

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 (інститут)

Природничих наук і технологій
 (факультет)

Кафедра Гідрогеології та інженерної геології
 (повна назва)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
 кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Шевченка Олександра Валерійовича
 академічної групи 103м-22-1

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика»

на тему Природні та техногенні фактори розвитку підтоплення Соборного району м.Дніпра та обґрунтування доцільної системи водозниження на прикладі інженерного об'єкта.

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Дерев'ягіна Н.І.			
розділів:				
Загальний	Дерев'ягіна Н.І.			
Спеціальний	Дерев'ягіна Н.І.			

Рецензент	Довбніч М.М.			
-----------	--------------	--	--	--

Нормоконтролер	Загриценко А.М.			
----------------	-----------------	--	--	--

Дніпро
 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувачка кафедри гідрогеології
та інженерної геології,
доктор технічних наук, доцент

Загриценко А. М.

(підпис)

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студенту Шевченку Олександр Валерійовичу

академічної групи 103м-22-1

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика»

на тему Природні та техногенні фактори розвитку підтоплення Соборного району м.Дніпра та обґрунтування доцільної системи водозниження на прикладі інженерного об'єкта.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.09.2023 р. № 1036-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	<i>Загальна характеристика геолого-гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов правобережжя м.Дніпро (Соборного району)</i>	09.10.2023 – 01.11.2023
Спеціальний	<i>Обґрунтування дренажного захисту інженерних споруд правобережної частини м.Дніпра з вибором його способів та методик розрахунку</i>	02.11. 2023 – 10.12.2023

Завдання видано _____

Дерев'ягіна Н. І.

(підпис)

Дата видачі 09.10.2023 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 12.12.2023 р.

Прийнято до виконання _____

Шевченко О.В.

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 1 табл., 22 рис., 30 джерел.

Мета дипломної роботи: вивчення геолого-гідрогеологічних умов правобережжя р. Дніпро з обґрунтуванням параметрів та методів дренажного захисту підтопленого масиву, а також аналіз природних і техногенних факторів, що визначають процеси підтоплення на досліджуваній території.

Об'єкт досліджень: закономірності формування процесу підтоплення території Соборного району правобережної частини м.Дніпра.

У вступі описано стан проблеми, позначено недоліки існуючих методів оцінки дренажного захисту підтоплених масивів, конкретизовано завдання на дипломний проект.

У загальній частині дипломної роботи проаналізовано природні особливості геолого-гідрогеологічної будови та інженерно-геологічних властивостей Соборного району міста Дніпра, а також фактори, що визначають процеси формування підтоплення – як природні, так і техногенні.

У спеціальній частині проаналізовано причини формування техногенного водоносного горизонту в межах визначеного об'єкта досліджень, запропоновано та обґрунтовано схеми різноманітних дренажних споруд, а також проведено розрахунок ефективності роботи горизонтального дренажу. Запропоновано послідовну схему основних заходів щодо захисту забудованої території від підтоплення.

Практичне значення кваліфікаційної роботи – дана робота спрямована на визначення можливості водозниження ділянок правобережної частини м.Дніпра, та розроблення рекомендацій щодо подальшого моніторингу водного балансу на досліджуваній території.

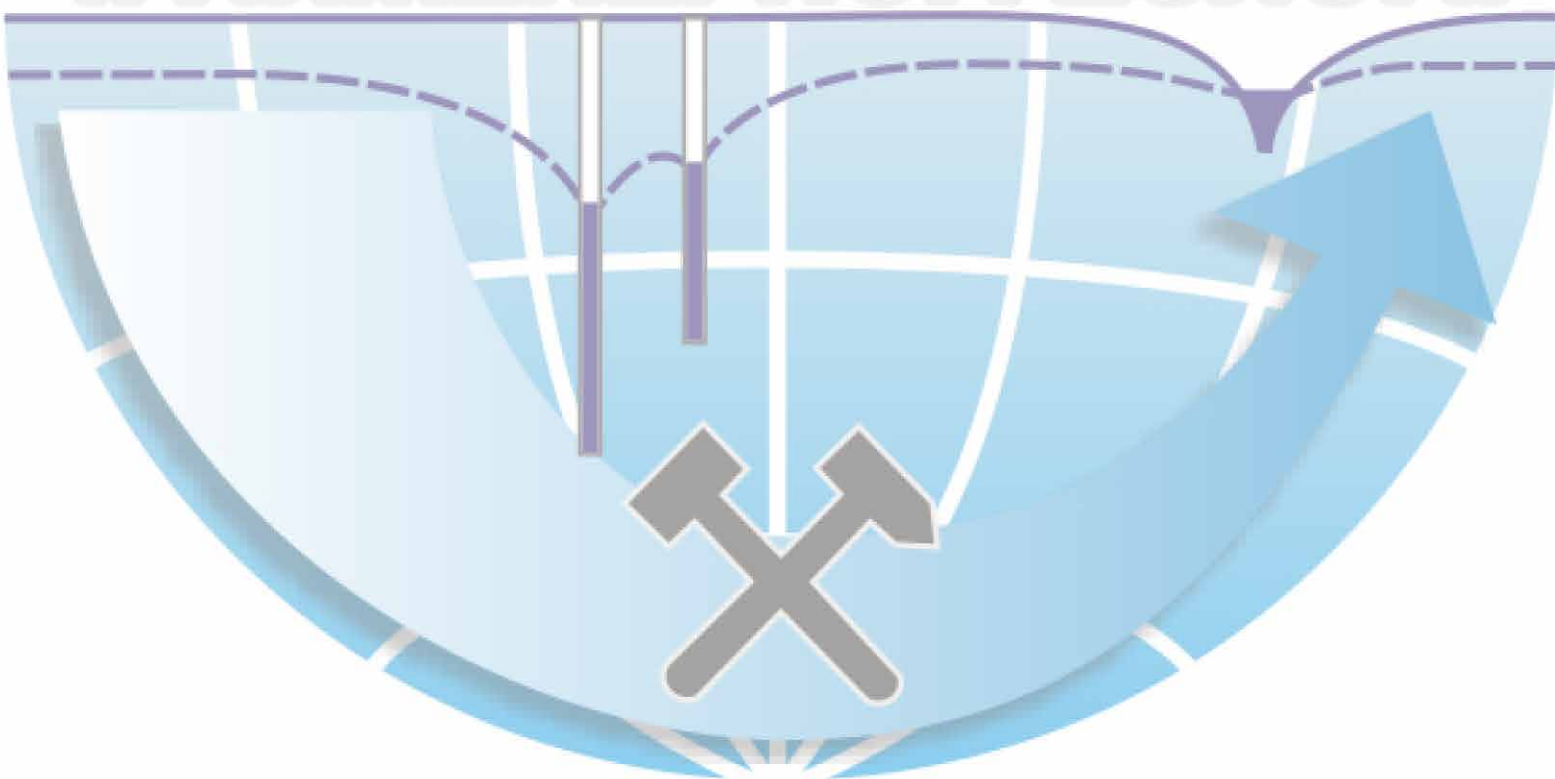
КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДТОПЛЕННЯ, ВОДОНОСНИЙ ГОРИЗОНТ, ЛЬОСОВІ ПОРОДИ, ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ, ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ДРЕНАЖ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕГІОНУ І ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ	8
1.1. Коротка геолого-гідрологічна характеристика Дніпропетровського регіону.....	8
1.1.1 Геологічна будова.....	8
1.1.2 Тектоніка.....	14
1.1.3 Гідрологічні умови району	17
1.1.4. Клімат.....	22
1.1.5. Інженерно-геологічні явища та процеси	23
1.2. Фізико-географічні та інженерно-геологічні умови об'єкта досліджень	27
1.2.1. Загальні відомості про об'єкт	27
1.2.2. Геологічна будова	29
1.2.3. Гідрологічні умови	32
1.2.4.Геоморфологія, рельєф.....	34
1.2.5. Інженерно-геологічна та геотехнічна характеристика ґрунтів	35
2. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ	42
2.1. Природні фактори підтоплення	44
2.2. Техногенні фактори підтоплення	46
2.3. Обводнення територій під час будівництва	47
2.4. Методи запобігання підтопленню техногенно навантажених територій та боротьба з ним	48
3. КЛАСИФІКАЦІЯ ДРЕНАЖІВ ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ	51
3.1. Класифікація підземних дренажів	52
3.2. Конструкції підземних дренажів та їх основні елементи	54

	5
3.2.1. Горизонтальні дренажі	54
3.2.2. Вертикальні дренажі	58
3.2.3. Променеві дренажі	59
4. ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ДРЕНАЖНОГО ЗАХИСТУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ	62
4.1. Загальні положення	62
4.2. Гідрогеологічні основи розрахунку горизонтального дренажу	63
4.3. Обґрунтування дренажного захисту Соборного району правобережжя м. Дніпро на прикладі інженерного об'єкта.....	64
4.4. Варіантний розрахунок дренажного водозниження на ділянці по вул. Сімферопольській	67
Висновок	71
Список використаних джерел	73

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



ВСТУП

Підтоплення території лівобережжя та низьких терас правобережжя м. Дніпра займає понад 43% площі загальноміської території. Ці території характеризуються природно високими рівнями ґрунтових вод, які посилюються підпором після будівництва Придніпровської ТЕС, коли рівень води у Дніпрі був піднятий на чотири метри. Рельєф поверхні у межах цих площ рівний чи слабо похилий у бік річки Дніпро. Окремі ділянки практично безстічні і за рахунок акумулювання атмосферних осадів рівні ґрунтових вод іноді виходять на денну поверхню, зумовлюючи її заболоченість.

У підтопленому стані знаходяться висотні житлові масиви: Перемога, Червоний Камінь, Покровський, Парус.

Результати вивчення процесу підтоплення свідчать про значне та прогресуюче ураження міської території. За існуючими даними, площі з глибиною залягання ґрунтових вод до 3 метрів, тобто практично підтоплені землі в межах забудови міста та промділянок, де проводилися спеціалізовані інженерно-геологічні дослідження, становлять 9421 га (43% від загальноміської території), в т.ч. з правобережжя - 2983 га (17% території правобережжя), з лівобережжя (включаючи ж/м Придніпровськ, Чаплі та Ігрень) - 6437 га (55%). Прогресуючий підйом рівня потенційно підтоплених земель через техногенний характер відзначений у правобережній частині міста площею 3586 га (21% від площі правобережжя).

При збереженні прибуткових та видаткових статей водного балансу, що склався, та з посиленням техногенного навантаження — зростання рівнів триватиме, провокуючи самопідтоплення територій міста. Причинами підвищення рівня ґрунтових вод на правобережній частині міської території є анізотропія властивостей льосових порід, витoki з

водонесучих комунікацій, які не працюють, каналізації, зарегульованості поверхневого стоку.

У дані кваліфікаційній роботі проводиться вивчення геолого-гідрологічних умов осушення на прикладі підтопленого масиву Соборного району м. Дніпро. На підставі цього запропоновано заходи для обґрунтування параметрів та методик дренажного захисту будівель району, що вивчається.

Для досягнення мети поставлено та вирішено такі завдання:

1. Проаналізувати геолого-гідрологічні особливості регіону та об'єкта досліджень.
2. Вивчити природні і техногенні фактори, що впливають на підтоплення правобережжя р. Дніпро, особливості Соборного району м. Дніпра.
3. Проаналізувати конструктивні особливості дренажів, що застосовуються.
4. Вибрати та обґрунтувати схему та конструкцію дренажного захисту досліджуваного об'єкта.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

1. АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДІЛЯНКИ І ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Коротка геолого-гідрологічна характеристика Дніпропетровського регіону.

1.1.1. Геологічна будова.

Територія Дніпропетровської області знаходиться в межах Східно-Європейської платформи та займає південно-східну частину Українського кристалічного щита (рис. 1.1). Тут поширені геологічні формування багатьох стратиграфічних одиниць, починаючи з архейських і до четвертинних. У межах області знаходяться Кіровоградський, Придніпровський та Приазовський блоки Українського щита. Докембрійський фундамент тут піднімається вище за рівень моря на 100-150 м і місцями оголюється (особливо вздовж річок).

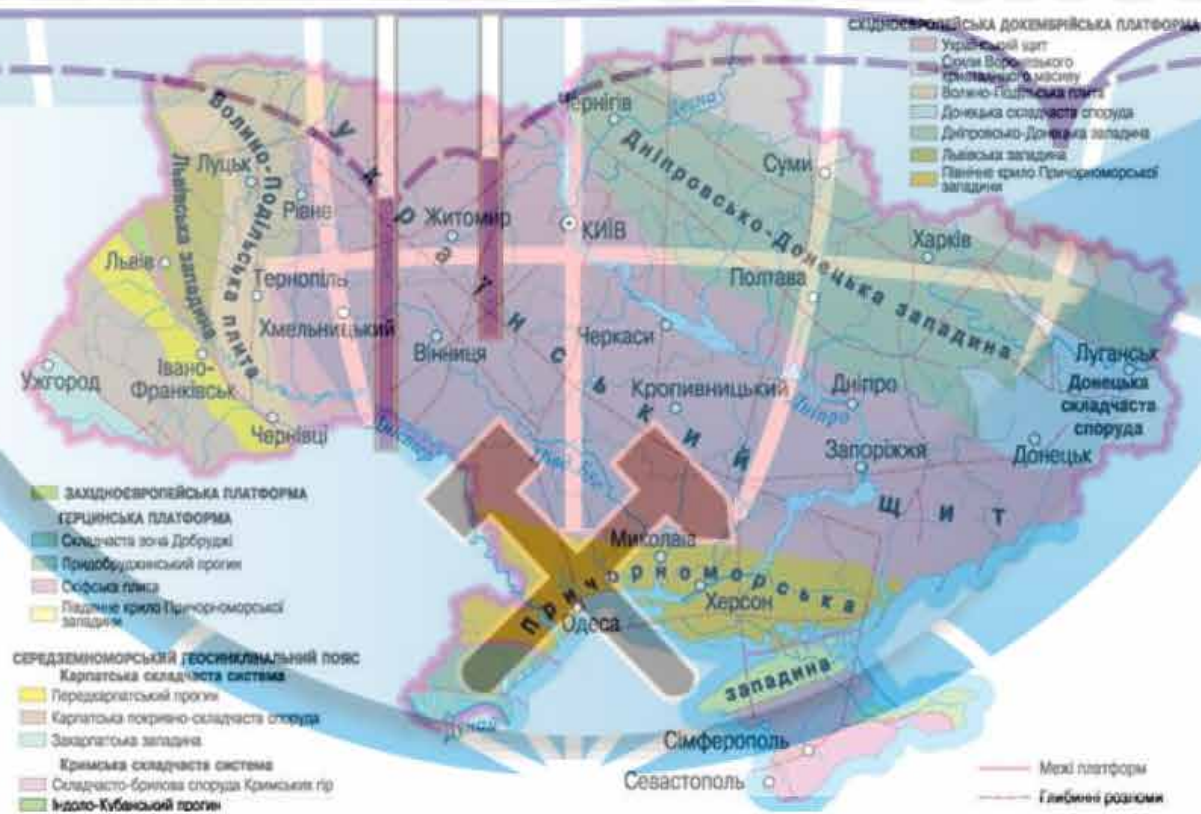


Рисунок 1.1 – Тектонічна будова України

Осадний чохол представлений в основному неогеновими відкладеннями, меншою мірою палеогеновими та четвертинними (рис. 1.2). Також область захоплює частину Дніпровсько-Донецької западини, яка ускладнена у центрі Доно-Дніпровським грабеном, обмеженим розломами із багатокілометровою амплітудою. Грабен ускладнений середньо- та верхньодевонськими та кам'яновугільними відкладеннями. Докембрійський фундамент тут занурений на 5-10 км. Вище кам'яновугільних залягають пермські, триасові, юрські, крейдяні, палеогенові та неогенові відкладення, потужність яких поступово зменшується у напрямку щита. На південь від щита знаходиться Причорноморська западина.



