні відкладення

У їхньому складі виділяються алювіальні відкладення IV надзаплавних терас льодовикового району, еолово-делювіальні та елювіальні утворення. Алювіальні відкладення IV надзапавної (мореної) тераси розвинені, в основному, на лівобережжі річок Сейм та Десна, а також в окремих місцях у долинах річок Есмань, Клевень, Івотка та на правобережжі річки Сем. Сейм. На лівобережжі вони залягають в основному на розмитій поверхні палеогенових відкладень (скв. 4 с. Попівка Конотопського району), а в північній (долина рр. Десни, Клевені, Есмані) та північно-східній частині описуваної території – на верхньокрейдяних відкладах (скв. 20, смт. Представлений алювій пісками сірими, світло-сірими, рідше бурувато-жовтими дрібно-середньозернистими, місцями з прошарками крупнозернистих та гравілістических пісків, піщаних глин та алевроїтів. Потужність алювіальних відкладень коливається від 3 м до 31 м, становлячи найчастіше 8-17 м.

Як зазначалося вище, описані відкладення у процесі пошуків були розкриті свердловинами №№ 4, 20. Представлені вони пісками сірими, буро-сірими дрібно-середньозернистими з прошарками сірих глин і алевроїтів. Потужність відкладень мореної тераси коливається від 16,1 до 22,6 м.

Елювіальні відкладення (копалина ґрунт) зустрічаються досить рідко; представлені бурими, темно-сірими суглинками або алевроїтистими глинами потужністю від 05 до 35 м.

Еолово-делювіальні відкладення представлені жовтувато-бурими, зеленувато-сірими та палево-жовтими пористими безкарбонатними лісоподібними суглинками та лесами. Потужність даних відкладень коливається від 07 м до 105 м.

Нижньо - середньочетвертинні відкладення

До них відносяться алювіальні відкладення IV надзапальної тераси позальодовикового району. Ці відкладення розвинені локально і зустрічаються в долинах річок Ворскла, Ворскліця, Сумка, Олешня, Сироватка та ін. Іноді верхня частина алювію представлена шаруватими глинами, суглинками та алевритами зеленувато-сірого кольору.

Алювіальні відкладення залягають на розмитій поверхні палеогену, перекриваються лісоподібними породами середньо- та верхньочетвертого віку. Потужність алювію змінюється від 4 м до 20 м.

Середньочетвертинні відкладення

Мають дуже широке поширення. Оскільки будова цих відкладень у льодовиковому та позальодовиковому районах має суттєву відмінність, вони розглядаються окремо.

Середньочетвертинні відкладення льодовикового району розвинені на більшій частині території. Вони представлені підмореними льодовиково-озерними та флювіогляціальними відкладеннями, льодовиковими (мореною) та надмореними флювіогляціальними утвореннями та відкладеннями воднольодовикових потоків прохідних долин.

Льодовиково-озерні підморені відкладення широко розвинені в межах плато, пліоценових та моренних терас, залягаючи в основі дніпровського комплексу льодовикових відкладень. У їхній покрівлі залягає зазвичай морена, іноді флювіогляціальні відкладення, у місцях їх розмиву - верхньочетвертинні лісові породи. Представлені описувані відкладення алевритами блакитно-і зеленувато-сірими з охристими плямами, вапняними тонкогорізонтально-шаровими, у верхній частині товщі з галькою і гравієм кристалічних порід. Потужність відкладень 10-15 м-коду.

Флювіогляціальні відкладення підморені зустрічаються у вигляді окремих ділянок на всій площі розвитку дніпровської морени. Представлені вони різнозернистими світло-жовтуватого-сірими, сіруватого-бурими сосками пісками з

гравієм і галькою кристалічних порід. Потужність їх коливається від 04 м до 65 м.

Льодовикові відкладення (морена) дніпровського зледеніння розвинені дуже широко і приурочені до плато, пліоценових та моренних терас.

Морена представлена переважно грубими валунними червоно-бурими, бурими суглинками, супесями, глинистими пісками, що містять гравій, гальку, уламки та валуни різних кристалічних порід. Потужність моренних відкладень частіше 2-5 м, іноді сягає 12 м.

Флювіогляційні відкладення надморені, поширені у північній частині території, на лівобережжі річки. Десна. Залягають вони майже скрізь на морені. Представлені світло-жовто-сірими, сірувато-жовтими різнозернистими, часто шаруватими, пісками з прошарками алевритів та суглинків, часто з галькою та гравієм вивержених порід. Потужність надморених відкладень 3-5 м.

Відкладення водно-льодовикових потоків розвинені у прохідних долинах. Представлені вони в основному пісками буро-і жовтувато-сірими, сірими різнозернистими, в нижній частині гравистими. Потужність відкладень коливається від 2 до 50 м-коду.

Середньочетвертинні відкладення позальодовикового району найбільш широко представлені еолово-делювіальними відкладеннями: жовтувато-палевими, палевими лісоподібними суглинками та лесами потужністю не більше 3-4 м.

Флювіогляційні відкладення дніпровського заледеніння розвинені спорадично, переважно на території, що примикає до льодовикового району. Представлені пісками бурими, жовтими, жовтувато-сірими, часто сильно глинистими, іноді переходять у піщанисті глини та суглинки. Потужність відкладень змінюється від 0,5 до 13 м-коду.

Льодовиково-озерні відкладення поширені в основному на правобережжі нар. Псел, на ділянках, прилеглих до льодовикового району, і представлені блакитно-сірими та сірувато-палевими вапняними тонкошаровими алевритами потужністю від 0,5 до 23 м.

Алювіальні відкладення третьої надзапавної тераси мають обмежене поширення у вигляді нешироких переривчастих смуг у долинах річок Аорскла, Ворсиліца, Псел, Сейм, Сироватка, Клемень, Івотка та ін. Потужність відкладень змінюється від 3,5 до 13 м-коду, а в долинах річок Сейм і Псел місцями досягає 22-37 м-коду.

У процесі пошуків середньочетвертинні відкладення були розкриті 14 свердловинами. Представлені вони в основному морінними, льодовиково-озерними та флювіогляційними утвореннями. Літологічно це суглинки, супіски, алевроїти, глини та піски, що часто містять гальку і гравій кристалічних порід. Потужність відкладень коливається від 4 до 11,5 м, досягаючи окремих випадках 17-18,5 м (скв. 4, 13).

Верхньочетвертинні відкладення

Набувають широкого поширення, відсутні тільки у заплавах річок і балок, а також у крайній північній та північно-західній частині Сумської області. Представлені еолого-делювіальними утвореннями та алювієм I та II надзапавних терас.

Еолово-делювіальні відкладення покривають майже суцільним чохлам усі геоморфологічні елементи, за винятком заплав і першої надзапавної тераси. Представлені вони палевими, жовтуватобурими вапняними лісоподібними суглинками та лесами. На другій надзапавній (однолісовій) терасі суглинки відрізняються більшою запесоченістю. Потужність цих відкладень найчастіше становить 4-7 м. Під час проведення пошукових робіт верхньочетвертинні суглинки були розкриті 15 свердловинами. Потужність їх коливається від 2 до 7,5 м-коду.

Алювіальні відкладення другої надзапавної (однолісової) тераси найбільшим поширенням користується в долинах річок Псел, Ворскла, Десна, Сейм та Сула. Складені вони пісками бурого-сірого, сірого, сіруватожовтими дрібно-середньозернистими. Потужність даних відкладень коливається у межах від 3 до 46 м. При пошукових роботах вищеописані відкладення розкрито трьома свердловинами (2, 3, 12). Потужність їх становила відповідно 5, 12,5 та 20 м.

Алювіальні відкладення першої надзаплавної (борової) тераси мають дещо менше поширення і приурочені в основному до лівобережжя річок Псел, Сейм, Десна та Ворскла. Представлені жовто-сірими, сірувато-жовтими, переважно середньо-дрібнозернистими пісками, найчастіше з прошарками суглинків, глин та алевритів. Потужність алювію змінюється від 11 до 40 м, складаючи в долинах великих річок 20-30 м. Алювіальні відкладення I надзаплавної тераси в процесі пошуків розкриті свердловиною № 5 (с. Присейм'я Конотопського району). Представлені вони чергуванням прошарків пісків, супісків, глин та алевритів загальною потужністю 21,6 м-коду.

*Верхньочетвертинні та сучасні відкладення
нерозчленовані*

До цього комплексу віднесені еолові відкладення та озерно-болотні утворення подів. Еолові відкладення поширені на лівобережжі нар. Десна, на площі розвитку покривних флювіогляціальних піщаних відкладень дніпровського льодовика. Складені сірувато-жовтими, жовто-сірими дрібнозернистими пісками, які є переробленою частиною флювіогляціальних утворень. Ці відкладення розкриті пошуковими свердловинами 17, 18, 22 у Ямпільському та Середино-Будському районах. Потужність їх коливається від 1,1 м-коду до 4 м-коду.

Озерно-болотні відкладення розвинені на знижених ділянках (подах) водороздільного простору між річками Ромен, Сула та Терн. Представлені вони алевритами зеленувато-сірими, вапняними потужністю 0,4 -0,6 м.

Сучасні відкладення

Представлені алювіальними, озерно-болотними, еоловими, делювіальними, пролювіальними та елювіальними відкладеннями. Найбільш поширені такі генетичні типи.

Алювіальні відклади заплав річок представлені в основному жовтувато-сірими і брудно-сірими пісками, тонко-дрібнозернистими нерідко з прошарками суглинків, глин і алевритів. Потужність алювію заплав великих річок 11-23 м, на окремих ділянках нар. Псіль вона сягає 29-31 м. Дані відкладення розкриті

пошуковою свердловиною № 11 (с. Михайлівка Лебединського району) та приурочена до заплави нар. Псел. Представлені вони пісками жовтувато-сірими дрібнозернистими потужністю 13 м. У покрівлі простежується шар суглинку потужністю 1,5 м.

Алювіальні відкладення балок складені найчастіше піщаними суглинками та глинистими пісками потужністю від 1 до 11 м.

Озерні та болотні відкладення приурочені до заплав річок та балок. Представлені торфом, мулами, шаруватими глинами загальною потужністю до 5 – 7,5 м-коду.