Рисунок 1.2 – Потужність четвертинних відкладів на території України

Тут слід зазначити, що оскільки досліджуваний район приурочений до Наддніпрянської западини, і оскільки вона в геоструктурному

відношенні збігається з Українським щитом, то розглядатимемо стратиграфію та літологію відкладів Українського щита.

Нижній архей (нижньоархейська еонотема) – аульська та західноприазовська серії. До аульської серії відносяться біотитові та гранітбіотитові гнейси, кристалічні сланці, плагіоклаз-піроксенові гнейси та амфіболіти. Потужність аульських утворень оцінюється в 5-6 км, вік – понад 3,6 млрд. років.

До ультраметаморфічних та інтрузивних магматичних утворень нижнього архею належить дніпропетровський комплекс. Серед відкладень цього комплексу виділено діорити та мігматити діоритового складу, біотит-роговообманкові, іноді з піроксеном, плагіограніти та плагіомігматити біотитові та біотит-амфіболітові. Встановлено, що походження гранітів та мігматитів аульської серії може мати ультраметаморфічний характер. Крім гранітів ультраметаморфічного походження, мають місце первинно-магматичні утворення.

Верхній архей (верхньоархейська еонотема) – кінсько-верховцівська та центрально-приазовська серії. Утворення кінсько-верховцевської серії складають великі синклінальні структури, розташовані серед гранітизованих порід аульської серії. У нижній частині розрізу даної серії переважають вулканіти основного складу, вище вони змінюються товщею ефузівів кислого, середнього і меншою мірою основного складу. Потужність складає 5-6 км.

Відкладення центрально-приазовської серії поширені лише на сході Дніпропетровської області. Сурсько-токівський та шевченківський комплекси. У складі цих верхньоархейських комплексів виділяються гранітоїди, які мають активні контакти з утвореннями аульської, західно-приазовської, кінсько-верховцівської та центрально-приазовської серій та гранітоїдами дніпропетровського комплексу. Вони створюють ізольовані масиви в крайніх частинах структур зеленокам'яного типу, численні жилкові тіла аплітопегматоїдних гранітів, поширених у долині Базавлука і

горіхово-павлоградській зоні. Серед порід цього комплексу виділяються плагіограніти біотитові та біотит-амфіболітові граніти. Останні утворюють низку великих масивів: Токовський, Кудашевський та ін. Вік гранітів – 2,6-2,8 млрд років.

Комплекс основних та ультраосновних порід. Архейські інтрузиви основного складу досить широко представлені в районі та розвинені у вигляді масивів пластоподібних та дайкових тіл, приурочених, головним чином, до осадово-вулканогенних утворень синклінорних зон Верховцівського, Сурського, Чортомлинського районів. До складу виділеного комплексу входять піроксени, габро-діабази, перидотити, дуніти, серпентиніти, тремоліти, актиноліти.

Нижній протерозой (нижньопротерозойська еонотема). До нижнього протерозою відносяться інгуло-інгулецька та криворізька серії.

Відкладення криворізької серії залягають переважно на більш древніх породах і представлені метаморфізованими конгломератами, гравелітами, кварц-карбонатними породами, доломітовими мармурами, горизонтами багатих залізних руд. Потужність відкладень досягає 8500 м. Радіологічний вік порід нижньої частини серії становить 2,6 млрд. років, а верхньої - близько 1,7 млрд. років.

Серед ультраметаморфічних та інтрузивних утворень нижнього протерозою виділено комплекси основних та ультраосновних порід: Кіровоградсько-Житомирський, східно-п'язовський граносієнітовий та дайковий.

До комплексу основних та ультраосновних порід віднесено досить численні невеликі за розмірами інтрузії, зафіксовані серед архейських та протерозойських відкладень. Більшість інтрузій відноситься до тектонічних порушень, менша спостерігається у вигляді пластоподібних і лінзоподібних тіл потужністю до 10-20 м. Вік порід 2-2,2 млрд років.

Кіровоградсько-Житомирський комплекс представлений плагіогранітами та плагіомігматитами. Радіоактивний вік комплексу – 1,7-2,5 млрд. років.

До утворень східно-приазовського граносієнітового комплексу відносяться породи Терсянського масиву, які відрізняються дуже складною будовою та великою різноманітністю порід. Вік цих порід – 1,7 млрд. років.

Дайковий комплекс, представлений переважно діабазами, найбільш поширений у межах Приазовського блоку. Потужність дайок змінюється від 2-5 м і лише в окремих западинах досягає 50 м; довжина зазвичай становить перші сотні метрів, іноді досягає 1-1,5 км. Простирання дайок переважно північно-західне, субмеридіональне, падіння круте до вертикального.

Верхній протерозой. Дайковий комплекс. До цього комплексу відносяться дайки північно-західного простягання. За складом вони відносяться до діабазів і габродіабазів. Встановлено, що дайки розтинають породи Терсянського осадового масиву.

Кора вивітрювання. У межах області, як і на всьому Українському щиті, кора вивітрювання кристалічних порід має острівний характер і збереглася від розмиву переважно у знижених частинах щита. Потужність її непостійна та змінюється від мінімальної до сотень метрів. Формування кори вивітрювання походить від архею до сьогодення. Виділяються площадний та лінійний типи вивітрювання. Найбільш поширений площинний тип. Склад кори вивітрювання залежить від характеру материнських порід. З корою вивітрювання порід основного складу пов'язане утворення бокситів, з корою вивітрювання порід кислого складу – первинних каолінів, а ультраосновних порід – кора з підвищеною нікеленосністю.

Фанерозойська еонотема. Палеозойсько-мезозойська фітотема. До найдавніших осадових утворень південно-східної частини Українського

щита відносяться нижньокрейдові. Вони представлені русловими та озерно-болотними фаціями – пісками різнозернистими, в основному гравистими, кварцовими, косослоїстими, іноді кутистими, глинами темно-сірими до чорних, кулистими, каоліновими, місцями з прошарками (3-6 м) та лінзами бурого вугілля, потужність досягає 30 м.

Кайнозойська еротема. До відкладів нижнього-середнього еоцену палеогенової системи відносяться континентальні відкладення Дніпровського буровугільного басейну, що складають долини на поверхні фундаменту. У фаціальному відношенні ці відкладення є осадами озерних депресій. Серед них виділяються річкові та старі фації. Річкова фація в нижній частині розрізу представлена різнозернистими, місцями кутистими, пісками потужністю до 8 м. Вуглисті глини та піски, вторинні каоліни становлять продуктивну вугленосну товщу. Потужність відкладень сягає 20-30 м.

Відкладення верхнього еоцену представлені мергелями, пісковиками, опоками, рідше – глинами загальною потужністю до 15 м. Відкладення олігоцену поширені тільки на південному схилі щита і складені глинами, алевритами, пісками, гравелітами, конкреціями фосфоритів, найбільш характерною особливістю відкладень є наявність шару марганцевих руд потужністю до 6 м (Нікопольський марганцеворудний басейн).

У складі неогенової системи виділено міоцен та пліоцен. Морські відкладення середнього та верхнього міоцену в основному поширені на південному схилі щита та представлені пісками, піщаними вапняками, глинами, гравелітами, конгломератами. Потужність як середнього, так і верхнього міоцену сягає 30 м.

На щиті широко поширені континентальні аналоги середньоміоценових відкладень – кварцові піски з прошарками глин, каолінів, пісковиків, вуглистих порід та бурого вугілля загальною потужністю до 30 м. У верхній частині розрізу піски іноді збагачені ільменітом, рутилом, цирконом, які утворюють розсіпні родовища.

Пліоценові відкладення на щиті представлені лише континентальними різновидами. Це переважно червоно-бурі глини та алювіальні піски потужністю до 10-15 м.

1.1.2. Тектоніка.

Найдавніша історія розвитку регіону (перша половина раннього архею) зафіксована в породах нижніх світ Аульської і західно-приазовської серій, представлених древніми вулканогенними утвореннями. Риси наступного етапу розвитку регіону (друга половина раннього архею) відображаються в породах верхніх світ вищевказаних серій. Для них характерний своєрідний план плікативних деформацій ($340-350^\circ$ і $70-80^\circ$), переважно первинноосадочий характер порід і ін. З ранньоархейським етапом розвитку регіону пов'язана і перша епоха гранітизації, яка призвела до утворення дніпровського комплексу.

Активізація тектонічного режиму по зонах розломів ортогонального ($340-350^\circ$ і $70-80^\circ$) і діагонального ($310-320^\circ$ і $40-50^\circ$) напрямів, що вперше проявилися, в межах середньо-придніпровського блоку щита на початку пізнього архею викликала виверження продуктів переважно основного складу. При цьому лавові виливи відбувалися переважно в умовах гідросфери, яка вже існувала на той час. Наприкінці пізнього архею вулканогенні породи були зім'яті в складки та прорвані гранітом сурсько-токського комплексу.

На початку раннього протерозою тектонічні рухи призвели до утворення нових ортогональних зон розломів південно-східного ($10-20^\circ$) та південно-західного ($280-290^\circ$) напрямів. Утворилися Криворізько-Кременчуцька та Оріхово-Павлоградська структурно-фаціальні зони. У межах цих зон протягом раннього протерозою накопичувалися потужні товщі теригенних та теригенно-хемогенних опадів. При цьому осадконакопичення неодноразово змінювалося складкоутворення.

Завершення розвитку ранньопротерозойської протогеосинклінальної системи супроводжувалося формуванням тіл апліто-пегматоїдних гранітів та пегматитів. Численні дайки діабазів визначили стадію початку загальної стабілізації тектонічного режиму регіону.

Платформенний етап у розвитку території Дніпропетровської області розпочався у пізньому протерозої. Він характеризувався коливаннями та блоковими рухами по зонах розломів північно-західного ($310-321^\circ$) напрямку у периферійних частинах щита.

Внаслідок пізньопротерозойських (байкальських) рухів на Східноєвропейській платформі виник прогин по лінії Доно-Дніпровського грабену. Такі структурні обставини зберігалися протягом усього ранньопалеозойського (каледонського) етапу розвитку земної кори.

У другій половині девону в прогині відбувалася інтенсивна вулканічна діяльність, яка привела до утворення потужних покривів базальтів. Український щит, існуючий на наступному, герцинського, етапі розвитку земної кори, спочатку мав ту ж площу, що і щит каледонського часу. Але пізніше вона змінилася: окремі крайні блоки щита опускалися і перекривалися потужними опадами.

Протягом пізньопалеозойського, герцинського етапу відбувалося поглиблення Доно-Дніпровського грабену, що призвело до накопичення багатокілометрової товщі опадів у середньому та пізньому девоні, карбоні, ранній пермі. У карбоні відбувалося стійке опускання як у грабені, так і на його бортах. Вже в ранній пермі почалося утворення складок на Донбасі та виникла головна антикліналь. В основному складчаста система Донецької структури та складна мережа розломів сформувалися у пізньонімецькій фазі орогенезу. Завершальні фази герцинського орогенезу супроводжувалися проявами магматизму. Про це свідчить Південно-Донецький інтрузивний комплекс віком 270-290 млн років, дайки андезитів річок Каратиш та Конка (260-280 млн років). Наприкінці

герцинського етапу майже вся територія Східноєвропейської платформи в межах України стала сушею і перетворилася на область денудації.

Мезозойський етап тектонічного розвитку розпочався на межі палеозою і мезозою і закінчився наприкінці крейдового періоду. У ранньому тріасі осадконакопичення відбувалося на більшій частині Дніпровсько-Донецької западини. У пізньому тріасі площа седиментації значно зменшилася, вона майже не виходила за межі Доно-Дніпровського грабену, а в ранній юрі осади накопичувалися лише у прогнутій його частині – між Полтавою та Донбасом. У середній юрі відбулося опускання як усієї території западини, так і північного схилу Українського щита, нагромадилися спочатку річкові, а потім і морські опади. У період пізньої юри почалося деяке скорочення розмірів середньоярського моря Дніпровсько-Донецької западини, а наприкінці пізньої юри море її повністю покинуло.

У першій половині ранньої крейди вся територія Дніпровсько-Донецької западини опускалася, виникали великі області континентальної, переважно алювіальної седиментації, вона поширювалася і на південно-східний схил щита. Були залиті морем Дніпровсько-Донецька западина і схили щита. В кінці крейдового періоду почалася регресія моря, вона закінчилася тільки в Доно-Дніпровському та Консько-Ялінском грабенах.

Від початку палеогену починається кайнозойський етап, майже вся платформенна частина України перетворюється в область денудації. Сам щит і Дніпровсько-Донецька западина були зоною накопичення континентальних, в основному алювіальних відкладів. Починаючи з пліоцену і до плейстоцену включно осадконакопичення відбувалося головним чином в межах річкових долин, на знижених вододілах формувалися в основному ґрунти (червоно-бурі глини).