В даний час повсюдно формується сучасний ґрунтовий шар, потужність якого зазвичай становить 0,4 - 0,7 м, іноді досягає 1-2 м.

2.2. Гідрогеологічні умови

На території Сумської області виділяються такі водоносні горизонти:

1. Водоносний горизонт четвертинних відкладень.
2. Водоносний горизонт пліоценових відкладень.
3. Водоносний горизонт полтавських відкладень.
4. Водоносний горизонт берекських відкладень.
5. Водоносний горизонт київсько-харківських відкладень.
6. Водоносний горизонт бучакско-канівських відкладень.
7. Водоносний горизонт палеоценових відкладень.
8. Водоносний горизонт мергельно-крейдових відкладів верхньої крейди.
9. Водоносний комплекс сеноман-нижньокрейдових відкладень.

Водоносні горизонти четвертинних відкладень приурочені до наступних генетичних типів: алювію заплав і надзаплавних терас і льодовикових утворень.

Водоносний горизонт алювію заплав і надзаплавних утворень присвячений різнозернистим, часто мулистим піскам з прошарками суглинків і глин. Потужність обводненої товщі в середньому становить 12-18 м, місцями досягаючи 20 м. Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод у межах заплав

складає 0,5 - 4 м, на надзаплавних терасах коливається від 3-4 м до 10-15 м. Дебіти колодязів не перевищують. Дебіти свердловин склали 1-4 л/с, іноді до 8 л/с при зниженні 6-11 см. За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією менше 1 г/дм³ але іноді досягають 2-3 г/дм³. У ряді випадків відзначається підвищений вміст нітратів (до 250 г/дм³).

Водоносний горизонт льодовикових утворень поширений майже по всій території області крім її східної частини.

Водовмісні породи представлені озерно-льодовиковими алевритами, флювіогляціальними пісками та піщаними різницями морени. Потужність обводненої товщі невтримана, досягаючи 15-20 м-коду при середніх значеннях 5-10 м-коду.

Рівень води у колодязях зафіксований на глибинах від 5-8 м до 15-18 м. Нижнім водоупором місцями є більш глинисті та щільні різниці алевритів або строкаті глини плато та пліоценових терас.

Цей горизонт розкривається річковими долинами та численними балками, у результаті утворюються джерела з витратою менше 0,1 л/с. Дебіти колодязів становлять 0,01 – 0,1 л/с при пониженнях 0,5 – 1,0 м. Води прісні з мінералізацією до 1 г/дм³.

Водоносні горизонти четвертинних відкладень характеризуються відсутністю водопоротних порід, що екранують, внаслідок чого легко піддаються як органічному, так і хімічному забрудненню. Проте вони широко використовуються населенням для господарських та питних потреб.

Водоносний горизонт пліоценових відкладень присвячений дрібно-тонкозернистим, іноді різнозернистим, алевритистим піскам з прошарками глин та алевритів. Верхнім відносним водоупором служать строкато-кольорові, часто піщані глини, які не витримані по простяганню і не є достатньо надійним захистом від поверхневого забруднення. Водоносний горизонт розкривається річками та окремими великими балками. Потужність обводненої товщі коливається від 1-2 м до 20-30 м, в середньому становлячи 8-10 м. Дебіти експлуатаційних свердловин зазвичай коливаються від 1 до 5 л/с. За складом

води гідрокарбонатні кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,6 – 0,7 г/дм³ та загальною жорсткістю від 5 до 10 ммоль/дм³. Описуваний горизонт широко використовується для водопостачання ферм та інших сільськогосподарських потреб. У процесі дослідження не випробував.

Водоносний горизонт полтавських відкладень розвинений незначно, переважно на вододілі річок Сейм, Еслань і Реть. Приурочений до дрібно-різкозернистих пісків, що залягає на бучацьких відкладах, а плато, що покривається строкатими глинами, або четвертинними відкладеннями. Потужність водоносного горизонту загалом 10-15 м.

Дебіт знімальної свердловини, що випробувала цей горизонт, становив 1,3 л/с при зниженні 14 м. За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією до 1 г/дм³.

Цей горизонт практично не використовується, так як на великій частині території свого розвитку він здрененований.

Водоносний горизонт берекських відкладень займає порівняно невелику площу на півдні Сумської області. На північний схід та схід від м. Суми він майже повністю здренований яружно-балковою мережею. Обводнені зазвичай нижні шари берекської світи, представлені пісками світло-і зеленувато-сірими дрібно-тонкозернистими. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 60-80 м на вододілах до 15-25 м у долинах рік; потужність становить середньому 10-15 м, різко зростаючи у компенсаційних мульдах. Дебіти свердловин, що експлуатують цей горизонт, коливаються від 0,5 до 4,7 л/с при понижень відповідно 2 і 34 м; зазвичай менше 1 л/с. Вода прісна, гідрокарбонатна кальцієво-магнієва із загальною жорсткістю 4-18 ммоль/дм³. Практичне значення водоносного горизонту берекських відкладень обмежено через невелику площу поширення та невелику водорясність. Винятком є компенсаційні мульди солянокупольних структур, де потужність береки збільшується до 200 м. Наприклад, у Бобрикській мульді проведено розвідку та підрахунок запасів вод даного горизонту для водопостачання м. Ромни.

Водоносний горизонт берекських відкладень у процесі пошукових робіт випробуваний свердловиною № 14 у с. Русанівка Липоводолинського району. Приурочений він до зеленувато-сірих та світло-сірих тонко- та середньозернистих пісків потужністю 23 м. У покрівлі залягає товща щільних одновікових глин потужністю 11 м, які служать верхнім водоупором. Нижнім відносним водоупором є глини харківської почти потужністю 3 м. Водоносний горизонт напірний, висота напору 32,9 м. Рівень зафіксований на глибині 9,1 м (абс. відмітка 119,1 м). Дебіт свердловини 1,67 л/с при зниженні 20,15 м. За хімічним складом води гідрокарбонатні магнієво-натрієво-кальцієві з мінералізацією 0,67 г/дм³ та загальною жорсткістю 5,97 ммоль/дм³.

Водоносний горизонт київсько-харківських відкладень розвинений у південній половині території, що описується. На північ від кордону поширення київських мергелів київсько-харківські відкладення повністю представлені тонко- та дрібнозернистими глауконітово-кварцовими пісками. На площі розвиток київських мергелів, алевроїтів та глин обводнено харківську та верхню частину київської почти, представлену тонкозернистими пісками та алевроїтами. Алевроїти, глини і мергелі, що залягають нижче, є водоупором, що розділяє київсько-харківський і бучаксько-канівський водоносні горизонти. Потужність описуваного горизонту коливається від кількох метрів до 50-60 м, ще більше збільшуючись у компенсаційних мульдах. На сході в межах плато горизонт значною мірою здренований яружно-балковою мережею. Зважаючи на неоднорідність літологічного складу спостерігаються дуже великі коливання дебітів свердловин, що становлять від десятків часток л/с при зниженні 40 м до 3-4 л/с при зниженні 9 м. За хімічним складом води в основному гідрокарбонатні кальцієво-магнієві з мінералізацією до 0. Водоносний горизонт використовується окремими свердловинами для сільськогосподарських та побутових потреб.

У процесі пошуків водоносний горизонт київсько-харківських відкладень не випробуваний.

Водоносний горизонт бучакско-канівських відкладень має дуже широке поширення. У північній частині Сумської області, де бучацькі та канівські відкладення місцями виходять на поверхню і піддавалися інтенсивному розмиву, він значною мірою дренований, але на південь від лінії, що проходить з північного заходу на південний схід приблизно від с. Алтинівка до смт. Буринь – на південь від Ворожби і далі у напрямку до м. Суми, розвинений повсюдно. У літологічному відношенні водомісткі породи представлені в нижній частині розрізу пісками тонко-дрібнозернистими значною мірою глинистими, що переходять догори в дрібно-середньозернисті.

Потужність водоносного обрію коливається від 5-10 до 40-50 м; глибина залягання збільшується на південь, де становить 140-180 м, а висота напору 140-160 м. Дебіти свердловин коливаються в широких межах, досягаючи 5 - 17 л/с при пониженнях 10-15 м. Води в основному гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонат г/дм³. Цей горизонт має дуже важливе значення для водопостачання значної частини Сумської області.

Водоносний горизонт бучакско-київських відкладень у процесі пошукових робіт розкритий та випробуваний 13 свердловинами (№№ 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 21) практично по всій площі розповсюдження. Водовмісними породами, як зазначалося вище, є піски різної зернистості (від тонко-до середньозернистих). Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту коливається від 40 до 108 м. Наявність верхнього водоупору, яким служать щільні вапняні або мергелисті глини та алеврити київської почти потужністю від 6 м до 25 м, обумовлює напірний характер бучакс. Величина напору коливається від 26,9 до 104 м. У місцях відсутності водостійких порід водоносний горизонт втрачає напірний характер і спільно з водоносними горизонтами четвертинних відкладень (скв. 2, 5) або відкладень полтавської свити (скв.

Рівні води у свердловинах зафіксовані на глибинах від 3,95 м (скв. 7) до 47,5 м (скв. 14). Найнижча абсолютна позначка рівня 112,2 м, найвища 141,6 м. Дебіти свердловин коливаються у межах. Умовно можна виділити три групи свердловин: 1 група (скв. 10, 11, 16) – з дебітом від 0,5 до 1,39 л/с при

пониженнях відповідно 22, 29-27,77 м (питомі дебіти 0,02 – 0,05 л/с). 14, 15, 21) - з дебітом від 1,35 до 8,3 л/с при пониженнях 8,64 - 21,2 м (питомі дебіти 0,16 - 0,40 л/с) і 3-я група (скв. 2, 5, 8) - з дебітом 9,5 – 15,2 м (питомі дебіти 0,55 – 0,94 л/с).

За хімічним складом води в основному гідрокарбонатні магнієво-кальцієві та натрієво-кальцієві з мінералізацією від 0,38 до 67,0 г/дм³ та загальною жорсткістю від 2,2 до 7,79 ммоль/дм³.