1.1.3. Гідрогеологічні умови району.

У межах досліджуваної частини Українського кристалічного масиву виділяються водоносні горизонти у четвертинних відкладах, пісках та пісковиках неогену, піщаних різновидах палеогенового віку, кристалічних породах докембрію та продуктах їх вивітрювання.

За умовами залягання та ступеню водонасичення товща четвертинних відкладень представлена алювіальним водоносним горизонтом та водоносним горизонтом у льосових породах (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Основні водоносні горизонти України

Алювіальний водоносний горизонт поширений у долинах багатьох річок і балок. Водовмісні породи неоднорідні за літологічним складом. Представлені вони різнозернистими пісками, що часто перешаровуються з глинами та суглинками, з включеннями гальки, гравію та великими уламковими матеріалами. Глибина залягання в заплавах змінюється від 0,1

до 10 м, в межах надзаплавних терас - від 0,5 до 40 - 50 м. У долині річки Дніпро вона у деяких випадках збільшується до 30 – 40 м.

Зазвичай це ґрунтові води, що мають вільну поверхню. Невеликий тиск (1 - 7 м) зафіксовано лише у пониженнях, де на поверхні водоносного горизонту залягають водонепроникні суглинки.

Водоносність алювіальних відкладень є непостійною. Дебіти свердловин у долинах дрібних рік змінюється від 0,001 до 0,5 л/с, збільшуючись у долинах великих до 2 – 4 л/с, рідше до 6 л/с. Великою водонасиченістю відрізняється древній алювій, який представлений добре відсортованими крупнозернистими гравілистими пісками значної товщини.

Води зазвичай гідрокарбонатно-сульфатні та сульфатно-гідрокарбонатні, з мінералізацією 1 - 2 г/л. У зв'язку з неглибоким заляганням та відсутністю витриманого водоупору води часто піддаються забурдненню.

Водоносний горизонт у льосах і льосовидних суглинках виділяється на водороздільних територіях. Їх водоносність пов'язана в основному з вертикальною макропористістю та наявністю піщаних прошарків, які розвинені, головним чином, у нижній частині товщі. Дебіти колодязів та свердловин складають у середньому 0,1 л/с.

У зв'язку з невитриманим поширенням, слабкою водовіддачею, а місцями поганою якістю, горизонт придатний лише для водопостачання дрібних користувачів.

Регіональним водоупором у ґрунті водоносного горизонту льосових відкладень є товща червоно-бурих глин неоген-нижньочетвертичного віку, яка розмита лише в долинах річок та глибоко врізаних балках.

Серед неогенового віку виділяють водоносні горизонти степового (понтичного) та сарматського ярусів та полтавської світи.

Водоносний горизонт у відкладеннях степового (понтичного) ярусу пов'язаний з вапняками-черепашниками, ніздрюватими та оолітовими, часто кавернозними, що залягають на глибині 15 - 75 м. Піски, згодом

сильної глинистості, практично безводні. Товщина водоносних вапняків змінюється від 1 до 13 м. Води, що зустрічаються, безнапірні. Водонасиченість помірна, подекуди слабка. Дебіти свердловин складають 0,2 - 2,0 л/с при зниженні до 30 м. За хімічним складом це хлоридно-сульфатно-і сульфатно-хлоридно-натрієво-кальцієві води з мінералізацією 1,5 - 4,8 г/л. Розмір загальної жорсткості сягає 27 мг-екв. Завдяки наявності в цих районах досить водонасичених горизонтів у сарматських та давніших породах води понтичних відкладень використовуються рідко.

Сарматський водоносний горизонт, пов'язаний з водороздільним простором, відрізняється невеликим поширенням і відносно високим водонасиченням. Відсутній у річкових долинах, де відкладення сармату розмиті.

Водовмісні породи представлені дрібно- та середньозернистими, місцями крупнозернистими, промитими пісками, пісковиками та вапняками, які залягають на глибинах від 1 – 8 м на схилах річкових долин та балок до 40 – 70 м на високих ділянках. Потужність водоносного горизонту змінюється від 1 до 20 м.

Залежно від умов залягання зустрічаються напірні і безнапірні води, причому величина напору рідко перевищує 20 м. Водонасиченість сарматських відкладень змінна (дебіти свердловин змінюються від 0,1 до 2,0 л/с).

Хімічний склад підземних вод від сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієвих до хлоридно-сульфатно-натрієвих. Їхня мінералізація не перевищує 3 - 4 г/л.

Водоносний горизонт полтавської світи в межах території має обмежене поширення і у зв'язку з поганою водовіддачею товщі тонко- та дрібнозернистих пісків та практичного значення не має. Дебіт свердловини загалом вибирається у 1 - 2 л/с.

Водоносні горизонти пов'язані з харківським, київським та буцацьким горизонтами. На ділянках відсутності водоупорів (київських

мергелів і бучакських каолінових глин), що розділяють їх, ці горизонти гідравлічно пов'язані і утворюють єдиний водоносний горизонт.

Підземні води комплексу палеогенових відкладень пов'язані з тонко- та дрібнозернистими кварц-глауконітовими пісками харківського ярусу, у нижній частині товщі переходять у середньо- та крупнозернисті піски з гравієм, галькою та прошарками пісковика; кварцовими пісками київського ярусу та бучацькими тонко- та дрібнозернистими глинистими пісками з прошарками глин.

Загальна товщина водовмісних відкладень палеогену становить, як правило, 13 - 50 м, якість вод в основному задовільна, підземні води гідрокарбонатно-кальцієві та гідрокарбонатно-сульфатні з мінералізацією до 1,0 - 1,4 г/л.

Бучацькі водоносні піски залягають на кристалічних породах докембрію чи продуктах їх вивітрювання. У місцях поширення водонепроникних порід водоносний горизонт має тиск, величина якого не перевищує 40 м, іноді досягає 72 - 82 м. Дебіт свердловин змінюється від 0,01 до 15 л/с, найчастіше складає 1 - 2 л/с.

Завдяки неглибокому залягання, досить високій водонасиченості та гарній якості, підземні води палеогенових відкладень (переважно бучацького горизонту) використовуються для централізованого водопостачання.

Водоносний горизонт кори вивітрювання кристалічних порід представлений головним чином каолінованими різновидами. На ділянках, які покриті піщаними відкладеннями палеогенового, неогенового та четвертинного віку, підземні води знаходяться у тісному гідравлічному зв'язку з водами кори вивітрювання.

Товща кори вивітрювання та її водонасиченість змінюється відповідно від 0 до 50 м та від 0,1 до 3,0 л/с.

Водоносний горизонт кори вивітрювання здебільшого безнапірний, величина напору загалом 20 - 22 м. Зазвичай він гідравлічно пов'язаний з

тріщинно-жильними водами кристалічних порід, і тоді величина напору збільшується у деяких випадках до 30 - 32 м.

Глибина залягання водоносного горизонту не перевищує 20 - 30 м, але у окремих випадках може досягати 70 - 80 м і більше.

Води горизонту широко використовуються для сільського та міського водопостачання. Дебіт свердловин та колодязів змінюється в широких межах, здебільшого не перевищуючи 3 л/с.

Тріщинні води кристалічних порід не пов'язані з якимось окремим стратиграфічним комплексом, а утворюють загальний водоносний горизонт.

Глибина залягання тріщинних вод обумовлена рельєфом денної поверхні та гіпсометрією поверхні кристалічних порід. У долинах річок, де кристалічні породи перекриті невеликою товщею опадів або безпосередньо виходять на денну поверхню, водоносний горизонт залягає не глибоко: від 1 - 5 до 30 м. На вододілах і пониженнях глибина залягання кристалічного фундаменту збільшується і змінюється від 10 до 140 м і більше.

Тріщинно-жильні води слабо напірні, величина напору становить 25-40 м. Водонасиченість кристалічних порід, значною мірою, залежить від кліматичних та загальногеологічних умов.

Умови поповнення та розвантаження підземних вод території знаходяться у безпосередній залежності від фізико-географічних та геолого-структурних особливостей території.

Основним джерелом поповнення запасів підземних вод є атмосферні опади. Поповнення водоносних горизонтів палеогенових відкладень відбувається як за допомогою атмосферних опадів, так і шляхом поповнення їх знизу напірними тріщинно-жильними водами.

Відкладення неогенового віку залягають під малою товщею четвертинних піщано-суглинистих відкладень, тому часто є локальними областями поповнення сарматського водоносного горизонту. Регіональною областю стоку сарматського ярусу є долина річки Дніпро.

Поповнення запасів підземних вод четвертинних відкладень відбувається за рахунок атмосферних опадів та частково річкових паводкових вод, а їх розвантаження - у річки та нижче залягаючі горизонти.

Режим підземних вод визначається переважно ландшафтно-кліматичними умовами району, і є переважно природним. У межах водороздільних схилів та багатьох балок він характеризується динамічністю та величиною сезонних змін рівнів у межах від 0,1 до 0,6 м у степовій зоні, досягає у долинах річок 1,5 м.

У багаторічному розрізі переважають хвильові зміни рівнів підземних вод зони інтенсивного водообміну з періодом 2 – 5 років, пов'язані з кліматичними змінами. Води утрудненого водообміну також характеризуються багаторічними змінами рівнів, які часто не виявлені за короткий період порівняння.

1.1.4. Клімат.

Район розвідки знаходиться в зоні степів України. Клімат району помірно-континентальний зі спекотним літом, і взимку з нестійким сніговим покривом з частими відлигами із середньорічною температурою повітря $+8,5^{\circ}\text{C}$. Найтеплішим місяцем є липень із середньомісячною температурою $21,3^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішим – січень із середньомісячною температурою $-5,5^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум температури повітря -38°C , абсолютний максимум температури повітря $+40^{\circ}\text{C}$. Тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче 0°C – 100 днів. Заморозки ночами починаються з другої декади вересня та закінчуються у першій декаді травня.

Нормативна глибина сезонного промерзання, розрахована відповідно до БНіП 2.02.01-83 складає: для суглинків – 0,79 м, для супісків, пісків дрібних та пилуватих – 0,97 м, для пісків великих та середньої крупності –

1,04 м, для великоуламкових ґрунтів - 1,17 м.

Таблиця 1.1. Середньомісячна та річна температура повітря, С°

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік
-5,5	-4,1	+0,8	+9,4	+16,0	+19,6	+21,3	+20,6	+15,4	+8,4	+20,5	-2,1	+8,5

1.1.5. Інженерно-геологічні явища та процеси

Розвиток фізико-географічних явищ та інженерно-геологічних процесів у досліджуваному районі обумовлено геолого-літологічною будовою територій, кліматичними умовами регіону та структурними особливостями рельєфу.

Найбільш вираженими фізико-географічними явищами є розвиток ерозійних процесів, що сприяють формуванню глибоко розчленованих форм рельєфу (рис. 1.4). Формування яружно-балкової системи відбувається під дією процесів змиву та руслової ерозії. Сприятливі умови для останньої створюються переважно короткочасними опадами зливого характеру, а відносно глибоке положення базису ерозії пов'язане з інтенсивним розмивом ґрунтів і глибоким урізом ерозійних форм.

Відносно посушливий клімат степової зони та часті суховії сприяють руйнуванню родючого шару, що завдає удару сільськогосподарським угіддям.

Серед інших найбільш виражені зсувні процеси, ерозійна діяльність річок та переробка берегових зон. Зсуви та обвали мас ґрунтів пов'язані з

яружними структурами та з наявністю в підшві ґрунтової товщі льосоподібних суглинків або пліоцен-нижньочетвертинних глин. Розвитку цих процесів сприяє також глибокий, до 10 – 15 м, уріз яружної системи.



Рисунок 1.4 – Сучасна геодинамічна обстановка у Дніпропетровській області

Ерозійна діяльність малих річок найчастіше визначається паводковим режимом їх поповнення. Так, зафіксований підйом рівня води в р. Мокра Сура в період паводку досягав 7 м, що сприяло різкому збільшенню в цей період витрати річки та швидкості потоку, що супроводжуються інтенсивним змивом на затоплених ділянках та розмивом берегових схилів.

Переробка берегових зон р. Дніпро, значною мірою, зумовлене спорудженням у його нижній течії Дніпровського водосховища. Процеси ерозійного руйнування берегової зони пов'язані у даному випадку із формуванням профілю берегового схилу внаслідок хвильової діяльності вод у водосховищі.

Особливо слід зупинитися на таких інженерно-геологічних процесах, як осідання ґрунтової товщі, представленої льосоподібними суглинками (рис. 1.5). Потужність льосів змінюється від 1–2 до 25–30 м, причому вона більша на плоскорівнинних і менша — на підвищених елементах рельєфу. Льоси, як правило, підстилаються переважно пісками, карбонатними породами та глинами. Вони характеризуються високою пористістю (45–50%), карбонатністю (10–15%), подекуди мають у своєму складі гіпс та легкорозчинні солі. Наявність широкого розрізу (до 10 - 20 м) цих порід призводить до формування в межах слабодренуючих ділянок, особливих, знижених форм рельєфу - «подів», з пониженнями в них від декількох до десяти - двадцяти сантиметрів, які в окремих випадках можуть бути локальними областями стоку.



Рисунок 1.5 – Несприятливі інженерно-геологічні процеси на території м. Дніпра

Розвиток просадних ґрунтів слід враховувати при проектуванні ділянок зрошення та зведенні різноманітних будівель та споруд, особливу увагу звертає на можливість замочування ґрунтів у основі фундаменту (рис. 1.6). Льосові породи відносяться до ґрунтів специфічного складу та стану, які при підвищенні вологості та підтопленні територій поверхневими чи підземними водами різко ущільнюються, провокуючи значне просідання ґрунтів в основі фундаментів інженерних споруд, що може призвести до їх деформації або повного руйнування



Рисунок 1.6 – Схема розміщення льосових ґрунтів в Україні за типом просадності (за Чорним Г.І.)

На основі візуальних досліджень ґрунтів у товщі четвертинних відкладень встановлено, що суглинки та глини часто перевідкладені, характеризуються сірими, темно-сірими кольорами, суглинки льосоподібні легкі палево-жовтого та жовтого відтінку, макропористі, слабо зв'язані. Суглинки льосоподібні середні – жовтого, буро-жовтого, коричневого

відтінків, щільність їх збільшена, макропористість зменшена (рис. 1.7). Характерним для цих суглинків є карбонатність, наявність залізо-марганцевих включень та гіпсу.