Водоносний горизонт палеоценових відкладень присвячений опокам і опоковидним алевролітам сумської почти, водоносність яких залежить від ступеня тріщинуватості порід. Найбільша тріщинуватість спостерігається в місцях неглибокого залягання порід (до 80 – 100 м), збільшуючись у долинах річок та зменшуючись на вододілах. З зануренням сумських відкладень на південь тріщинуватість їх швидко згасає.

Дебіти свердловин дуже сильно коливаються, досягаючи при неглибокому заляганні водоносного горизонту 8-15 л/с при пониженнях 3-7 м, а на глибинах 90-100 м становлять всього 0,2 - 0,5 л/с при пониженнях 23-40 м. Води гідрокарбонат мінералізацією 0,3 – 0,7 г/дм³ та загальною жорсткістю до 7 ммоль/дм³.

Водоносний горизонт палеоценових відкладень у процесі пошуків випробуваний вкв. 3 (с. Іванівка Великописарівського району). Залягає він на глибині 75 м. Приурочений до щільних сірих тріщинуватих опоків і опокоподібних алевролітів потужністю 26 м. У покрівлі водоносного горизонту залягають в'язкі глини лузанівської почти потужністю 2 м. Водоносний горизонт напірний, висота напору 72, 5,25 м (абс. відм. 112,15 м). Дебіт свердловини становив 22,7 л/с при зниженні 2,29 м (уд. дебіт 0,91 л/с). За хімічним складом води гідрокарбонатно-сульфатні натрієво-кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,68 г/дм³ та загальною жорсткістю 5,96 ммоль/дм³.

Водоносний горизонт мергельно-крейдяних відкладень широко поширений в північній частині території, що описується. Приурочений він до верхньої тріщинуватої зони мергельно-крейдових порід, потужність якої близько

20-30 м. З зануренням верхньокрейдових відкладень у південному та південно-західному напрямках на глибині понад 100 м тріщинуватість і обводненість їх швидко зменшується. Зменшення тріщинуватості відзначається також від долин річок у бік вододілів. У північній та північно-східній частинах області верхньокрейдові породи залягають під водоносними четвертинними та палеогеновими відкладами, розкриваючись у долинах річок, де часто спостерігаються великі джерела. Водоносний горизонт напірний. Верхнім відносним водоупором служить шар розрідженого крейди ("кольматаційний шар"), потужність якого зазвичай становить 2-5 м. Дебіти свердловин коливаються в широких межах. Найбільш характерні дебіти 2,8 - 5,6 л / с при пониженнях 2,5 - 1,9 м (уд. Дебіти 1,1 - 2,95 л / с). За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієві та кальцієво-магнієві з мінералізацією до 1 г/дм³.

При пошукових дебітах водоносний горизонт мергельно-крейдових відкладень розкритий і випробуваний свердловинами №№ 17, 19, 20, 22 у північній та північно-східній частинах території, що описується. Покрівля водоносного горизонту залягає на глибині 29-50 м-коду.

Водовмісними породами на півночі є мергелі (скв. 17, 22), на північному сході - крейда (скв. 19, 20).

Незважаючи на відсутність верхнього водоупора (такий розкритий тільки скв. 20 і представлений кольматаційним шаром потужністю 5,5 м), водоносний горизонт має напір, обумовлений різницею фільтраційних властивостей тріщинуватих порід верхнього крейди і палеогенових, пліоценових і четвертинних піщаних. Величина напору коливається від 16,3 до 24,9 м. Рівень води в свердловинах знаходиться на глибині від 5,75 до 33,7 м (абс. позначка 141,6 - 164,4 м). Дебіти свердловин коливаються від 7,1 до 14,3 л/с за пониженнях 16 – 10,13 м (уд. дебіти 0,43 – 1,41 л/с). Тільки по вкв. 17 дебіт становив 1,11 л/с при зниженні 44,89 м (уд. дебіт 0,02 л/с).

За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієво-натрієві, натрієво-кальцієві, магнієво-кальцієві з мінералізацією 0,36 – 0,56 г/дм³ та загальною жорсткістю від 3,10 до 5,32 ммоль/дм³.

Водоносний комплекс сеноман-нижньокремових відкладень має повсюдне поширення в межах території, що описується, будучи одним з основних джерел централізованого водопостачання по всій території ДДВА.

Приурочений до дрібно-середньозернистих пісків із прошарками глин, пісковиків та алевритів. У покрівлі водоносного комплексу залягає мергельно-крейда товща потужністю від 72 до 400 м. Підстилається водоносний комплекс щільними глинами юрського віку. Глибина залягання покрівлі водоносного комплексу коливається від 215 до 450 м і глибше.

Потужність водоносних відкладень коливається від 80 до 150 м. Водоносний високонапірний комплекс. Абсолютна відмітка рівня в непорушеному режимі дорівнює 124 м. В результаті інтенсивного водовідбору рівень знизився на 50-100 м. Водоносний комплекс досить багато. Питомі дебіти свердловин коливаються від 0,5 до 2,0 л/с і залежать не так від водообильності, як від якості та ступеня розтину водоносного комплексу. Дебіти свердловин із розширеним контуром досягають 4-5 тис. м³/добу. За хімічним складом води переважно гідрокарбонатні кальцієво-натрієві з мінералізацією 0,4 – 0,7 г/дм³ та загальною жорсткістю 1,4 – 3,5 ммоль/дм³.

При проведенні пошукових робіт описуваний водоносний комплекс випробуваний вкв. № 18 на крайній півночі Сумської області у смт. Зноб-Новгородське Середино-Будського району. Залягає він на глибині 94 м і приурочений до прошарків пісковиків, що чергуються, глин і різнозернистих пісків загальною потужністю 86 м. Потужність піщаних різниць 52 м.

У покрівлі водоносного комплексу залягає товща щільних мергельно-крейдових відкладень потужністю 62 м. Водоносний комплекс напірний. Висота тиску 89,4 м. Рівень підземних вод зафіксований на глибині 4,6 м (абс. позначка 138,8 м). Дебіт свердловини 7,14 л/с при зниженні 20,03 м; питома дебіт 0,35 л/с. За хімічним складом води сульфатно-гідрокарбонатні натрієві з мінералізацією 0,60 г/дм³ та загальною жорсткістю 2,7 ммоль/дм³.

РОЗДІЛ 3.

ОБСЯГ І МЕТОДИКА ВИКОНАНИХ РОБОТ, БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

(відповідно до ДБН 1.02.07 – 87)

Гірські виробки повинні бути розміщені, як правило, за контурами та /або/ біля проєктованих будівель та споруд. Крім того, в місцях різкої зміни навантажень на фундамент, глибини їх закладання, висоти споруд, на межах різних геоморфологічних елементів слід розміщувати додаткові вироблення.

У разі необхідності вивчення сфери в зоні дії слід розміщувати додатково вироблення за межами контуру будівлі, що проєктується.

Відстань між гірничими виробками необхідно застосувати з урахуванням складності інженерно-геологічних умов, чутливості будівель та споруд до нерівномірних опадів, їхнього класу, відповідальності відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1

Категорія складності інженерно-геологічних умов	Відстань між гірничими виробками, м, при класі відповідальності будівель та споруд	
	I	II та III
I	75 – 50	100 – 75
II	40 – 30	50 – 40
III	25 - 20	30 - 25

Загальна кількість виробок у межах контуру кожної проєктованої будівлі та споруди має бути, як правило, не менше трьох, включаючи й вироблення, пройдені раніше.

Глибини гірничих виробок при вишукуваннях для будівель та споруд на природній підставі слід призначити з урахуванням сфери взаємодії з геологічним середовищем і, насамперед, величини стискаємої товщі із заглибленням нижче за неї на 1-2 м.

За відсутності даних про стискаєму товщу ґрунтів основ фундаментів глибину гірничих виробок допускається за таблицею 2.

Таблиця 2.

Будівля на стрічкових фундаментах		Будівля на окремих опорах	
Навантаження на фундамент кн/м, фундамент кн/м/поверховість/	Глибина гірничого вироблення від підшви фундаменту, м	Навантаження на опору, кн.	Глибина гірничого вироблення від підшви фундаменту, м
До 100 /1/	4-6	До 500	4-6
200 /2-3/	6-8	1000	5-7
500 /4-6/	9-12	2500	7-9
700 /7-10/	12-15	5000	9-13
1000 /11-16/	15-20	10000	11-15
2000 /більше 16/	20-23	15000	12-19
		50000	18-26

З даних ДБН 1.02.07 – 87 для проєктованих будівель відповідно до табл.1. було пробурено 26 свердловин, розташованих по осі будівель, у результаті було пройдено 442 погонних метри згідно з таблицею 2.

3.1. Відбір монолітів

Зразки ґрунту відбирають із захищених ділянок гірничих виробок (котлованів, шурфів, свердловин).

Моноліти мають бути орієнтовані. Зазначають верх моноліту.

Гірські виробітки повинні бути захищені від проникнення поверхневих вод та атмосферних опадів, а взимку від промерзання.

Моноліти мерзлого ґрунту відбирають при негативній температурі навколишнього повітря або в теплу пору року за умови негайної їх теплоізоляції або доставки в сховище з негативною температурою повітря.

Гірські виробки для відбору монолітів мерзлого ґрунту необхідно проходити без попереднього протаювання ґрунту та за умови запобігання місця відбору моноліту від протаювання та підтоку надмерзлотних вод.

Кількість та розміри зразків ґрунту мають бути достатніми для проведення комплексу лабораторних випробувань, встановленого програмою досліджень.

3.2. Обладнання та матеріали

Моноліти відбирають за допомогою ножа, лопати, ріжучих кілець та інше, а також за допомогою ґрунтоносів.

Ґрунтоноси повинні забезпечувати відбір монолітів природною вологістю діаметром (стороною), достатнім для вирізування зразків ґрунту з розмірами, що визначаються обладнанням для випробувань ґрунту.

При цьому слід враховувати наявність порушеної периферійної зони моноліту, товщину якої приймають рівною 3 мм для ґрунтів з жорсткими структурними зв'язками, 20 мм для великоуламкових ґрунтів, 10 мм – для піщаних, глинистих ґрунтів з показником плинності, 1 менше 0,75, 5 мм – для глинистих ґрунтів.

Для упаковки монолітів тару виготовляють із корозіостійких матеріалів (парафінований папір, пластмаса тощо).

Для ізоляції монолітів застосовують парафін із добавкою 35-50% (за масою) гудрону.

3.3. Відбір зразка ґрунту

Моноліти, у яких зберігається форма без жорсткої тари, відбирають за допомогою ножа, лопати та приладів у вигляді шматка ґрунту. При відборі моноліту не допускається порушення складання ґрунту.

Моноліти, у яких не зберігається форма без жорсткої тари, відбираються методом ріжучого кільця. Висота кільця має бути не менше одного діаметра.

Моноліти тріщинуватого ґрунту з жорсткими структурними зв'язками, а також великоуламкового ґрунту допускається відбирати способом насаджування тари на зразок.

При відборі монолітів із свердловин за допомогою ґрунтокосів без застосування спеціальних засобів, що виключають тертя між ним і монолітом, мінімальна довжина рейсу ґрунтокоса не повинна перевищувати 2,0 м для ґрунтів з жорсткими структурними зв'язками, 1,5 – для великоуламкових ґрунтів, 0,7 м – для піщаних і глинистих ґрунтів.

Висота моноліту має бути не менше його діаметра.

Моноліти тріщинуватого ґрунту з жорсткими структурними зв'язками, а також великоуламкового ґрунту допускається відбирати способом насаджування тари на зразок.

При відборі монолітів зі свердловин за допомогою ґрунтоносів без застосування спеціальних засобів, що виключають тертя між ним і монолітом, максимальна довжина рейсу ґрунтоноса не повинна перевищувати 2,0 м для ґрунтів з жорсткими структурними зв'язками, 1,5 м – для великоуламкових ґрунтів та 0,7 м – для піщаних та пилу.

Висота моноліту має бути не менше його діаметра.

Відбір із свердловин монолітів ґрунту з жорсткими структурними зв'язками, що не руйнуються від впливу промивної рідини і від механічного впливу бурового інструменту, слід проводити із застосуванням одинарних колоїнових труб, а монолітів інших ґрунтів цього класу - подвійними колонковими трубами, з внутрішньою не обертає в процесі відбору моноліту.

При відборі монолітів подвійними колонковими трубами необхідно застосовувати глинистий розчин і дотримуватись наступного режиму буріння, осьове навантаження – 6-10 (0,6-1,0) – система обертання – менше 100 об/хв.

Моноліти немерзлих ґрунтів без жорстких структурних зв'язків відбирають у процесі буріння свердловин без застосування рідини для промивання і без підливу води в них, з перекриттям водоносних горизонтів і нестійких ґрунтів.

Моноліти немерзлих пухких піщаних ґрунтів, а також пилувато-глинистих ґрунтів м'якопластичної, хмарнопластичної і текучої консистенції за допомогою вдавлюваних циліндричних або прямокутних ґрунтоносів з вихідним отвором, що частково або повністю переривається, занурюваних зі швидкістю, не більше 0,5 м/хв.

Внутрішній діаметр (сторона) черевика ґрунтоноса повинен бути на 0,5-1,0 мм менше внутрішнього діаметра (сторони) ґрунтоприймальної гільзи.

3.4. Транспортування та зберігання зразків.

Моноліти ґрунту при транспортуванні не повинні піддаватися різким динамічним та температурним впливам.

Моноліти немерзлих ґрунтів, упаковані в ящики, слід транспортувати за позитивної температури навколишнього повітря, а моноліти мерзлих ґрунтів – за негативної температури або транспортом, обладнаним холодильними камерами.

Запаковані зразки ґрунту, доставлені до лабораторії без документації, приймати на зберігання та виробництво лабораторних випробувань забороняється.

Запаковані зразки немерзлого ґрунту, для яких потрібне збереження природної вологості, а також упаковані моноліти, слід зберігати у приміщеннях або камерах, в яких дотримуються такі умови:

- а) повітря у приміщеннях вологості 70-80% та температуру 2-10 °С при зберіганні монолітів та зразків немерзлого ґрунту;
- б) вологість 80-90% та негативну температуру при зберіганні зразків мерзлого ґрунту;
- в) приміщення або камери, в яких зберігаються моноліти, не повинні піддаватися різким динамічним впливам;
- г) моноліти не повинні насититися один одним зі стійок полиць;
- д) моноліт повинен бути розміщений на полиці всією нижньою поверхнею;
- е) на монолітах забороняється поміщати будь-які предмети.

Терміни зберігання монолітів (з моменту відбору до початку лабораторних випробувань) не повинні перевищувати 3 місяці для немерзлих ґрунтів з жорсткими структурними зв'язками, моновлажнопісчаних, а також пилувато-глинистих ґрунтів, твердої та напівтвердої консистенції. Для інших різновидів немерзлих ґрунтів – 1,5 місяці.

Термін зберігання монолітів за відсутності приміщень та камер не повинен перевищувати 15 діб.

РОЗДІЛ 4.

СТАТИЧНЕ ЗОНДУВАННЯ

4.1. Загальні положення

Статичне зондування слід проводити шляхом вдавлювання в ґрунт зонда з одночасною зміною безперервно або через задані інтервали по глибині значень опору ґрунту під наконечником та на бічній поверхні зонда.

Метод польових випробувань ґрунтів статичним зондуванням слід застосовувати самостійно або у поєднанні з іншими видами інженерно-геологічних досліджень для:

- виділення інженерно-геологічних елементів (товщини шарів та лінз, меж поширення ґрунтів різного складу та стану);
- оцінки просторової мінливості складу та властивостей ґрунтів;
- визначення глибини залягання покрівлі скельних та великоуламкових ґрунтів;
- оцінки можливості забивання паль та визначення глибини їх занурення;
- визначення даних для району пальових фундаментів (опір ґрунту під нижнім кінцем палі та на її бічній поверхні, наближеній кількісній оцінці фізико-механічних характеристик ґрунтів (щільності, опору зрізу та ін.));
- визначення ступеня ущільнення та зміцнення ґрунтів у часі;
- вибору місць розташування дослідних майданчиків та відбору зразків ґрунтів для детального вивчення їх фізико-механічних властивостей.

В результаті польових випробувань ґрунтів статичним зондуванням визначають:

- 1) питомий опір групи під наконечником (конусом) зонда, кгс/см²;
- 2) опір ґрунту на бічній поверхні зонда, кН/тс, або питомий опір ґрунту на ділянці бічної поверхні зонда, кгс/см².

Глибина зондування та розташування точок зондування у плані повинні визначатися завданням на проведення інженерно-геологічних досліджень ґрунтів.

4.2. Устаткування

Для випробування ґрунтів статичним зондуванням повинні застосовуватись установки, що складаються з наступних вузлів:

- зонда (наконечника та штанги);
- пристрої для вдавлювання та вилучення зонда;
- Опорно-анкерного пристрою;
- Вимірювального пристрою.

Залежно від конструкції наконечника зонди поділяються на три типи:

- I – зонд з наконечником з конуса та кожуха;
- II – зонд з наконечником з конуса та муфти тертя;
- III - зонд з наконечником з конуса, муфти тертя та уширювача.

Пристрій для вдавлювання та вилучення зонда повинен забезпечувати переміщення зонда у ґрунті.

Опорно-анкерний пристрій повинен сприймати реактивні зусилля, що виникають при втисканні та витягу зонда.

Вимірювальний пристрій, що складається з датчиків опору ґрунту, зонда, що вдавлюється, нахилу зв'язку, з реєструючих приладів, застосовується двох типів:

1. механічне, у якого опір ґрунту вдавлюванню зонда вимірюється приладами, що реєструють, пов'язаними з зондом;
2. електричне, у якого опір зонда перетворюється на електричний сигнал і по каналу зв'язку подається на прилади, що реєструють.

Дозволяється застосовувати комбінацію вказівних типів вимірювальних пристроїв.

4.3. Підготовка до випробувань.

Перевірку установки для статичного зондування слід перевірити згідно з інструкцією з її експлуатації, при отриманні із заводу, та перед виїздом на польові роботи, але не рідше одного разу на три місяці, а також після виявлення та усунення несправностей обладнання або заміни його деталей.

Результати перевірок слід оформити актом.

Прямолінійність і ступінь зношування зонда необхідно перевіряти періодично, але не рідше ніж через 15 точок зондування.

Прямолінійність зонда підлягають перевіряти шляхом збирання його ланок у відрізки довжиною не менше 3 м. При цьому відхилення від прямої лінії в будь-якій площині не повинно перевищувати 5 мм на 3 м по всій довжині відрізка зонда, що перевіряється.

Зменшення висоти конуса наконечника зонда при максимальному його зносі має перевищувати 5 мм, а діаметра – 0,3 м.

Підготовку до роботи установки для статичного зондування слід виконувати відповідно до вимог інструкції з експлуатації.

Точки зондування потрібно виносити в натуру геодезичними способами і закріплювати біля тимчасовими знаками.

Планово-висотні прив'язки точок зондування повинні контролюватись після проведення зондування.

У випадках неможливості (за умовами природного рельєфу) розташувати установку на точці зондування має проводити вертикальне планування майданчика.

Відхилення щогли установки для статичного зондування по вертикалі має перевищувати 5°.

4.4. Проведення випробувань

Порядок операцій у процесі проведення польових випробувань ґрунту має відповідати передбаченому інструкцією з експлуатації установки для статичного зондування.

Показником статичного зондування ґрунту в процесі вдавлювання зонда необхідно реєструвати безперервно або з інтервалом по глибині не більше 0,2 м.

Швидкість занурення зонда в ґрунт має бути $1,0 \pm 0,3$ м/хв.

Випробування групи слід закінчувати після досягнення заданої глибини чи граничних зусиль на зонд.

Реєстрація результатів випробувань ґрунтів статичним зондуванням слід проводити у «Журналі статичного зондування».

Після закінчення випробування ґрунту зондувальну свердловину підлягає томпонувати ґрунтом, і закріплювати знаком із відповідним маркуванням (номер точки випробувань, організацій), а також очистити майданчик від сміття та відновити ґрунтово-рослинний шар у місцях, де він був порушений внаслідок виконання робіт із зондування.

4.5. Обробка результатів

Результати статичного зондування слід оформляти у вигляді графіків зміни за глибиною показників зондування, наведених у додатку 4, що рекомендується, складених за даними «Журналу статичного зондування» або за діаграмними стрічками, отриманими при автоматичному записі результатів зондування.