С. Старі Кодаки,
відслонення льосових
суглинків



Тонельна балка,
льосові суглинки



Вул. Яснополянська,
льосові суглинки

Рисунок 1.7 – Різновиди льосових порід м.Дніпра та його околиць

1.2. Фізико-географічні та інженерно-геологічні умови об'єкта досліджень

1.2.1. Загальні відомості про об'єкт досліджень

Досліджуваний житловий комплекс "Славний" адміністративно розташований у Соборному районі м.Дніпра, по вул. Сімферопольській, 11, у кварталі вулиць Сімферопольської, Селянського узвозу, Обручова та пр. Дмитра Яворницького (рис. 1.8).

Робочий проект виконано у 2001 р. проектною фірмою «Майстерня Весніна». Інженерно-геологічні дослідження для проекту будівництва комплексу виконані приватним підприємством "ГЕОЗОНД" у 1999 році.

Інженерно-геологічна вивченість району досить висока. У період із 1965 р. по теперішній час у зазначеному кварталі вулиць та безпосередньо

на вивченому майданчику "ДніпроДПНТР" проводилися інженерно-геологічні дослідження для проектування об'єктів цивільного будівництва.



Рисунок 1.8 – Адміністративне розташування досліджуваного об'єкту у Соборному районі м.Дніпра

Відповідно до проекту розміщено дві житлові точкові секції з висотою 11 та 15 поверхів (рис. 1.9), розмірами в осях 24,67 x 20,18 та 26,42 x 24,69 м відповідно, з вбудованими приміщеннями офісів та вбудовано-прибудованим дворівневим паркінгом на 80 автомобілів. З трьох сторін житлового комплексу на відстані 5,0-15,0 м від зовнішніх стін прокладено підземні водонесучі комунікації (водопровід, каналізація, зливово-каналізація) діаметром 100...400 мм.

Житловий комплекс введено в експлуатацію у 2004 році з підключенням до всіх інженерних комунікацій та автономного опалення. Клас відповідальності будівлі – II, коефіцієнт надійності за призначенням – 0,95.

За позначку 0.00 прийнято рівень підлоги поверху, що відповідає абсолютній позначці 100.90 у Балтійській системі. Житлові секції мають пальові фундаменти, величину несучої здатності паль та їх заглиблення

прийнято за результатами випробувань, виконаних «Укрспецбудпроект» у 2001 році.

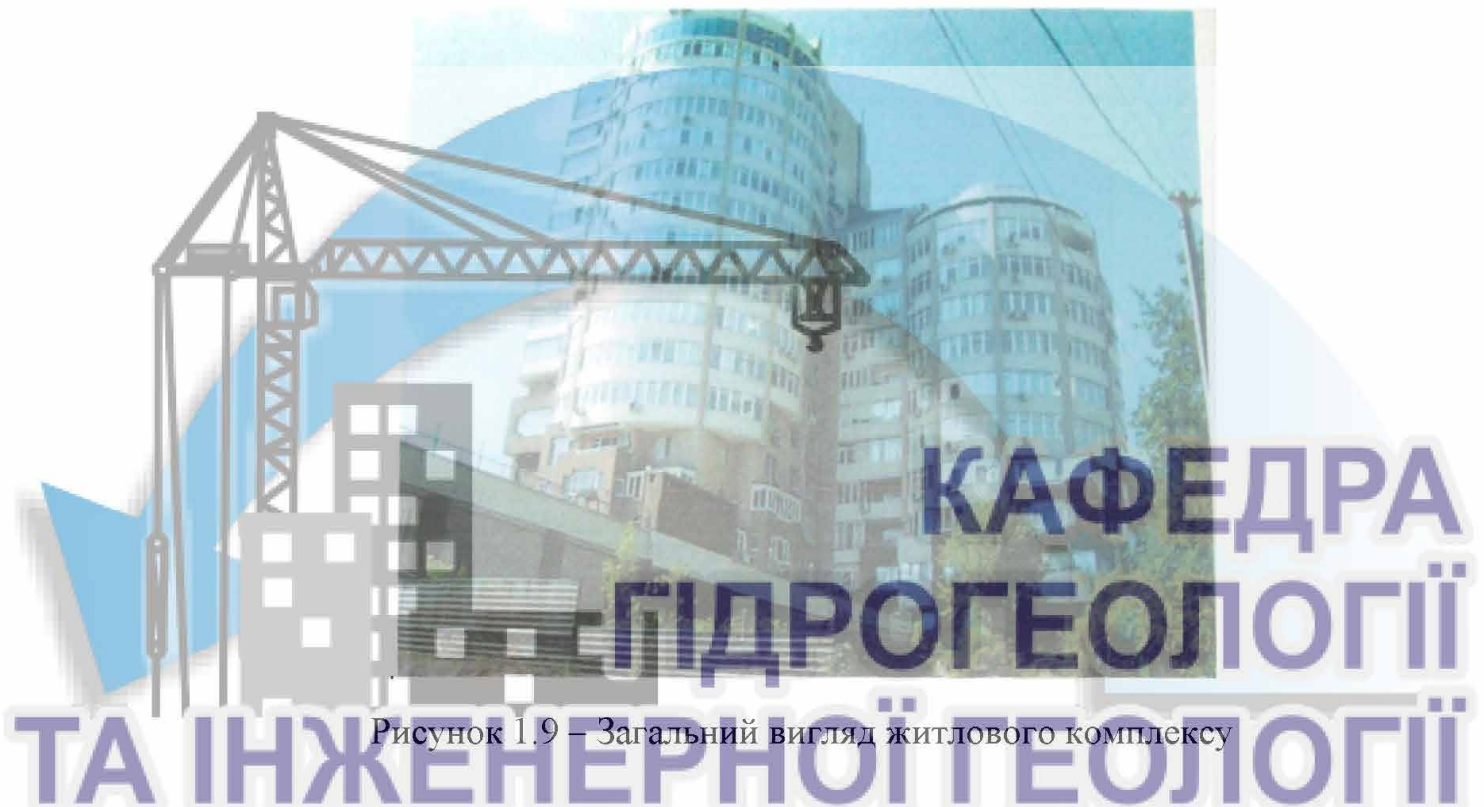


Рисунок 1.9 – Загальний вигляд житлового комплексу

Випробовувалися буронабивні палі діаметром 500 мм із розширеною до 1400 мм п'ятою. Абсолютна позначка низу розширення 72,10 – 73,10. Несучим шаром обрані ґрунти ІГЕ 8. Випробування палей з локальним замочуванням ґрунту показали, що розрахункове навантаження на палю, що допускається, становить 156 т, а сила негативного тертя, отримана при випробуванні палей навантаженням висмикування, становить 49 т. Розрахункове навантаження на палю, прийнята в проекті 156 т.

1.2.2. Геологічна будова

У геотектонічному відношенні ділянка досліджень розташована в межах крайової частини Українського кристалічного щита, що відноситься до нагірного неотектонічного блоку.

Геологічний масив складений магматичними скельними породами архей - протерозою, їх корою вивітрювання та осадовими відкладами

четвертинного віку. Скельні породи дислоковані, ускладнені дрібними тектонічними порушеннями, переважно субмеридіального простягання. Складають фундамент усіх молодших відкладень.

Геологічний розріз обумовлений тектонікою, геоморфологічним відношенням і до глибини 43.00 м представлений комплексом верхньо-середньо-нижньо-четвертинних відкладень еолово-делювіального, елювіально-делювіального, алювіального генезиса та скельними породами. З поверхні покривні відкладення повсюдно перекриті насипними ґрунтами, ґрунтово-рослинні ґрунти залягають локально. Опис геолого-літологічних шарів наведено нижче (рис. 1.10).

Техногенні сучасні відкладення шару 1 (*IV*) - насипні ґрунти-асфальт, щебене підсипання, суміш супісків і суглинків темно-сірих, жовтуватого-сірих, твердих і пластичних, тугопластичних, з включенням щебеню, різного будівельного сміття від 5 до 15%. Потужність насипних ґрунтів у районі комплексу є 0.6 м – 7.4 м (свд.№4).

ґрунтово – рослинні ґрунти шару 2 (*e IV*) – супіски чорні, тверді, з включенням коренів рослин, при дослідженнях зустрінуті під час проходження свд. №1 потужністю 0.9 м.

Верхньочетвертинні відкладення льосового комплексу представлені двома горизонтами: бузьким та прилуцьким.

Під насипними і ґрунтово-рослинними ґрунтами залягають льосові відкладення бузького горизонту, представлені перешаровуванням супісків і суглинків (шари 3–5).

Шар 3 (*vdIIIbp*) - супіски льосові, бурого-жовті, жовті, тверді, в зоні замочування - пластичні, з включенням карбонатів. Потужність дуже невтримана й у межах майданчика змінюється від нуля до 5.4 м.

Шар 4 (*edIIIbp*) - суглинки льосові світло-жовті, бурого-жовті, жовто-бурі, тверді, в зоні замочування напівтверді, туго- і м'якопластичні, з включенням карбонатів, з точковими включеннями гідрооксидів марганця. Потужність суглинків у межах майданчика витримана та змінюється від 3.2 до 3.4 м.

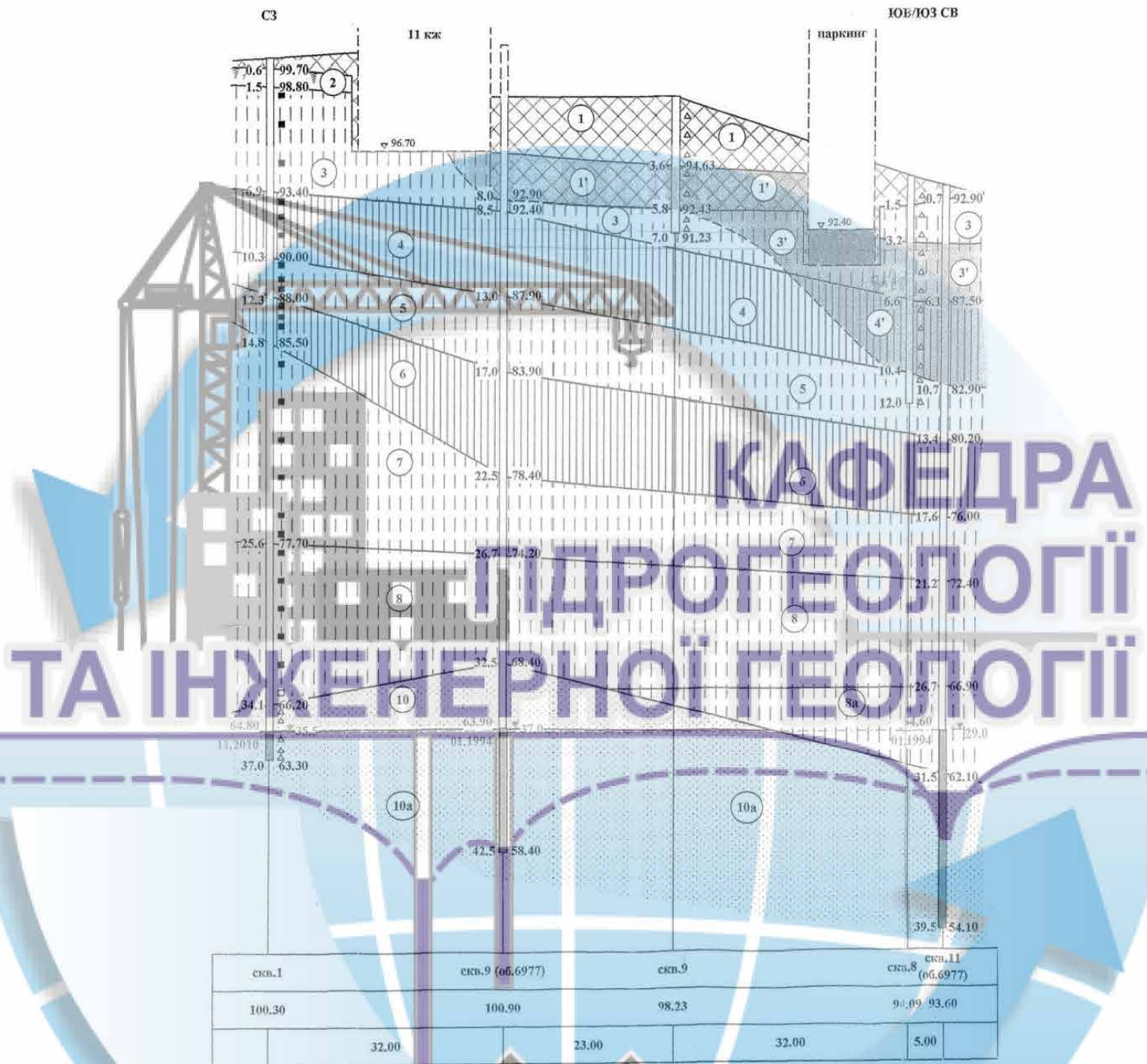


Рисунок 1.10 – Інженерно-геологічний розріз ділянки досліджень (масштаби: вертикальний 1:200; горизонтальний 1:500)

Шар 5 (*vdIIIbq*) - супіски льосові сірувато-жовті, жовті, тверді, в зоні замочування пластичні та плинні, з включенням карбонатів, з гніздами піску. Потужність шару змінюється від 2.0 до 5.2 м.

Під відкладеннями бузького горизонту залягають суглинки льосові, прилуцького горизонту **шар 6** (*edIIIpl*) жовтувато-бурі, тверді, в зоні

замочування – напівтверді, туго- та м'якопластичні, з включенням дрібних жовен карбонатів. Потужність суглинків у межах 2.1-2.5 м.

Середньочетвертинні відкладення представлені двома шарами льосових супісків дніпровського горизонту.

Шар 7 (*vdII dn*) - супіски льосові палево-жовті, тверді, в зоні замочування пластичні, з ниткоподібними включеннями карбонатів і точками оксидів марганцю. Потужність у межах майданчика 4.1 –10.8 м.

Шар 8 (*vd II dn*) - супіски льосові жовті, сірувато-жовті, тверді, в зоні замочування - пластичні, з ниткоподібними включеннями карбонатів, з гніздами та прошарками дрібних пісків.