Масштаб графіків слід застосувати:

- 1) по вертикалі – 1 см на графіку дорівнює 1 м, глибини зондування;
- 2) по горизонталі - 1 см на графіку дорівнює 2 МПа /20 кН/см²/ питомого опору ґрунту під наконечником 1 /кгс/м²);
5 кН /500 кгс/ опору ґрунту на бічній поверхні зонда;
20 к Па / 0,2 кгс/см²/ питомого опору ґрунту на ділянці бічної поверхні зонда (муфті тертя).

Графіки статичного зондування слід, як правило, поєднувати з інженерно-геологічними колонками гірничих виробок, розташованих поблизу (не далі 5 м) від точки випробування статичним зондуванням, та з інженерно-геологічними розрізами.

РОЗДІЛ 5.

МЕТОД ПОЛЬОВОГО ВИПРОБУВАННЯ ЕТАЛОННОЮ СВАЄЮ

5.1. Загальні положення

Польові випробування ґрунтів забивної еталонної палі слід проводити послідовно на вплив динамічного (ударного) та статичного осьового ступінчасто-зростаючого навантаження з метою отримання даних, необхідних для визначення параметрів пальових фундаментів, у тому числі:

- при випробуваннях на динамічне навантаження – для виявлення можливих труднощів при забиванні натурних паль до позначок прийнятих за даними зондування або результатами лабораторних досліджень ґрунтів, а також для відносної оцінки однорідності ґрунтів щодо їх опору забиванню,
- при випробуваннях на статистичне вдавлююче навантаження - для визначення очікуваної несучої здатності по ґрунту забивної натурної палі на вдавлювання.

Випробування ґрунтів слід проводити на ділянці, відведеній під будівництво проєктованих будівель та споруд, на відстані не більше 5 м і не менше 1 м від розвідувальних виробок, а також від точок зондування.

При проведенні випробувань ґрунтів еталонною палею в зимових умовах ґрунт випробувань підлягає розморожуванню та підтримувати в такому стані в радіусі не менше 0,2 м від центру палі до кінця випробувань, або розбурювати на всю глибину його промерзання.

Після закінчення випробувань порожнину, що залишається після вилучення палі, підлягає томупонування і закріплювати знаком з відповідним маркуванням (номер точки випробувань, організація), а також очистити майданчик від сміття та відновити ґрунтово-рослинний шар у місцях, де він був порушений внаслідок виконання робіт з випробування ґрунтів еталонною палею.

5.2. Обладнання та прилади

У комплект обладнання для польових випробувань ґрунтів еталонною палею повинні входити:

- еталонна паля;
- пристрій для забивання еталонної палі в ґрунт;
- пристрій для випробування ґрунтів еталонною палею на вплив статичного вдавлюючого навантаження;
- пристрій для вилучення еталонної палі з ґрунту після проведення випробувань.

Еталонна паля є інверсійною складовою металевою трубою, нижній кінець якої закритий конічним наконечником, повинна мати наступні основні параметри:

- Зовнішній діаметр -114 мм;
- Кут при вершині конічного наконечника $/60 \pm 2^\circ$;
- Довжина окремих ланок з суцільнонатягнутих металевих труб;
- не менше $/1000 \pm 10$ /мм і коротка 500 мм;
- загальна довжина палі – трохи більше 12 м.

З зовнішнього боку всіх ланок еталонної палі повинні бути нанесені поділки через 10 м, позначені цифрами через 5 поділів, для відліку глибини занурення палі.

Залежно від конструкції з'єднання конічного наконечника зі стволем (трубою) еталонні палі поділяються на три типи:

1. з наконечником, з'єднаним кожухом зі стовбуром палі, для вимірювання загального опору ґрунтів вдавлювання палі (палі типу 1);
2. з наконечником, що вільно переміщається щодо стовбура палі, для поперемінного роздільного вимірювання опору ґрунтів під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі (паля типу 2);
3. з наконечником, з'єднаним зі стволем палі через датчик зусилля (електричний), гідравлічний або механічний, для одночасного роздільного опору ґрунтів під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі (паля типу 3).

Пристрій для забивання еталонної палі в ґрунт повинен мати механізм для підйому та вільного падіння молота.

Маса молота повинна становити 400 кг, постійна висота вільного падіння 150 см.

Пристрій для випробування ґрунтів еталонною палею на вплив статичного навантаження повинен складатися з:

- гідравлічного домкрата вантажопідйомністю 500 – 1000 кг (50 – 100 тс/с) з монометром, опорної конструкції, що сприймає реактивні зусилля від домкрата при вдавлюванні палі;
- репорної системи з приладами для вимірювання переміщень еталонної палі у процесі випробування.

Пристрій для випробування ґрунтів повинен забезпечувати співвісну та центральну передачу навантажень на еталонну палею.

5.3. Проведення випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив динамічного навантаження

Випробування ґрунтів динамічного навантаження на вплив динамічного навантаження слід виконувати послідовним забиттям палі в ґрунт, що вільно падає молотом. При цьому необхідно фіксувати кількість ударів молота на кожному метрі занурення (на останньому метрі – на кожні 10 см), а також підраховувати загальну кількість ударів та середні відмови еталонної палі.

За середню відмову еталонної палі приймається середня глибина (в см) занурення палі від одного удару молота на кожному метрі та на кожні 10 см останнього метра, що визначається з похибкою не більше $\pm 0,1$ см.

Забивання еталонної палі необхідно виконувати до досягнення заданої глибини або до різкого збільшення числа ударів (понад 50 ударів на останніх 10 м занурення).

У процесі забивання еталонної палі слід постійно контролювати вертикальність ланок палі та стріли копрової установки.

Відхилення від вертикалі ланок еталонної палі, що занурюються в ґрунт, не повинно перевищувати 0,5 мм на 1 м занурення.

Відхилення щогли установки для забивання палі по вертикалі повинно перевищувати 5°.

Реєстрацію результатів випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив динамічного навантаження слід проводити в журналі випробувань.

5.4. Проведення випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив статистичного вдавлюючого навантаження

Випробування ґрунтів еталонною палею на вплив статистичного навантаження слід починати після «відпочинку» (тобто після перерви між закінченням забивання і початком статистичного випробування), тривалість якого встановлюється програмою випробувань залежно від складу, властивостей і стану ґрунтів, що прорізаються, під нижнім кінцем палі, але не менше:

- 1 добу – при прорізанні піщаних ґрунтів та наявності під вістрям палі великоуламкових щільних піщаних або глинистих твердої консистенції ґрунтів;
- 3 доба – при прорізанні піщаних ґрунтів різної крупності та щільності, крім водонасичених стрічок та пилюватих;
- 6 доба – при прорізанні глинистих ґрунтів напівтвердої та тугопластичної консистенції;
- 10 добу – при прорізанні водонасичених дрібних та пилюватих пісків;
- 20 добу – при прорізанні глинистих ґрунтів м'яко- та тягучепластичної консистенції.

Завантаження еталонної палі слід проводити ступінчасто-зростаючими навантаженнями, що передаються центрально, величини яких визначаються програмою випробувань, але приймаються не більше $1/10$ заданої в програмі найбільшого навантаження на еталонну палею і коротку 10 мм 12,5 Н.

На кожному ступені завантаження еталонної палі повинні реєструватися показання всіх приладів, що вимірюють переміщення, відразу після гальмування навантаження, потім два відліки з інтервалами 15 хв і далі інтервалами 30 хв до умовної стабілізації осаду.

Розбіжності у показаннях приладів – вимірювачів переміщень не повинні перевищувати:

- 50% – при загальних переміщеннях менше 1 мм;

- 30% – при загальних переміщеннях від 1 до 5 мм;
- 20% при загальних переміщеннях понад 5 мм.

Величина переміщення палі повинна визначатися як середнє арифметичне результати показань усіх приладів.

Вимірювання навантажень на еталонні палі виробляються з похибкою трохи більше 3% величини ступеня завантаження, а похибка зміни величин переміщень має перевищувати 0,1 мм.

За умовну стабілізацію приймається швидкість осідання палі при заданому ступені завантаження, що не перевищує 0,1 мм за останні:

- 15 хв спостережень, якщо під нижнім кінцем палі залягають піщані чи глинисті ґрунти твердої консистенції;
- 30 хв спостережень, якщо під нижнім кінцем палі залягають ґрунти від напівтвердої до тугопластичної консистенції;
- 60 хв спостережень, якщо під нижнім кінцем палі залягають глинисті ґрунти від м'якопластичної до тягнучої консистенції.

Навантаження при випробуваннях ґрунтів еталонною палею на вдавлювання має бути доведено до величини, при якій загальне осадження палі становить не менше 20 хв.

При заглибленні нижніх кінців паль у велико-уламкові ґрунти навантаження має бути доведено до величини, передбаченої програмою випробувань, але не перевищує величини, що забезпечує нормальну експлуатацію пристрою для випробування ґрунтів.

Після проведення випробування ґрунту еталонної палі типу 2 для оцінки граничного опору ґрунту під нижнім кінцем палі слід проводити вдавлювання її нижнього кінця на 20 хв, а потім для оцінки граничного опору ґрунту на бічній поверхні палі – вдавлювання або витримування (у випадках, коли нижній кінець палі) на 12м.

Зазначені випробування повинні проводитися без «відпочинку» ступінчасто-зростаючими навантаженнями, величини яких призначаються згідно з п.4.2. та витримуються у часі 15 хв.

У журналі випробувань ґрунтів еталонною палею закінченням попереднього та початком наступного випробування.

При використанні палі типу 3 крім загального навантаження на палю на кожному ступені навантаження в терміни, зазначені в п. знижуються показання по датчику, що реєструє опір ґрунту під нижнім кінцем палі.

Розвантаження еталонної палі після досягнення максимального навантаження слід проводити ступенями, рівними подвоєного ступеня завантаження.

Після проведення польових випробувань ґрунтів еталонною палею остання повинна витягуватися з ґрунту.