Потужність дуже невитримана навіть у межах майданчика та становить 5.4–12.4 м.

Суглинки льосові дніпровського горизонту **шар 9** (*edII dn*) за своїми показниками дуже близькі до супісків шару 8, мають локальне поширення і лінзовидне залягання, на досліджуваному майданчику не розкриті.

Нижньочетвертинні відкладення на досліджуваному майданчику представлені алювіальними кварцовими пісками (**шар 10**) жовтими, сірувато-жовтими, дрібними, маловологими вище рівня підземних вод і насиченими водою нижче рівня підземних вод. Розкрита потужність у межах досліджуваного майданчика 2.9–7.1 м.

Архей – протерозойські скельні породи **шар 11** (*AR-PR*) – граніти мікроклінові, сірі, сірувато–рожеві, рожеві, середньозернисті, полосчасті, дуже сильно і сильнотріщинуваті, слабовивітрілі, середньої міцності, нерозм'якшувані. Покрівля скельних порід нерівна, із зануренням у північно-західному напрямку. У межах житлового комплексу, що досліджується, розкрито при дослідженнях 1994 р, на глибині 41.0 м. Максимально розкрита потужність скельних порід 2.0 м [**Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**].

1.2.3. Гідрогеологічні умови

Ділянка досліджень відноситься до правобережної частини м. Дніпра, що належить до ділянки розвитку тріщинних вод Українського

кристалічного щита. Ця область характеризується розвитком підземних вод переважно в тріщинуватих кристалічних породах і корі їх вивітрювання і, меншою мірою, осадових відкладеннях.

Зважаючи на відсутність між різновіковими відкладеннями витриманого водостійкого шару, підземний водний потік розглядається як єдиний водоносний комплекс, за характером безнапірний і має єдиний рівень і режим.

На досліджуваному майданчику підземні води станом на листопад 2021 року залягають на глибині 31.4–32.0 м (абс.відм. 64.40–65.50 м) від денної поверхні. Віднесені до нижньочетвертинних алювіальних піщаних відкладень (шар 10) і тріщинуватій зоні кристалічних порід (шар 11).

Грунти неоднорідні за фільтраційними показниками, коефіцієнти фільтрації отримані лабораторними методами і в результаті дослідно-фільтраційних робіт на суміжних майданчиках такі: для супісків шару 3 – 0.8 м/добу, для суглинків шару 4 – 0.1 м/добу, для супісків шару 0,3 м/добу, для суглинків шару 6 – 0.1 м/добу, для супісків шарів 7,8 – 0.4 м/добу, пісків шару 10 – 2.0 м/добу.

Регіональним водоупором є нетріщинуваті різниці скельних порід, що залягають на глибинах близько 60-80 м від денної поверхні. Максимально розкрита потужність водоносного комплексу в межах досліджуваного майданчика 10.1 м.

Водоносний комплекс поповнює свої запаси за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, витоків з водонесучих комунікацій, припливу з боку вище забудованих територій. Розвантаження здійснюється у річку Дніпро (НПГ = 51.40м).

Вода – прозора, безбарвна, без запаху, за вмістом сульфатів ($SO_4 = 18.0–195.9$ мг/л; $HCO_3 = 2.0–9.2$ мг–екв/л) неагресивна до бетонів марок W_4 , W_6 , W_8 за водонепроникністю.

За вмістом хлоридів ($Cl = 27.6–142.0$ мг/л) неагресивна до арматури залізобетонних конструкцій при постійному зануренні та періодичному змочуванні.

За водневим показником ($\text{pH} = 7.3\text{--}7.6$), сума сульфатів і хлоридів середньоагресивна до металевих конструкцій при вільному доступі кисню. Тривалий та аварійний витік із підземних водонесучих комунікацій сприяли утворенню техногенного водоносного горизонту, що має локальне поширення.

Техногенний горизонт має тимчасовий характер, зафіксований при бурінні свердловини №2 на глибині 5.1 м (абс.відм. 92.40 м) від існуючої денної поверхні.

Хімічний склад води, відібраної зі свердловини №2, свідчить про те, що це водопровідна вода із забрудненням, у воді присутні аніони $\text{CO}_2\text{-з}$ у кількості 30 мг/л, водневий показник становив 10.73 (сильно лужне середовище) [Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.].

1.2.4. Геоморфологія, рельєф

У геоморфологічному відношенні досліджуваний майданчик відноситься до правобережного терасованого схилу долини річки Дніпро, що протікає приблизно в 1 км на південний схід.

Природний рельєф змінено у процесі будівництва комплексу. Загальний ухил поверхні у південно-східному напрямку у бік річки. Абсолютні позначки денної поверхні змінюються від 94.00 до 102.00 м (у Балтійській системі висот).

У ході раніше виконаних досліджень було встановлено, що в контурі житлового комплексу простежувалися вершини двох ярів (див. графічні додатки), які засипалися в 30-ті роки минулого століття будівельним і побутовим сміттям потужністю 4.5-8.0 м, в ярах робилося захоронення у війну (1918-1920р.р.). На ділянці комплексу також знаходилися підвали, вигрібні ями, туалети приватного сектора, якими був зайнятий майданчик до будівництва.

З несприятливих фізико-геологічних процесів і явищ слід відзначити наявність у геологічному розрізі товщі льосових ґрунтів, здатних при

замочуванні виявляти просадні властивості (які більш детально розглянуті у попередніх розділах), а також інженерна діяльність людини, результатом якої є значні постійні та аварійні витoki води з підземних водонесучих комунікацій [Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.].

1.2.5. Інженерно-геологічна та геотехнічна характеристика ґрунтів

Відповідно до звіту про інженерно – геологічні дослідження, виконаному ПП «Геозонд» у 1999 р., у геологічному відношенні майданчик будівництва характеризується товщею ґрунтів льосового комплексу, що має потужність 26 – 27 м. Поширення специфічних просадних ґрунтів простежується до глибини 32,0 м. Розмір просадної товщі 21,1 – 24,7 м, сумарна величина просідання при природному тиску по ІГЕ – 3–7 становить 64,3 см. Ґрунтові умови майданчика відносяться до другого типу просідання.

Досліджувана товща ґрунтів за номенклатурною ознакою та властивостями розділена на 19 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ), у межах яких товща є статистично однорідною за складом та властивостями. Нумерація ІГЕ відповідає нумерації 12-ти виділених шарів.

Через наявність зони замочування насипні ґрунти шару 1 та льосові ґрунти шарів 3–7 розділені кожен на два інженерно–геологічні елементи: ґрунти твердої консистенції, що залягають поза зоною замочування (ІГЕ– 1,3–7) та ґрунти напівтвердої, тугопластичної, м'якопластичної, текучепластичної, пластичної та текучої консистенції (ІГЕ-1', 3',4',5',6', 7'), що знаходяться в замоченій зоні.

Супіски льосові шару 8 розділені на три інженерно-геологічні елементи: ІГЕ-8 - ґрунти твердої консистенції, що залягають поза зоною замочування, ІГЕ-8а - ґрунти пластичної консистенції, що залягають в зоні капілярного зволоження рівня підземних вод (при даних дослідженнях не були зустрінуті) та ІГЕ-8', що залягають у зоні замочування.

На два інженерно-геологічні елементи розділені піски шару 10: ІГЕ-10 піски маловологі, що залягають вище за рівень підземних вод і ІГЕ-10а - піски насичені водою.

Нижче описано найбільш характерні особливості фізико-механічних властивостей виділених інженерно-геологічних елементів. Насипні ґрунти (ІГЕ-1) супіщаний заповнювач характеризується вологістю 0.05-0.16 д.од. твердою консистенцією, у зоні замочування (ІГЕ-1') вологість збільшується до 0.18-0.21 д.од. консистенція пластична у супіщаних різниці і тугопластична у суглинних.

Супіски льосові (ІГЕ-3) поза зоною замочування мають вологість 0.05-0.18 д.од. (нормативне значення 0.11 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність ґрунту 1.57-1.60 г/см³ (нормативне значення 1.59 г/см³), щільність сухого ґрунту 1.43-1.44 г/см³ (нормативне значення 1.43 г/см³). По коефіцієнту пористості 0.85 – високопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 11.0 МПа; за умови їх водонасичення – 3.5 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні у 3.27 рази (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 25°, питоме зчеплення 22.0 кПа; при повному водонасиченні – кут внутрішнього тертя 24°, питоме зчеплення 7.0 кПа. Супіски льосові здатні до просідання при водонасиченні тільки при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 100 кПа.

Супіски льосові (ІГЕ-3') (ґрунти в замоченій зоні) характеризуються вологістю 0.18-0.23 д.од. (нормативне значення 0.20 д.од.), пластичною консистенцією (показник плинності 0.28), щільністю ґрунту - 1.87-1.89 г/см³ (нормативне значення 1.88 г/см³), щільністю сухого ґрунту 1.53-1.60 г/см³. По коефіцієнту пористості 0.70 – низькопористі.

Модуль загальної деформації ґрунтів дорівнює 3.5 МПа. Характеристики міцності: кут внутрішнього тертя 24°, питоме зчеплення 7.0 кПа.

Суглинки лесові (ПЕ-4) поза зоною замочування мають вологість 0.13–0.15 д.од. (нормативне значення 0.14 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність ґрунту - 1.63-1.72 г/см³ (нормативне значення 1.69 г/см³), щільність сухого ґрунту - 1.43-1.51 г/см³ (нормативно 1.48 г/см³). По коефіцієнту пористості 0.80 – високопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 14.0 МПа; за умови їх водонасичення – 4.0 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні у 3.77 рази (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 28°, питоме зчеплення 29,0 кПа; при повному водонасиченні ґрунту - кут внутрішнього тертя 26°, питоме зчеплення 11.0 кПа.

Суглинки льосові здатні до просідання при водонасиченні, як при природних навантаженнях, так і при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 90 кПа.

Суглинки льосові (ПЕ-4') (у замоченій зоні). Вологість змінюється від 0.16 до 0.25 д.од. (нормативне значення 0.19 д.од.), консистенція тугопластична (показник плинності 0.32) (в окремих інтервалах напівтверда, м'якопластична), щільність ґрунту 1.80-1.87 г/см³ (нормативне значення 1.84г/см³), щільність сухого ґрунту (нормативне значення 1.54г/см³). По коефіцієнту пористості 0.73 – низькопористі.

Модуль загальної деформації ґрунтів дорівнює 4.0 МПа. Характеристики міцності фунта - кут внутрішнього тертя 26°, питоме зчеплення 11.0кПа.

Супіски льосові (ПЕ-5) поза зоною замочування мають вологість 0.09-0.14 д.од. (нормативне значення 0.12 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність фунта - 1.69 -1.71 г/см³ (нормативне значення 1.70г/см³), щільність сухого ґрунту 1.54 -1.57г/см³. За коефіцієнтом пористості 0.75 - низькопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 20.0 МПа; за умови їх водонасичення – 6.5 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні в 3.22 рази (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 26° , питоме зчеплення 39.0 кПа; за повного водонасичення фунта - кут внутрішнього тертя 26° , питоме зчеплення 9.0 кПа.

Супіски льосові здатні до просідання при водонасиченні, як при природних навантаженнях, так і при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 140 кПа.

Супіски льосові (ПЕ-5') (у замоченій зоні). Вологість змінюється від 0.16 до 0.24 д.од (нормативне значення 0.19 д.од.), консистенція пластична (показник плинності 0.61), щільність ґрунту $1.82-1.90 \text{ г/см}^3$ (нормативне значення 1.86 г/см^3), щільність сухого ґрунту $1.53-1.55 \text{ г/см}^3$. По коефіцієнту пористості 0.76 – низькопористі.

Модуль загальної деформації дорівнює 6.5 МПа. Характеристики міцності - кут внутрішнього тертя 26° , питоме зчеплення 9.0 кПа.

Суглинки льосові (ПЕ-6) поза зоною замочування мають вологість 0.14-0.15 д.од. (нормативне значення 0.14 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність ґрунту $1.73-1.76 \text{ г/см}^3$ (нормативне значення 1.75 г/см^3), щільність сухого ґрунту $1.52-1.54 \text{ г/см}^3$. По коефіцієнту пористості 0.75 – низькопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 12.0 МПа; за умови їх водонасичення – 7.5 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні в 1.68 разів (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 28° , питоме зчеплення 32.0 кПа; при повному водонасиченні ґрунту - кут внутрішнього тертя 24° , питоме зчеплення 14.0 кПа.

Суглинки льосові здатні до просідання при водонасиченні, як при природних навантаженнях, так і при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 180 кПа.

Суглинки льосові (ІГЕ-6') (у зоні замочування). Вологість змінюється від 0.19 до 0.22 д.од. (нормативне значення 0.20 д.од.), консистенція тугопластична (показник плинності 0.49) (в окремих інтервалах напівтверда, м'якопластична), щільність ґрунту 1.85-1.88 г/см³ (нормативне значення 1.87г/см³), щільність сухого ґрунту (нормативне значення 1.55г/см³).

Модуль загальної деформації для ґрунтів дорівнює 7.5 МПа. Характеристики міцності - кут внутрішнього тертя 24°, питоме зчеплення 14.0 кПа.

Супіски льосові (ІГЕ-7) поза зоною замочування мають вологість 0.12-0.16 д.од. (нормативне значення 0.14 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність фунта - 1.75 -1.81 г/см³ (нормативне значення 1.79 г/см³), щільність сухого фунта 1.54-1.61 г/см³. По коефіцієнту пористості 0.69 – низькопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 26.0 МПа при навантаженнях 0.1-0.2 МПа, зростаючи до 35.0 МПа при навантаженні 0.5-0.6 МПа; за умови їхнього водонасичення - 9.0 МПа при навантаженні 0.1-0.2 МПа і зростає до 13.0 МПа при навантаженнях 0.5-0.6 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні у 2.60-2.81 рази (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 28°, питоме зчеплення 26.0 кПа; при повному водонасиченні ґрунту - кут внутрішнього тертя 27°, питоме зчеплення 6.0кПа.

Супіски льосові здатні до просідання при водонасиченні, як при природних навантаженнях, так і при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 200 кПа.

Супіски льосові (ІГЕ-7') (у замоченій зоні). Вологість змінюється від 0.17 до 0.25 д.од. (нормативне значення 0.20 д.од.), консистенція пластична (показник плинності 0.48), щільність ґрунту 1.84-1.93 г/см³ (нормативне значення 1.88 г/см³), щільність сухого ґрунту 1.54-1.57 г/см³. По коефіцієнту пористості 0.71 – низькопористі.

Модуль загальної деформації дорівнює 13.0 МПа. Характеристики міцності: кут внутрішнього тертя 27°, питоме зчеплення 6.0 кПа.

Супіски льосові (ІГЕ-8) поза зоною замочування мають вологість 0.11-0.17 д.од. (нормативне значення 0.14 д.од.), тверду консистенцію (показник плинності <0), щільність ґрунту - 1.80 -1.92 г/см³ (нормативне значення 1.86 г/см³), щільність сухого ґрунту 1.59-1.68 г/см³. По коефіцієнту пористості 0.64 – низькопористі.

Модуль загальної деформації для ґрунтів природної вологості дорівнює 22.0 МПа при навантаженнях 0.1-0.2 МПа, зростаючи до 40.0 МПа при навантаженні 0.5-0.6 МПа; за умови їхнього водонасичення - 14.0 МПа при навантаженні 0.1-0.2 МПа і зростає до 24.0 МПа при навантаженнях 0.5-0.6 МПа. Зниження значення модуля загальної деформації при водонасиченні в 1.48-1.75 рази (коефіцієнт мінливості стисливості). Характеристики міцності в природному стані: кут внутрішнього тертя 28°, питоме зчеплення 26.0 кПа; при повному водонасиченні ґрунту – кут внутрішнього тертя 27°, питоме зчеплення 8.0 кПа.

Супіски льосові здатні до просідання при водонасиченні як при природних навантаженнях, так і при додатковому тиску. Нормативне значення початкового тиску – 510 кПа.

Супіски льосові (ІГЕ-8") (у замоченій зоні). Вологість змінюється від 0.17 до 0.20 д.од. (нормативне значення 0.18 д.од.), консистенція пластична (показник плинності 0.30), щільність ґрунту 1.91-1.96 г/см³ (нормативне значення 1.93 г/см³), щільність сухого ґрунту 1.63-1.66 г/см³. По коефіцієнту пористості 0.63 – низькопористі.

Модуль загальної деформації дорівнює 24.0 МПа. Характеристики міцності: кут внутрішнього тертя 27° , питоме зчеплення 8.0 кПа.

Піски кварцові (ІГЕ-10) дрібні, неоднорідні, щільні, маловологі. Природна вологість складає 0.05-0.11 д.од. (нормативне значення 0.10 д.од.). Щільність ґрунту 1.85 г/см^3 , щільність сухого ґрунту 1.69 г/см^3 . У гранулометричному складі переважає піщана фракція розміром 0.10-0.25 мм вмістом 14.00-67.49 % (нормативне значення 54.58 %). Нормативне значення модуля загальної деформації пісків дорівнює 35.0 МПа, кута внутрішнього тертя 35° , питомого зчеплення 3.5 кПа.

Піски кварцові (ІГЕ-10а) дрібні, однорідні, щільні, насичені водою. Природна вологість складає 0.18 д.од. Щільність ґрунту 2.00 г/см^3 , щільність сухого ґрунту 1.69 г/см^3 .

У гранулометричному складі переважає піщана фракція розміром 0.10-0.25 мм вмістом 58.03-71.20% (нормативне значення 66.20%). Нормативне значення модуля загальної деформації пісків дорівнює 36.0 МПа, кута внутрішнього тертя 35° , питомого зчеплення 3.5 кПа.

Як видно з наведеного опису, ґрунти, що складають геологічний розріз досліджуваної площадки, сильно відрізняються за своїми геотехнічними характеристиками [13, 14, 31, 32].

2. АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

Чинники, що визначають обводнення територій, дуже різноманітні. Їх можна розділити на дві основні групи: природні та штучні.

Вплив обводнення на гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови територій позначається по-різному, залежно від їх природних особливостей та характеру використання. На ділянках із плоским рельєфом воно часто призводить до підтоплення та навіть заболочування промислових майданчиків, територій міст та інших населених пунктів (рис. 2.1); на косогірних ділянках із крутими схилами — до утворення зсувів.



Рисунок 2.1 – Розповсюдження процесів підтоплення на території України

Термін «підтоплення» є умовним. Наявність чи відсутність його визначається як станом рівня підземних вод, а й характером їх

використання. У межах однієї й тієї ж території окремі її ділянки з однаковою глибиною залягання рівня підземних вод можуть вважатися підтоплюваними чи ні залежно від глибини закладення підземних споруд і комунікацій.

Надалі під територіями, що підтоплюються, будемо розуміти такі ділянки, на яких рівень підземних вод розташовується (постійно, або тимчасово) вище за основи підземних споруд і комунікацій.

Підтоплюваними можуть виявитися не тільки території, зайняті промисловими та міськими спорудами, але також і ділянки парків та садів у тому випадку, якщо рівень підземних вод на таких ділянках знаходиться вище, ніж це допустимо для нормального розвитку відповідних зелених насаджень.

При заляганні підземних вод поблизу денної поверхні, а особливо при їх виході, можливе утворення боліт, яке не завжди пов'язане з підземними водами і залежить головним чином від умов їх живлення.

Підземні споруди промислових підприємств, міст та селищ зазвичай розташовуються на різних глибинах, і тому деякі з них можуть опинитися в зоні постійного, а інші – тимчасового впливу підземних вод.

Особливо великих розмірів підтоплення може досягати під впливом штучних факторів - при підпорі підземних вод гідротехнічними спорудами, а також внаслідок посиленого поповнення водоносного горизонту атмосферними водами при недотриманні необхідних умов поверхневого стоку та при витіканні води з водопровідно-каналізаційних споруд та водостоків.

Величину підтоплення, одержуваного внаслідок підпору підземних вод гідротехнічними спорудами, можна заздалегідь визначити розрахунком і, отже, вчасно вжити заходів захисту від підтоплення. Інша справа, коли причиною підтоплення є недоврахування природних коливань рівня підземних вод (внаслідок невивченого їх режиму) або неправильного ведення будівельних робіт та експлуатації комплексу комунікацій, що

призводять до різкого погіршення гідрогеологічної ситуації.

Підземні води, обводняючи вже забудований майданчик, часто призводять до перезволоження ґрунтів основи споруд, а отже, і до погіршення їхньої стійкості. При цьому у разі їхньої агресивності термін служби споруд значно скорочується.

Підтоплення заглиблених підвалів, тунелів та інших споруд порушує їхню нормальну експлуатацію. Експлуатація їх також суттєво погіршується і у разі, коли ці споруди знаходяться у зоні капілярного зволоження.

На косогірних ділянках з крутими схилами обводнення складових ґрунтів (або навіть тільки перезволоження ґрунтів) часто призводить до виникнення або посилення зсувних деформацій.

2.1. Природні фактори підтоплення

Несприятливі гідрогеологічні умови промислових майданчиків та міських територій, що зумовлюють природне їх обводнення та підтоплення, в основному визначаються особливостями геологічної будови та кліматом району, рельєфом місцевості та ступенем розвитку в районі гідрографічної мережі.

Геологічна будова. Геологічна будова району та літологічний склад порід суттєво впливають на умови залягання підземних вод та становище їх рівня.

Близьке залягання до денної поверхні водотривких і слабководопроникних порід або водонепроникних лінз сприяє утворенню верховодки (у тому числі підвішених вод) або ґрунтових вод (тобто першого від поверхні водоносного горизонту). У формуванні цих вод, що найчастіше викликають підтоплення промислових майданчиків та міських територій, особливе значення має інфільтрація зливових та талих вод.

Якщо ж територія складена слабопроникними породами (наприклад,

суглинками), що мають невелику потужність, а під ними залягає водоносний шар, то при заглибленні підземних споруд у ці породи можлива дія на них капілярних вод.

Підтоплення за рахунок капілярного зволоження на практиці будівництва зустрічається досить часто.

Підтоплення територій та обводнення зсувних схилів може бути також викликане і безнапірними ґрунтовими водами, що притікають з розташованих вище ділянок.

Кліматичні фактори

Кліматичні чинники тут визначають хід сезонних та річних коливань рівня підземних вод, а отже, тривалість та інтенсивність періодичного підтоплення заглиблених споруд.

Залежно від режиму ґрунтових вод, підтоплення територій може повторюватися один або кілька разів на рік і навіть один раз на кілька років, а його інтенсивність залежатиме від величини амплітуди коливань рівня ґрунтових вод.

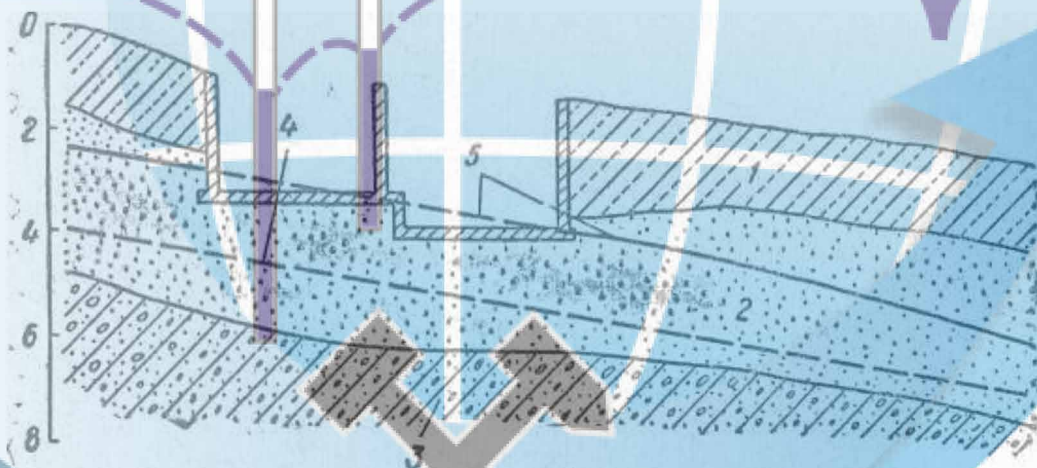


Рисунок 2.2 – Підтоплення підвалів житлового будинку при сезонному підвищенні рівня підземних вод (1 - суглинки; 2 - піски дрібнозернисті; 3 - морена; 4 - зимовий рівень підземних вод; 5 - весняний рівень підземних вод)

Рельєф. Не менш істотну роль у підтопленні територій відіграє їхній рельєф.

Характер рельєфу визначає умови стоку зливових і талих вод у районі майданчика, а отже, певною мірою впливає і на інфільтрацію останніх у ґрунт.

При достатньому ухилі та відсутності місцевих знижень створюються сприятливі умови для поверхневого стоку. Навпаки, при слабких ухилах та наявності западин та понижень значна частина цих вод затримується та просочується у ґрунт.

Закінчуючи опис природних факторів підтоплення, слід підкреслити, що схема захисту міських територій та промислових майданчиків від підземних вод в основному визначається характером і положенням «осередку підтоплення» («осередку обводнення») по відношенню до об'єкта, що захищається.

Такими «осередками» можуть бути:

а) зливі та талі води, що фільтруються в ґрунт у межах території, — «живлення зверху»; при цьому розрізняють утворення цих вод як за рахунок атмосферних опадів, що випадають безпосередньо на територію, що обводняється, так і за рахунок випадають поза цією територією, але в межах водозбірної площі, яка тяжіє до неї;

б) напірні та безнапірні підземні води в період сезонних та річних підвищень їх рівня, а також капілярні води — «живлення знизу».

2.2 Техногенні фактори підтоплення

Природні гідрогеологічні умови освоюваної будівництвом або експлуатованої території можуть бути порушені в результаті будівельної та господарської діяльності людини. Іноді зручні для будівництва та експлуатації території із відносно глибоким заляганням підземних вод у результаті цієї діяльності підтоплюються.

Таке штучне підтоплення міст та промислових підприємств найчастіше відбувається на територіях, складених слабопроникними ґрунтами, наприклад, льосами, суглинками, супісками та глинистими пісками.

Штучне підтоплення певною мірою послаблюється при густій гідрографічній мережі. Але все ж таки наявність поблизу майданчиків глибоких долин з крутими схилами ще не є гарантією проти підтоплення в тих випадках, коли території складені слабопроникними ґрунтами і схильні до інтенсивного штучного обводнення.

Штучне підтоплення території може виникнути у таких випадках:

а) при погіршенні природних умов стоку зливових та талих вод та недотриманні вимог нормальної експлуатації тимчасових водних комунікацій у процесі будівництва («обводнення територій під час будівництва»);

б) при погіршенні природних умов стоку зливових та талих вод, а також при порушенні нормальних умов роботи водних комунікацій та водозбірників на територіях діючих промислових підприємств та міст («обводнення територій під час експлуатації»).

2.3 Обводнення територій під час будівництва

У процесі будівництва порушення стоку зливових і талих вод відбувається внаслідок зняття рослинного покриву, безладного устрою різного роду котлованів, виїмок без належного їх огороження, насипів, несвоєчасного здійснення вертикального планування та водостічної мережі, внаслідок прокладання тимчасових під'їзних шляхів без водовипусків та водовідвідних каналів, неправильного розташування будівель - довгими сторонами нормально до напрямку ухилу місцевості.

Перелічені порушення стоку зливових і талих вод призводять до накопичення та застоюванню їх на території в штучно створених

пониженнях (котлованах, виїмках та ямах) та перед перешкодами (насипами, під'їзними шляхами, будинками). Води, що затримуються таким чином, особливо за відсутності рослинного покриву, інтенсивно інфільтруються в ґрунт і викликають поступове підвищення рівня підземних вод.

Цьому також сприяють витoki води з тимчасових водопроводів. У місцях водорозбору часто можна спостерігати скупчення води через відсутність або незадовільну роботу лотків, що відводять воду за межі території.

2.4 Методи запобігання підтопленню техногенно навантажених територій та боротьба з ним

Високе положення рівня підземних вод є надзвичайно несприятливим чинником як нового міського та промислового будівництва, так нормальної життєдіяльності вже існуючих міст і промислових підприємств.

Запобігання або усунення шкідливого впливу підземних вод, зумовленого високим положенням їхнього рівня, зазвичай потребує тих чи інших заходів захисту. Необхідність у їх проведенні виникає також при боротьбі зі зсувами.