5.5. Обробка результатів

Результати випробувань ґрунтів еталонною палею на вплив динамічного навантаження слід оформляти у вигляді графіків залежності відмов та загальної кількості ударів від глибини занурення. При цьому графіку слід, як правило, поєднувати з інженерно-геологічними колонками гірничих виробок, розташованих поблизу (не далі 5 м) від точки випробування ґрунтів еталонною палею, та з інженерно-геологічними розрізами.

Результати випробувань ґрунтів еталонної палі на вплив статичного навантаження слід оформляти у вигляді графіків залежності загального осадку палі, і Для еталонної палі типу 2 і 3 також переміщення окремих її елементів (нижнього кінця і ствола) від навантаження P і зміни величини загальної в часі за ступенями завантаження.

Масштаб графіків слід приймати:

по вертикалі – 1 мм на графіку дорівнює:

- 1 м глибини занурення палі;
- 1 мм осадку палі;

по горизонталі – 1 м на графіку дорівнює:

- 1 см відмову e для графіка $e = f(L)$
- 50 у для графіка $K = f(L)$
- 25 кН (2,5 тобто) навантаження для графіка $S = f(P)$

- 30 хв часу витримки навантаження
- для графіка $S = f(t)$

Дозволяється зміна масштабів графіків при обов'язковому збереженні співвідношення між вищевказаними масштабами вертикальних і горизонтальних координат.

При цьому в межах одного об'єкта повинен дотримуватися одного масштабу графіків.

РОЗДІЛ 6. ЛАБОРАТОРНІ ВИПРОБУВАННЯ

6.1. Метод лабораторного визначення вологості

Вологість ґрунту ω , %, слід визначати за кількістю води, що міститься в ньому.

Гігроскопічну вологість, ω_g , %, слід визначати за кількістю води, що міститься в ґрунті повітряно-сухого стану.

Вологість та гігроскопічну вологість слід визначати за втратою маси зразка або його частини (проби) у процесі висушування до постійної маси.

Процес висушування зразків до постійної маси слід проводити до отримання мінімальної різниці між двома наступними зважуваннями, яка повинна бути не більше 0,02 г.

Вміст вологості та гігроскопічної вологості ґрунту слід визначити у відсотках від маси висушеного зразка.

Похибка зважування зразків або проб ґрунту має бути в межах $\pm 0,01$ г. Для маси від 15 до 50 г та 1 г для маси 1 кг.

Висушування зразків (проб) ґрунту до постійної маси слід проводити в сушильній шафі при температурі: для глинистих та піщаних ґрунтів – 105 ± 2 °С, для загіпсованих ґрунтів – 80 ± 2 °С.

Для кожного зразка ґрунту слід проводити не менше двох паралельних визначень вологості та гігроскопічної вологості.

Для визначення вологості та гігроскопічної вологості ґрунтів необхідна наступна апаратура:

- шафа сушильна;
- ваги лабораторні за ДСТУ 19491-74 із трьома за ДСТУ 7328-73;
- ваги настільні за ДСТУ 13882-68 із трьома за ДСТУ 7328-71;
- ексікатор за ДСТУ 6371-73 з кільцями хлористим двоводним за ДСТУ 4161-67.
- склянки скляні за ДСТУ 7148-70 або
- Стаканчики вагові ВС-1.

- чашка порцелянова за ДСТУ 9147-73;
- емальована, діаметром не менше 400 мм;
- ступка порцелянова за ДСТУ 9147-73;
- маточка за ДСТУ 9147-73 з гумовим наконечником;
- сито із сіткою №1 за ДСТУ 3584-73;
- Штопені металеві.

6.2. Визначення вологості немерзлих ґрунтів

Для визначення вологості ґрунту слід зробити відбір проби масою 15 г.

Пробу ґрунту слід помістити в заздалегідь висушену, зважену пронумеровану скляну або пологлінію склянку з кришкою і зважити на лабораторних вагах.

Пробу ґрунту слід висушити в склянці з відкритою кришкою в сушильній шафі до постійної маси.

Висушування проби слід проводити протягом 5 год для глинистих та 3 год для піщаних ґрунтів.

Подальше висушування слід проводити протягом 2 годин для глинистих і 1 год для піщаних ґрунтів.

Висушування проб загіпсованих ґрунтів слід проводити протягом 8 годин. Наступне висушування слід проводити протягом 2 год.

Склянку з ґрунтом необхідно охолодити в ексікаторі з хлористим кальцієм.

Масу ґрунту слід зважити на лабораторних терезах.

За результат зважування слід приймати найменшу масу ґрунту зі стаканчиком. Якщо при повторенні зважування ґрунтів, що містять органічні речовини, спостерігається збільшення маси, то результат зважування слід приймати також найменшу масу.

Вологість ґрунту у відсотках обчислюється за формулою:

$$\omega = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100$$

де, m - маса склянки з кришкою, г;

m_0 – маса висушеного ґрунту з масою стаканчика з кришкою, г;

m_1 – маса вологого ґрунту з масою стаканчика з кришкою, р.

Похибка обчислення вологості повинна бути в межах 0,1 - 1°C.

Вологість зразків ґрунту слід обчислювати як середнє арифметичне результатів паралельних визначень.

Вологість глинистих ґрунтів, що містять органічні речовини в кількості не більше 5% (до маси сухого зразка), і піщаних ґрунтів, що містять органічні речовини в кількості не більше 3%, допускається визначити одноразовим висушуванням проби ґрунту при температурі $105 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 8 годин для глинистих пес.

6.3. Визначення вологості мерзлих ґрунтів

Вологість ґрунту з масивною кріогенною текстурою слід визначати згідно з п. 2.2. - 2.10.

Вологість ґрунту з шаруватою або сітчастою кріогенною текстурою слід визначати в наступному порядку:

- зразок мерзлого ґрунту масою 1 кг поміщають у попередньо висушену, зважену та пронумеровану порцелянову або емальовану чашку і зважують на настільних вагах;

- зразку дають розтанути, перемішують його металевим штапелем і доводять до однорідного стану, близького до межі тягучості для глинистих ґрунтів або до водонасичення для піщаних ґрунтів, додаючи до зразка дистильовану воду або обережно зливаючи надлишок води після її освітлення;

- чашку з переміщеним ґрунтом знову зважують, беруть середні проби масою 50 г (не менше двох) і визначають за ними вологість ґрунту сп відповідно до п.п.2.2. - 2.10.

Вологість ґрунту з шаруватою та сітчастою текстурою у відсотках обчислюють за формулою:

$$\omega = \frac{(m_3 - m) \cdot (100 + \omega_{\text{сп}})}{m_4 - m}$$

де m - маса чашки, г;

m_3 – маса зразка мерзлого ґрунту з масою чашки, г;

m_4 – маса перемішаного ґрунту з масою чашки, г;

$\omega_{сп}$ - вологість перемішаного ґрунту.

Похибка обчислень вологості мерзлого ґрунту повинна бути в межах 0,1%.

6.4. Визначення гігроскопічної вологості немерзлих та мерзлих ґрунтів

Гігроскопічну вологість ґрунту слід визначати із середньої проби масою 15 г.

Відбір середньої проби проводять способом квартування із зразка, розтертого та просіяного крізь сито із сіткою №1. Гігроскопічну вологість слід визначати згідно з п.п. 2.2. - 2.8.

Гігроскопічну вологість ґрунту ω у відсотках обчислюють за формулою:

$$\omega = \frac{m_2 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100$$

де, m - маса склянки з кришкою, г;

m_0 – маса висушеного ґрунту з масою стаканчика з кришкою, г;

m_2 – маса ґрунту в повітряно-сухому стані з масою стаканчика з кришкою, г.

Похибка обчислення гігроскопічної вологості має бути в межах 0,01%.

Розбіжність результатів паралельних визначень має бути трохи більше 0,1 %.

Гігроскопічну вологість ґрунту слід обчислювати як середнє арифметичне результатів паралельних визначень.

6.5. Методи лабораторного визначення зрізу ДСТУ 12248-78

Визначення опору ґрунтів зрізу слід проводити методами:

- 1) консолідованого зрізу;
- 2) неконсолідованого зрізу.

Метод консолідованого зрізу слід застосовувати для визначення опору зрізу ґрунтів в умовах стабілізованого стану:

- Піщаних;
- глинистих – з показником консистенції 1,
- коефіцієнтів пористості для супісків та суглинків з $e \leq 1$ та для глин

$$e \leq 1,5.$$

Метод неконсолідованого зрізу слід застосовувати для визначення опору зрізу ґрунтів в умовах нестабілізованого стану:

- водонасичених суглинків та глин (при ступені вологості 0,85), що мають $I \geq 0,5$;
- просадних ґрунтів, замочених до повного водонасичення.

Опір зрізу слід визначати в результаті випробування зразків ґрунту на одноплощинних зрізних приладах з фіксованою площиною зрізу.

У процесі випробування слід проводити зріз однієї частини зразка щодо іншої його частини, що поступово зростає дотичним навантаженням при одночасної передачі на зразок ґрунту навантаження, нормальної до площини зрізу.

Опір зразків ґрунту зрізу τ слід визначати як дотичну напругу:

$$\tau = \frac{Q}{F}$$

При якому зразок ґрунту зрізається по фіксованій площині при нормальному тиску p , кгс/см²:

$$P = \frac{P}{F}$$

де, P і Q – відповідно нормальне та дотичне навантаження до площини зрізу, кгс; F – площа зрізу, см².

Визначення необхідно проводити не менше ніж при трьох різних значеннях p на зразках ґрунту, вирізаних з одного однорідного за будовою та складом моноліту, у необхідних випадках, підготовлених у лабораторіях.

Нормальний тиск p при випробуваннях не повинен, як правило, перевищувати 6 кгс/см². В окремих випадках, передбачених завданням, величина p може бути підвищена до 10 кгс/см².

За величинами опору ґрунту зрізу τ , що належать до одного інженерно-геологічного елементу, слід встановлювати за ДСТУ 205 22-75 нормативні та розрахункові значення міцнісних характеристик ґрунту – кута внутрішнього тертя ϕ та питомого зчеплення c як параметрів прямолінійної залежності:

$$\tau = p \operatorname{tg} \phi + c$$

Опір ґрунту відразу слід визначати після попереднього ущільнення зразків ґрунту заданим нормативним тиском при випробуванні ґрунтів методом консолідованого зрізу та без попереднього ущільнення при випробуванні їх методом неконсолідованого зрізу.