Для захисту територій та споруд від підтоплення підземними водами, а також для локалізації шкідливої дії цих вод на умови забудови та експлуатації промислових та міських територій застосовують як запобіжні заходи підтоплення, так і заходи боротьби з ним.

Характер запобіжних заходів, а також заходів, безпосередньо спрямованих на боротьбу з підземними водами, дуже різноманітний. Він визначається, з одного боку, гідрогеологічними особливостями цієї території, з другого — характером забудови і типом підземних споруд.

Вибір заходів залежить також і від ступеня освоєності даної

території, тобто від того, проводять ці заходи в початковий період будівництва або під час повного розвитку на ній основних будівельних робіт, або в період експлуатації.

У загальному вигляді заходи запобігання підтопленню міських територій та промислових майданчиків можуть бути зведені до наступного:

- до належної організації стоку поверхневих вод; до штучного підвищення планувальних позначок території;
- до влаштування захисної гідроізоляції або профілактичних пристінних та пластових дренажів на основі підвалів та інших підземних споруд;
- до ретельного влаштування водопровідно-каналізаційних споруд та правильної їх експлуатації;
- до влаштування профілактичних вентиляційних каналів на основі підземних споруд.

З наведеного переліку видно, що до заходів попередження підтоплення входять спільні заходи щодо інженерної підготовки міських територій та промислових майданчиків; спеціальні водозахисні чи дренажні заходи; організаційно-технічні заходи, пов'язані з правильною експлуатацією водного та відвального господарства.

Так як влаштування дренажів на вже освоєних територіях пов'язане з витратою великих коштів (а в ряді випадків взагалі неможливо), то питанням дренажування в загальному комплексі робіт з інженерної підготовки нових територій слід приділяти належну увагу.

Заходи боротьби з підтопленням міських та промислових територій полягають у наступному:

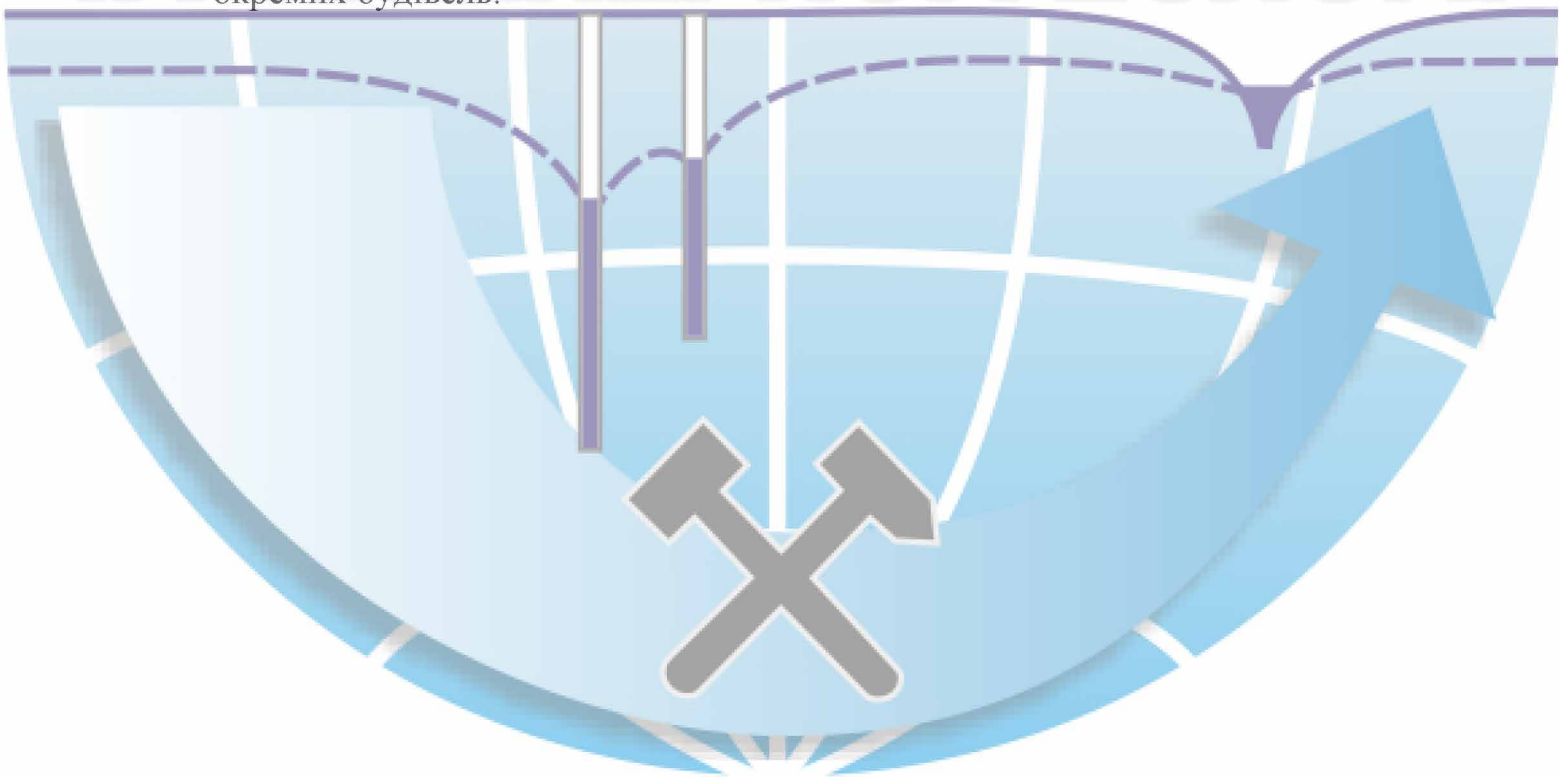
- усунення витоків із водопровідно-каналізаційних споруд чи несправностей у роботі дренажної мережі;
- у влаштуванні гідроізоляції у підземних спорудах; у здійсненні різноманітних підземних дренажів. Боротьба з обводнення зсувних схилів

в основному зводиться до влаштування підземних дренажів.

Крім того, в окремих випадках тут можуть знайти відоме застосування та різні способи спеціального дренажу ґрунтів.

Заходи щодо загального захисту забудованих територій від підтоплення здійснюються у тих випадках, коли в їх межах розташовується велика кількість будівель та споруд та всі вони, а також сама територія потребують захисту від підтоплення. Для цих цілей використовуються однолінійні, дволінійні та майданні системи дренажів горизонтального, вертикального або комбінованого типів. При осередковому характері підтоплення потребують захисту, як правило, окремі будівлі та споруди. Це досягається застосуванням локальних дренажів - контурних (кільцевих), лінійних, променевих, пластових, пристінних і т. п. Локальні дренажі застосовуються також у тих випадках, коли заходи щодо загального захисту території не забезпечують необхідних знижень в основі окремих будівель.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



3 КЛАСИФІКАЦІЯ ДРЕНАЖІВ ТА ЇХ КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Слово «дренаж» походить від англійської дієслова «відводити», що досить добре відповідає самій суті роботи дренажних пристроїв, які виконують функцію відведення (осушення) підземних вод із водонасиченої товщі по новостворених штучних підземних шляхах.

Для цього у водоносному пласті прокладаються «канали-осушувачі», або «дрени», що безпосередньо відбирають (осушують) воду з ґрунту і підводять її до різноманітних провідних (транспортуючих) пристроїв, що служать для швидкого виведення дренажних вод у природні (річки, озера, яри, моря тощо) або штучні (канали, ставки, водосховища, приймальні резервуари тощо) водоприймачі.

Таким чином, підземні дренажі являють собою особливі підземні споруди, що дозволяють здійснювати штучне зниження рівня підземних вод (осушення водоносного пласта) на ділянках з підвищеним його положенням протягом тривалого часу (десятки років). У ряді випадків той же ефект може бути досягнутий перехопленням підземних вод підземним дренажем, прокладеним по верхній або нижній (по потоку) межі території, що дронується.

Підземні дренажі призначені для покращення загальносанітарних, агротехнічних та будівельних умов на промислових майданчиках та міських територіях, що характеризуються несприятливим (підвищеним) рівнем підземних вод, або для захисту від підтоплення підземних споруд і комунікацій, розташованих на цих територіях.

Основна вимога, що висувається до підземних дренажів при промисловому та міському будівництві, полягає в тому, щоб знижений в результаті їх дії рівень підземних вод розташовувався не вище за певну глибину від поверхні землі, тобто, інакше кажучи, щоб була витримана так звана норма осушення.

Основними видами підземних споруд та комунікацій у містах та на промислових підприємствах, що потребують захисту від підтоплення підземними водами за допомогою підземного дренажу, є фундаменти та підвали будівель, тунелі та підземні галереї, теплофікаційні канали тощо.

Для забезпечення захисту зазначених споруд від підтоплення необхідно, щоб знижений рівень підземних вод розташовувався нижче за їхні основи не менше ніж на 0,5 м.

Враховуючи реальні глибини залягання підземних споруд, середнє значення норми осушення для міст із багатоповисловою забудовою та великих промислових підприємств практично можна приймати рівним 3—3,5 м.

3.1 Класифікація підземних дренажів

В основі класифікації підземних дренажів можуть бути такі основні ознаки:

- а) призначення чи характер використання дренажних пристроїв;
- б) їх конструктивні особливості;
- в) розташування дренажів у плані;
- г) ступінь їхньої гідродинамічної недосконалості.

Призначення підземних дренажів. Усі підземні дренажі за своїм цільовим призначенням можуть бути поділені на такі групи:

- промисловий та міський дренажі призначені для тривалого зниження рівня підземних вод на територіях існуючих або новозбудованих промислових підприємств, міст та інших населених пунктів, для запобігання або боротьби з підтопленням ними підземних споруд та комунікацій, садово-паркових насаджень або поліпшення будівельних властивостей обводнених ґрунтів, що залягають в основі споруд;

- будівельний дренаж (найчастіше це будівельне водозниження) здійснюють для тимчасового (на період будівництва) зниження рівня

підземних вод на окремих ділянках будівництва;

- протизсувний дренаж призначений або для осушення зсувних масивів, або для зниження рівня підземних вод в зсувних схилах для підвищення їх стійкості і запобігання зсувних деформацій;

Конструктивні особливості підземних дренажів. Залежно від конструктивних особливостей дренажних пристроїв, призначених для захоплення (каптаж) дренажних вод, можна виділити такі типи підземних дренажів, що застосовуються і в промисловому і в міському будівництві: горизонтальні, вертикальні, комбіновані та спеціального типу.

Розташування підземних дренажів у плані. Залежно від схем розташування дренажних пристроїв у плані по відношенню до території, що захищається, і до джерел надходження до них дренажних вод можна виділити такі системи підземних дренажів, що застосовуються в промисловому та міському будівництві: однолінійна (головна або берегова дрена), дволінійна (часто комбінована для головної і берегової дрена), кільцева (контурна), площинна (систематичний дренаж), змішана (поряд із пристроєм штучних дренажів використовуються також і природні дрени).

Гідродинамічна недосконалість підземних дренажів. За ступенем гідродинамічної недосконалості (тобто за характером розкриття водоносного пласта, що дронується) розрізняють дренажі досконалого і недосконалого типу.

Горизонтальні дренажі досконалого типу повністю розкривають водоносні пласти та своєю основою доходять до водоупору; горизонтальні недосконалого типу розкривають цей пласт лише частково і не доходять своєю основою до водоупору.

Вертикальні дренажі можуть бути як досконалими (тобто повністю прорізати водоносний пласт і доходити своїм вибоєм до водоупору), так і недосконалими (тобто прорізати цей пласт лише частково).

У комбінованих дренажах горизонтальні елементи зазвичай працюють як недосконалі дрени, а вертикальні як досконалі.

3.2 Конструкції підземних дренажів та їх основні елементи

Будь-яка дренажна споруда конструктивно складається з двох основних елементів - водоприймального та водовідвідного. Перший з них забезпечує прийом води з водоносного пласта, другий - відведення води, що надійшла за межі осушуваної території. Відведення води може бути самопливним або примусовим залежно від конкретної ситуації.

За характером просторового розташування водоприймального та водовідвідного конструктивних елементів дренажів останні поділяються на горизонтальні, вертикальні та променеві.

3.2.1 Горизонтальні дренажі

Горизонтальні дренажі можуть бути розбиті на відкриті дрени-канави та лотки; закриті дрени; трубчасті дрени; галерейні дрени; пристінні дрени; пластові дрени; дрени, поєднані з водостоками.

Відкриті канави є найпростішим типом дренажу і рідко застосовуються в умовах промислової та міської забудови, оскільки створюють ряд істотних незручностей (втрату корисних площ, необхідність улаштування великої кількості переходів, щорічні витрати на очищення тощо). Пристрій відкритих канав може бути допущений головним чином у приміських зонах, на ділянках з одноповерховою забудовою (без підвалів), при невеликій глибині канав (до 1,5 м, рідше більше) та за сприятливих ґрунтових умов (щодо стійкості укосів канав від обпливання).

Відкриті канави в цьому випадку одночасно служать і для організованого відведення поверхневих вод з території, що дрениється. Мінімальна ширина канав по дну зазвичай приймається від 0,2 до 0,4 м закладення укосів - в залежності від їх глибини і характеру ґрунтів, що розкриваються.

Дно і укоси канав, щоб уникнути розмиву і обвалення, зазвичай

зміцнюються поодиноким мощенням або бетонними плитами на піщано-гравійній підготовці.



Рисунок 3.1 – Реальні приклади горизонтального дренажу у вигляді

каналів

Лотки застосовні тих самих умов і цілей, як і канали, але глибина може бути збільшена до 2—3 м.

Ширина лотків призначається конструктивно, з умов виконання робіт (зазвичай 0,8—1 м).

У практиці застосовують лотки пальового та рамного типів, рамні конструкції із збірного залізобетону, рідше конструкції з кам'яної чи цегляної кладки.

Закриті дрени являють собою траншеї, заповнені фільтруючим матеріалом (хмизом, жердинами, фашинами або кам'яним начерком з піщано-гравійним зворотним фільтром). Застосування такого роду пристроїв в умовах міста або промислового майданчика дуже обмежене, оскільки вони малонадійні в експлуатації (швидко виходять з ладу, засмічуються та перестають працювати).