Випробування ґрунтів опору їх зрізу слід проводити на зразках непорушеного додавання, а також в умовах повного водонасичення.

Проведення випробування Метод консолідованого зрізу.

Залежно від виду ґрунту опору зрізу слід визначати:

1. для піщаних ґрунтів – на зразках, що готуються в лабораторії, із заданою щільністю складання та вологістю або в умовах повного водонасичення;
2. для глинистих ґрунтів – на зразках (вологості) непорушеного додавання при природній вологості або в умовах повного водонасичення.

Робоче кільце із підготовленим зразком ґрунту слід помістити в обойму ущільнення на перфорований вкладиш.

Раніше необхідно встановити на зразок перфорований штамп, провести регулювання механізму навантаження, встановити індикатор для вимірювання вертикальних деформацій ґрунту та записати початкове його показ у журнал випробувань ґрунту на зріз.

Для випробувань зразків ґрунту в умовах повного водонасичення необхідно попередньо замочити зразки, заповнивши водою ущільнення ванну до рівня верху зразка.

Час насичення зразків водою до початку попереднього ущільнення має бути не меншим:

- для піщаних – 10 хв;
- для глинистих ненабухаючих ґрунтів;
- супісків – 3 год;
- Суглинків - 6 - 12 год;
- глини – 12 – 36 год.

Для глинистих набухають ґрунтів замочування слід проводити до умовної стабілізації деформацій набухання, що дорівнює 0,1 мм за 24 год.

Замочування зразків ґрунту слід проводити водою питної якості.

Зразками набухають ґрунтів, призначеними для визначення опору зрізу в умовах повного водонасичення після стабілізації набухання при заданому нормальному тиску p , необхідно передати до початку замочування тиску p .

Попереднє ущільнення зразків ґрунту необхідно проводити при нормальних тисках p .

На зразок ґрунту, встановлений у середній коробці, слід передати також нормальний тиск, при якому відбувалося попереднє ущільнення ґрунту.

Нормальне навантаження слід передати на зразок в один щабель і витримувати його не менше:

- для піщаних ґрунтів – 5 хв;
- для супісків – 15 хв;
- для глин та суглинків – 30 хв.

Після передачі нормального навантаження слід встановити індикатор деформацій зрізу зразка ґрунту, записати початкове показання. При передачі дотичного навантаження ступенями їх величина повинна становити 5% величини нормального навантаження, при якій проводиться зріз. Не рідше, ніж через 2 хв після передачі ступеня навантаження, необхідно реєструвати в журналі випробувань показання індикатора.

За умовну стабілізацію деформацій зрізу необхідно приймати швидкість деформацій, що не перевищує 0,01 мм/хв.

Після досягнення умовної стабілізації деформації зрізу за належного ступеня навантаження необхідно передати наступний ступінь дотичного навантаження.

При безперервно зростаючому дотичному навантаженні швидкість зрізу повинна бути постійною і відповідати зазначеній у таблиці.

Випробування слід вважати закінченим, якщо при додатку чергового рівня дотичного навантаження відбувається миттєвий зріз (зрив) однієї частини зразка по відношенню до іншої або загальна деформація перевищить 5 хв.

Метод неконсолідованого зрізу.

Методом неконсолідованого зрізу слід випробовувати зразки непорушеного складання суглинків і глин, які в природному заляганні знаходяться у водонасиченому стані, а також зразки ґрунтів, що просаджують, приведених у водонасичений стан замочуванням без докладання навантаження.

Робоче кільце ґрунту слід помістити у зрізну коробку та закріпити в ній. Далі необхідно встановити суцільний штамп, провести регулювання механізму навантаження, встановити зазор 0,5 – 1 мм між рухомою та нерухомою частинами зрізної коробки, встановити індикатор деформацій зрізу.

На зразок ґрунту необхідно передати зрізу в один ступінь нормального тиску p , при якому проводитиметься зріз зразка.

Якщо при тисках 1,25 і 1,5 кгс/см² відбувається видавлювання ґрунту в зазор між рухомою та нерухомою частинами зрізної коробки, необхідно зменшити їх на 0,25 кгс/см².

Відразу після передачі нормального навантаження слід привести в дію механізм створення дотичного навантаження і зробити зріз зразка ґрунту не більше, ніж за 2 хв з моменту застосування нормального навантаження.

Момент закінчення випробування встановлюють відповідно до вказівок пункту 2.1.8.

Після закінчення випробування слід дописати в журналі максимальне навантаження дотику в процесі випробування і обчислити опір зразка ґрунту зрізу.

Обробка результатів випробування

Для контролю якості випробування на основі отриманих величин опору ґрунту зрізу τ , визначених для одного моноліту ґрунту при різних нормальних тисках p необхідно побудувати графік залежності $\tau = f(p)$.

Для цього необхідно через дослідні точки провести пряму лінію, що займає середнє між усіма точками.

Характеристики міцності ґрунту – кут внутрішнього тертя, ϕ , град., і питоме зчеплення з кгс/см², отримують за графіком залежності $\tau = f(p)$.

При цьому величину визначають як відрізок, що відсікається прямий $\tau = f(p)$ від осі ординат, а тангенс кута нахилу цієї прямої до осі абсцис є тангенс внутрішнього тертя ϕ . Нормативні та розрахункові значення c і ϕ слід встановлювати відповідно до вимог п.1.6.

Результати визначень τ – c необхідно виражати з точністю 0,01 кгс/см², а ϕ – з точністю 1° та реєструвати в журналі випробувань із зазначенням методу випробування, виду ґрунту та фізичних характеристик, а також стан по складання вологості. Результати визначень слід супроводжувати зазначенням величин нормальних тисків p , при яких було отримано кожне значення τ . Величини τ , c , ϕ , отримані методом неконсолідованого зрізу, слід позначати τ_n , c_n , ϕ_n .

РОЗДІЛ 7.

СКЛАД І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

В результаті аналізу просторової мінливості показників властивостей ґрунтів та перевірки можливості об'єднання спочатку заданих шарів виділено такі інженерно-геологічні елементи.

Інженерно-геологічний елемент 1.

Піски

Середньої крупності

Неоднорідні

Насичені водою

Пухкі

Нормативні значення характеристик

Вологість природна, частки од.	0,23
Вологість водонасичення, частки од.	0,25
Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	26,09
Питома вага ґрунту, кН/м ³	18,74
Питома вага сухого ґрунту, кН/м ³	15,30
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,33
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,51
Пористість (частки од.)	0,42
Коефіцієнт пористості природного склад. , Долі од.	0,71
Ступінь вологості	0,86
Недолік водонасичення, частки од.	0,02
Повна вологоємність	0,27
Зміст фракцій, % при діаметрі 1,000	0,280
Зміст фракцій, % при діаметрі 1000 – 0500	18,340
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,500 – 0,250	50,520
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,250 – 0,100	21,520

Зміст фракцій, % при діаметрі 0,100	9,340
Середньозважений діаметр, мм	1,42
Діаметр 60% частинок, мм	0,39
Діаметр 10% частинок, мм	0,13
Ступінь неоднорідності	неодноразово
Кр, м/добу (лаб)	1,8

Розрахункові значення характеристик при розрахунках основ

	по деформаціям	за несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	18,67	18,63
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,13	18,99
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,29	9,11
Модуль деформації з штампосвідів (арх.90)	10,0	10,0
Кут внутрішнього тертя (табл. 38)	28,0	25,0

Інженерно-геологічний елемент 2

Глини

Тугопластичні

У водонасиченому стані м'якопластичні

З домішкою органічних речовин

Нормативні значення характеристик

Вологість на межі плинності, частки од.	0,38
Вологість межі пластичності, частки од.	0,20
Число пластичності	0,18
Вологість природна, частки од.	0,28
Вологість водонасичення, частки од.	0,29
Показник плинності	0,44
Показник плинності водонасиченого ґрунту	0,51

Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	26,29
Питома вага ґрунту, кН/м ³	18,44
Питома вага сухого ґрунту, кН/м ³	14,32
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	18,54
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,03
Пористість (частки од.)	0,45
Коефіцієнт пористості природного склад. , Долі од.	0,32
Ступінь вологості	0,91
Недолік водонасичення, частки од.	0,01
Повна вологоємність	0,31
органічні речовини, частки од.	0,060
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	2,8
Кут внутрішнього тертя по ДБН 2.02.01-83, град.	13
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,20

Розрахункові значення характеристик при розрахунках основ

	по деформаціям	за несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	18,27	18,15
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	18,37	18,25
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	8,85	8,76
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	2,8	2,8
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	13	11
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,20	0,020

Інженерно-геологічний елемент 3

Піски

Середньої крупності

Неоднорідні

Насичені водою

Середня щільність

Нормативні значення характеристик

Вологість природна, частки од.	0,23
Вологість водонасичення, частки од.	0,23
Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	26,09
Питома вага ґрунту, кН/м ³	19,72
Питома вага сухого ґрунту, кН/м ³	15,99
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,72
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	10,00
Пористість (частки од.)	0,39
Коефіцієнт пористості природного склад. , Долі од.	0,63
Ступінь вологості	0,97
Повна вологоємність	0,24
Зміст фракцій, % при діаметрі 1,000	1,686
Зміст фракцій, % при діаметрі 1000 – 0500	17,500
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,500 – 0,250	54,420
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,250 – 0,100	18,440
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,100	8,260
Середньозважений діаметр, мм	3,88
Діаметр 60% частинок, мм	0,40
Діаметр 10% частинок, мм	0,12
Ступінь неоднорідності	неоднор азово.
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	32,2
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	36,0
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,001

Розрахункові значення характеристик при розрахунках основ

	по деформаціям	за несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	19,65	19,61

Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,65	19,61
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,88	9,81
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мПа	32,2	32,2
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	36	32
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мПа	0,001	0,001

Інженерно-геологічний елемент 4

Піски

Середньої крупності

Неоднорідні

Насичені водою

Щільні

Нормативні значення характеристик

Вологість природна, частки од.	0,19
Вологість водонасичення, частки од.	0,19
Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	26,09
Питома вага ґрунту, кН/м ³	20,70
Питома вага сухого ґрунту, кН/м ³	17,36
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	20,70
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	10,86
Пористість (частки од.)	0,33
Коефіцієнт пористості природного склад. , Долі од.	0,50
Ступінь вологості	1,00
Повна вологоємність	0,19
Зміст фракцій, % при діаметрі 1,000	2,733
Зміст фракцій, % при діаметрі 1000 – 0500	21,900
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,500 – 0,250	47,180
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,250 – 0,100	17,400
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,100	11,980

Середньозважений діаметр, мм	6,54
Діаметр 60% частинок, мм	0,42
Діаметр 10% частинок, мм	0,10
Ступінь неоднорідності	неодноразово.
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	40,0
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	39,0
Питоме зчеплення за ДБН 2.02.01-83, мпа	0,002

Розрахункові значення характеристик при розрахунках основ

	по деформаціям	за несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	20,63	20,58
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	20,63	20,58
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	10,80	10,77
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	40,0	45,0
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	39,0	35,0
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,002	0,002

Інженерно-геологічний елемент 5

Піски
Пилувати
Однорідні
Насичені водою
Середня щільність

Нормативні значення характеристик

Вологість природна, частки од.	0,26
Вологість водонасичення, частки од.	0,26
Питома вага частинок ґрунту, кН/м ³	26,09
Питома вага ґрунту, кН/м ³	19,72

Питома вага сухого ґрунту, кН/м ³	15,70
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,72
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,77
Пористість (частки од.)	0,40
Коефіцієнт пористості природного склад. , Долі од.	0,67
Ступінь вологості	1,00
Повна вологоємність	0,25
Зміст фракцій, % при діаметрі 1,000	1,400
Зміст фракцій, % при діаметрі 1000 – 0500	6,180
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,500 – 0,250	16,140
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,250 – 0,100	24,200
Зміст фракцій, % при діаметрі 0,100	54,230
Середньозважений діаметр, мм	3,35
Діаметр 60% частинок, мм	0,14
Діаметр 10% частинок, мм	0,06
Ступінь неоднорідності	однор.
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	16,8
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	29,0
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,004

Розрахункові значення характеристик при розрахунках основ

	по деформаціям	за несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	19,58	19,49
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19,58	19,49
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9,69	9,63
Модуль деформації за ДБН 2.02.01-83, мпа	16,8	16,8
Кут внутрішнього тертя ДБН 2.02.01-83, град.	29,0	27,0
Питоме зчеплення за БНіП 2.02.01-83, мпа	0,004	0,002

ВИСНОВКИ

На основі проведеного інженерно-геологічного дослідження території майбутнього мікрорайону №2 у м. Суми для досягнення поставленої мети та виконання завдань сформовано такі висновки:

1. Результати комплексного інженерно-геологічного вивчення:

Проведений комплекс польових (статичне зондування, випробування еталонною палею) та лабораторних досліджень у повному обсязі відповідає вимогам нормативних документів (ДБН, ДСТУ). Отримані дані дозволили всебічно охарактеризувати умови ділянки. Категорія складності інженерно-геологічних умов визнана як **друга**, що зумовлено насамперед наявністю слабких верхніх шарів та актуальною проблемою **підтоплення**.

2. Склад, властивості та будова основи:

В результаті аналізу в межах досліджуваної ділянки чітко виділено **п'ять інженерно-геологічних елементів (ІГЕ)**. Установлено, що верхня частина розрізу (приблизно до глибини 4-6 метрів) представлена **слабкими ґрунтами**: пухкими водонасиченими пісками (ІГЕ-1) та тугопластичними глинами (ІГЕ-2), що мають низькі показники міцності (модуль деформації від 2.8 до 10 МПа). Нижче залягають значно міцніші щільні піски (ІГЕ-3 та ІГЕ-4).

3. Виявлення основного опорного шару:

Головним результатом дослідження є виділення **основного опорного шару** для фундаментів майбутніх споруд. Таким шаром визнано **щільні піски середньої крупності ІГЕ-4**, що залягають на глибині близько 6 метрів. Цей шар характеризується високими міцнісними властивостями: модуль деформації 40-45 МПа, кут внутрішнього тертя 35°.

4. Гідрогеологічна обстановка та ризики:

В межах ділянки виявлено та прогнозовано формування єдиного водоносного горизонту на глибині 2.1–3 м з очікуваним підйомом рівня до абсолютної відмітки 126–126.5 м. Це створює прямий ризик **підтоплення** заглиблених частин споруд та вимагає обов'язкового врахування в проектних рішеннях.

5. Обґрунтування рекомендацій щодо типу фундаментів:

Враховуючи наявність слабких верхніх шарів, високого рівня ґрунтових вод та необхідність передачі навантаження на міцний опорний шар, **рекомендованим типом фундаменту є пальовий**. Розрахункова несуча здатність палі прийнята як **55 тонн**. Для її забезпечення необхідно використовувати палі, що пройдуть крізь слабкі шари та заглиблються в щільні піски ІГЕ-4, з урахуванням негативного тертя по бічній поверхні в верхній частині.

6. Практична цінність та напрями застосування результатів:

Матеріали та висновки даного дослідження становлять пряму практичну цінність для проектних організацій (таких як Сумський філіал ДП «Діпродмісто-проект») та є готовою науково-технічною основою для:

- Розробки безпечної та економічно обґрунтованої проектно-кошторисної документації на забудову мікрорайону.
- Прийняття рішення про тип, довжину та несучий графік палей.
- Планування необхідних заходів інженерного захисту від підтоплення (дренаж, гідроізоляція).

Таким чином, **поставлена мета роботи досягнута**: інженерно-геологічні умови ділянки оцінені, що дозволило обґрунтувати оптимальний (пальовий) тип фундаментів та сформулювати конкретні рекомендації для безпечного та ефективного будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

а) опублікована

1. Bell F. G. Engineering geology and construction. — London : Routledge, 2007. — 632 p.
2. BS 5930:2015. Code of practice for ground investigations. — London : BSI Standards Limited, 2015. — 212 p.
3. EN 1997-2:2007. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing. — Brussels : CEN, 2007. — 160 p.
4. ДБН А.2.1-1:2014. Інженерні вишукування для будівництва. — Київ : Мінрегіон України, 2014. — 56 с.
5. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. — Київ : Мінрегіон України, 2017. — 72 с.
6. ДБН П-9-78. Інженерні дослідження для будівництва. Основні засади. — Київ : Держбуд України, 2009. — 98 с.
7. ДБН П-31-74. Будівельні норми та правила. Частина П. — Київ : Держбуд, 1974. — 120 с.
8. ДБН 1.02.07-87. Інженерні дослідження у будівництві. — Київ : Держбуд, 1987. — 96 с.
9. ДБН 2.02.01-83. Фундаменти будівель та споруд. — Київ : Держбуд України, 2005. — 136 с.
10. ДБН 2.02.03-85. Палеві фундаменти. — Київ : Держбуд України, 2005. — 124 с.
11. ДБН 2.03.П-85. Захист будівельних конструкцій від корозії. — Київ : Держбуд України, 2006. — 112 с.
12. ДБН 2.06.14-85. Захист гірничих виробок від підземних та поверхневих вод. — Київ : Держбуд України, 2005. — 88 с.
13. ДБН 2.06.15-95. Інженерний захист територій від затоплення та підтоплення. — Київ : Держбуд України, 2006. — 104 с.

14. ДБН 3.02.01-83. Основи та фундаменти. — Київ : Держбуд України, 2003. — 128 с.
15. ДБН 3.05.04-85. Зовнішні мережі та споруди водопостачання та каналізації. — Київ : Держбуд України, 2005. — 156 с.
16. ДБН IV.05-82. Земляні роботи : зб. 1. — Київ : Держбуд, 1982. — 92 с.
17. ДСТУ 25100-82. Ґрунти. Класифікація. — Київ : Держстандарт України, 1982. — 38 с.
18. Допомога з проектування будівель та споруд. — Київ, 2006. — 214 с.
19. Зоценко М. Л., Коваленко В. І., та ін. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти : підручник. — Київ : Вища школа, 2010. — 496 с.
20. МР А.2.1-37641918-903:2019. Методичні рекомендації з визначення раціонального обсягу відбору зразків при інженерно-геологічних вишукуваннях. — Київ, 2019. — 44 с.
21. Навчальний посібник з інженерно-геологічних досліджень для будівництва / О. С. Борзяк та ін. — Київ : Будівельник, 2015. — 268 с.
22. Посібник з інженерних досліджень для будівництва. — Київ : Будвидав, 2002. — 312 с.
23. Посібник з проектування основ та споруд. — Київ : Будвидав, 2007. — 384 с.
24. Суярко В. Г., та ін. Інженерна геологія : підручник. — Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2019. — 412 с.
25. Zaruba Q. (ed.). Engineering geology. — Amsterdam: Elsevier, 1987. — 704 p.

б) фондова

26. Звіт про інженерно-геологічні дослідження на ділянці забудови XII мікрорайону в м. Суми (житлові будинки III містобудівного комплексу). — Суми, 2003. — 102 с. — Арх. № 90-249.
27. Звіт про інженерно-геологічні дослідження на ділянці забудови XIII мікрорайону в м. Суми. — Суми, 2004. — 135 с. — Арх. № 80-568.

28. Звіт про інженерно-геологічні дослідження на ділянці забудови IX мікрорайону в м. Суми. — Суми, 2002. — 243 с. — Арх. № 89-584.

29. Звіт про інженерно-геологічні дослідження на ділянці забудови X мікрорайону в м. Суми. — Суми, 2005. — 164 с. — Арх. № 96-357.

30. Звіт про інженерно-геологічні дослідження на ділянці забудови XI мікрорайону в м. Суми. — Суми, 2003.— 129 с. — Арх. № 97-555.

ГІДРОГЕОЛОГІЧНА КАРТА



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

- | | |
|------------|--|
| N_k | Водоносный горизонт в песчаных отложениях плаiocенового альфаия свиты |
| P_3^{br} | Водоносный горизонт берекской свиты |
| P_3^{mz} | Водоносный горизонт ме-жигорской свиты |
| P_2^{kv} | Водоносный горизонт киевской свиты |
| P_1^{kl} | Водоносный горизонт каневской свиты |
| | Гидроизогипсы водоносного горизонта или комплекса, имеющего постоянное распространение |