Трубчасті дрени в конструктивному відношенні відрізняються від закритих дрен тільки тим, що внизу траншеї, також заповненої матеріалом, що фільтрує, для вільного стоку дренажних вод укладаються труби. Тут призначення фільтруючого заповнення обмежується відбором води з водоносного пласта, що дренується, тоді як в закритих дренах (з суцільним заповненням без труб) воно служить також і для пропуску води. Це розподіл функцій між окремими елементами трубчастого дренажу становить величезний його плюс, так як дозволяє надавати йому малі ухили, забезпечує безперервний стік води, попереджає засмічення відповідального елемента дренажу - його стічної частини і надзвичайно полегшує огляд і прочищення труб. Завдяки цим перевагам трубчастим дренам можна надавати значної довжини (рис. 3.2).

У міському та промисловому будівництві цей тип дренажу знаходить найбільш широке застосування. Термін служби трубчастих дрен часто сягає багатьох десятиліть.

Форму та розміри траншей для трубчастого дренажу визначають головним чином з урахуванням умов виконання робіт, пов'язаних з їх прориванням, та конструктивних особливостей дренажу. Діаметри труб підбирають на підставі гідравлічного розрахунку; при цьому виходять із експлуатаційних умов (забезпечення їх прочистки). Діаметр труб менше 150 мм зазвичай не призначається.

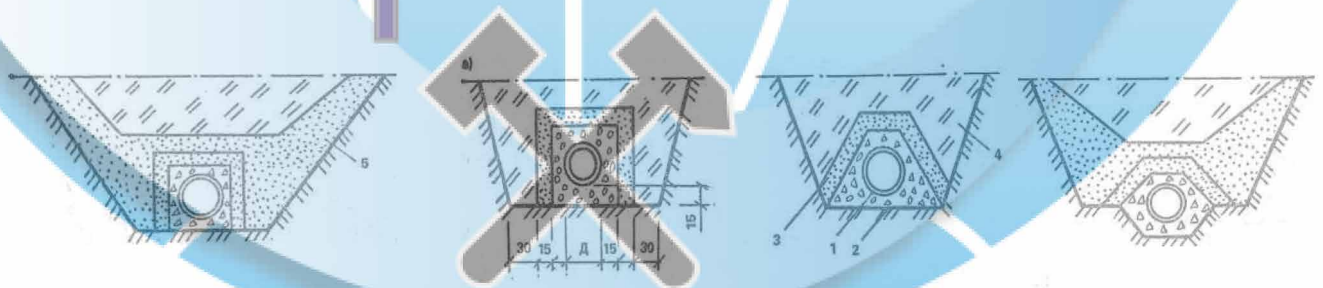
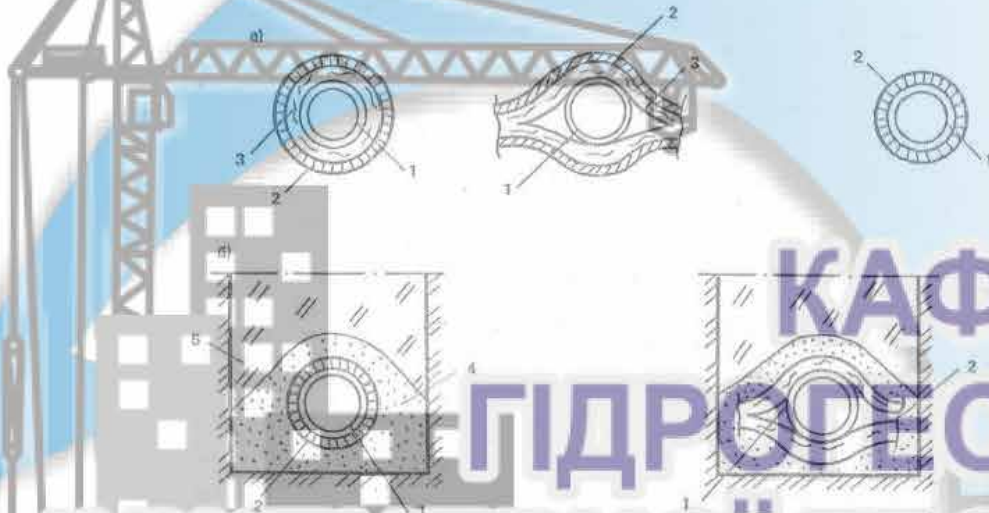


Рисунок 3.2 – Конструктивні схеми горизонтальних трубчастих дренажів, що укладаються в траншею (а - з двошаровим обсіпанням; б - з тришаровим обсіпанням, 1 - дренажна труба; 2 - щєбінь або гравій; 3 - крупнозернистий пісок, 4 - зворотне засипання траншеї місцевим ґрунтом)

Горизонтальний дренаж виконують у вигляді трубчастих або галерейних дрен, каналів та лотків. Трубчасті дрени є поєднанням дренажних труб з одним або декількома шарами фільтруючого обсіпання з піску і гравію, що влаштовуються щоб уникнути замулювання труб частинками осушуваного ґрунту (рис. 3.3-3.4).



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Рисунок 3.3 – Конструкції трубчастого горизонтального дренажу з фільтруючими обгортками з волокнистих матеріалів (а — варіанти поєднання волокнистих матеріалів з дренажною трубою; б — конструктивні схеми дрен; в — зворотня засипка)



Рисунок 3.4 – Приклади улаштування трубчастого горизонтального дренажу

Характерна особливість горизонтального дренажу - це його гідродинамічна недосконалість, яка зумовлює деформацію потоку у вертикальному перерізі при вході в його дренаж.

3.2.2 Вертикальні дренажі

Вертикальний дренаж являє собою ряд або групу вертикальних свердловин, призначених для відбору підземних вод і зниження їх рівня, і застосовується в тих випадках, коли будівництво горизонтального дренажу є економічно недоцільним, або є скрутним або навіть неможливим внаслідок високої щільності забудови території, що підтоплюється, і насиченості її інженерними комунікаціями.

В окремих випадках необхідне зниження рівнів ґрунтових вод може бути забезпечене пристроєм одиночної свердловини.

За геолого-гідрогеологічними умовами вертикальний дренаж доцільно застосовувати:

- в обводнених ґрунтах досить високої проникності (з коефіцієнтом фільтрації понад 5 м/добу), потужності обводнених порід, що перевищує кілька метрів, та глибині залягання водотриву понад 8-10 м;
- при двошаровій будові обводненої товщі порід, коли верхній шар складений слабопроникними глинистими породами потужністю кілька метрів, а нижній - добре проникними породами.

Застосування вертикального дренажу може бути доцільним і за необхідності зниження рівня ґрунтових вод у межах окремих їх куполів, що сформувалися в товщі слабопроникаючих порід (з коефіцієнтом фільтрації порядку 1 м/добу) великої потужності (у кілька десятків метрів).

Основними конструктивними елементами водознижувальної свердловини вертикального дренажу є: стовбур, зазвичай закріплений обсадними трубами; фільтр із надфільтровою трубою; водопідйомне обладнання.

Обсадні труби виконують функції кріплення стінок свердловини, забезпечуючи їх стійкість як у період проходження свердловини, так і в період її експлуатації. У більшості випадків після влаштування дренажної свердловини та обладнання її фільтровою колонкою та фільтром обсадні труби витягуються повністю або частково.

Конструкцію з пристроєм піщано-гравійної засипки в просторі між стінкою свердловини і фільтровою колоною на всю довжину доцільно застосовувати в дренажних свердловинах порівняно невеликої глибини, а також в умовах преміювання шаруватої товщі порід.

Вертикальні поглинаючі дренажні свердловини влаштовуються в тих випадках, коли немає небезпеки забруднення підземних вод, нижчезалягаючого водоносного горизонту поглинаючого.

Вертикальні дренажі дають можливість здійснювати водовідбір із глибших шарів, ніж горизонтальні дренажі, та сильно знижувати рівень підземних вод.

3.2.3 Променеві дренажі

Універсальна властивість променевого дренажу полягає в тому, що захист будівель або ділянки від підтоплення може бути здійснений на території забудови високої щільності. Променевий дренаж ефективний у складних гідрогеологічних умовах, де використання іншого методу неможливо. Проведення дренажу та його експлуатація здійснюється без порушення цілісності споруд, зелених насаджень, доріжок та комунікацій.

Для конструкції променевого дренажу створюють колодязь глибиною до 25 метрів, діаметром до 4 метрів (рис. 3.5-3.6). Криниця споруджується опускним способом, з якого на потрібній глибині знаходяться дренажні свердловини. Довжина свердловини залежить від типу застосування цього виду дренажу. На промислових територіях довжина променя дренажу може становити кілька десятків метрів та

діаметра до 0,168 метра. Процес роботи променевого дренажу здійснюється таким чином, що вода самопливом із свердловин надходить до водозбірника колодязя. З криниці вода відкачується до пункту збору за допомогою насоса, що працює в автоматичному режимі.



Рисунок 3.5 – Сутність методу променевої дренажної системи

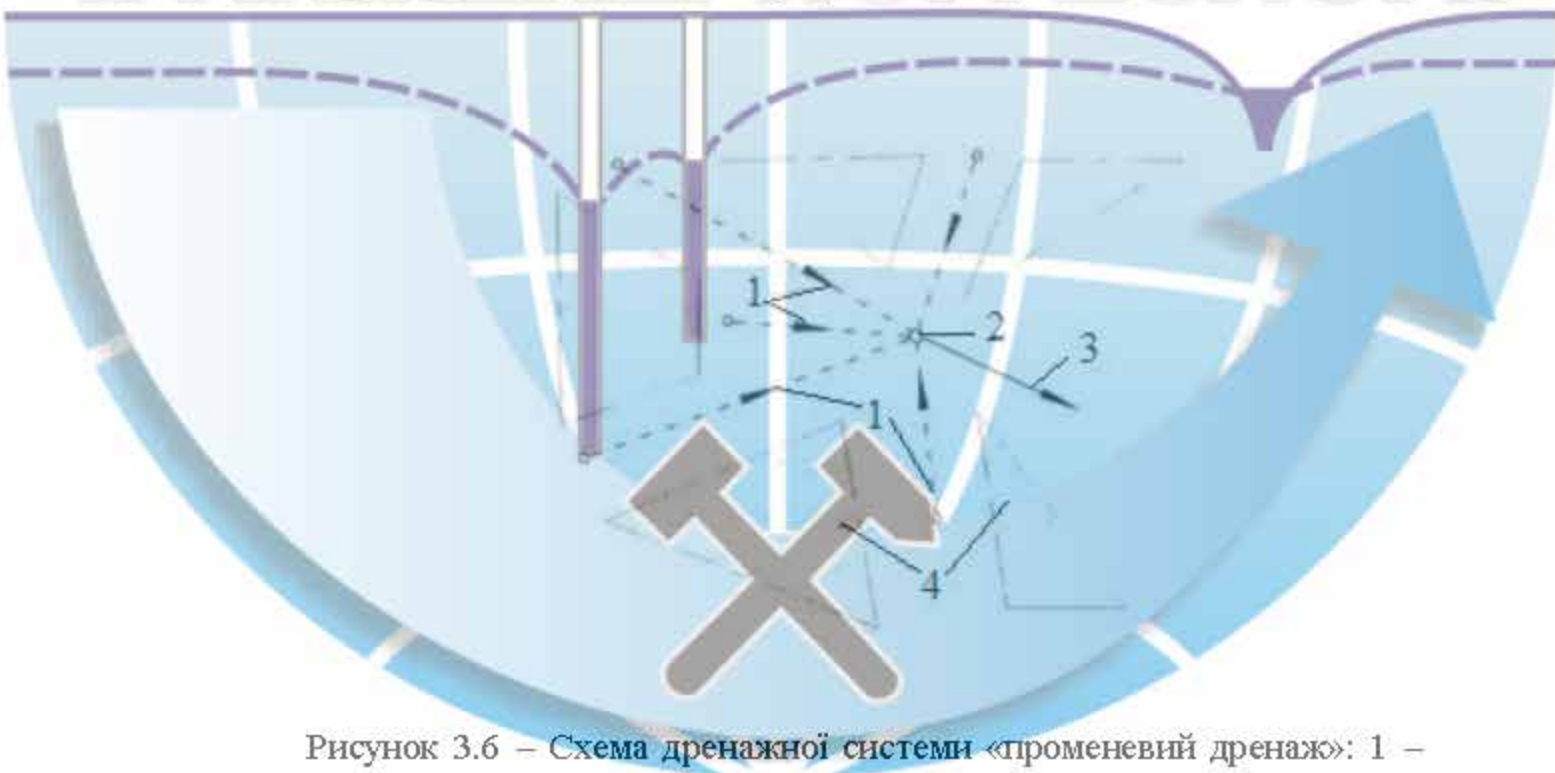


Рисунок 3.6 – Схема дренажної системи «променевий дренаж»: 1 – дрени-промені, 2 – центральний колодязь, 3 – відводячий колектор, 4 – зайняті території

Для влаштування дренажу необхідний майданчик, мінімальні параметри якого 10x15 метрів. Після завершення роботи на поверхні залишають люк. Ефективність і довговічність конструкції забезпечується за рахунок підземного розташування свердловин, спеціальними технологіями та фільтрами, що виготовляються з полімерних матеріалів, що мають високу міцність. Фільтр забезпечує початкову структуру ґрунту, що дронується, проникність профільної зони, також оберігає від суфозії, корозії і кольматації. Це важлива властивість, яку не мають традиційні методи водозабору. За конструкцією фільтри є поліетиленовою перфорованою трубою з покриттям, яка виконує захисну і фільтруючу функцію.



Рисунок 3.7 – Приклад використання променевого дренажу у парку

Площа осушення становить 8-20 га при використанні одного комплексу променевого дренажу. Мінімальний термін експлуатації для шахтного колодязя становить 50 років, свердловин не менше ніж 25 років.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР КОНСТРУКЦІЙ ДРЕНАЖНОГО ЗАХИСТУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ

4.1 Загальні положення

Дренажні системи на підтоплених територіях повинні забезпечити необхідне зниження рівнів ґрунтових вод, що визначається заглибленням підвальних приміщень, тунелів, комунікацій та інших підземних споруд, а при захисті значних площ територій — нормою осушення.

При захисті від підземних вод заглиблених споруд знижений рівень ґрунтових вод повинен перебувати нижче за основи цих споруд не менше ніж на висоту капілярного підняття води в ґрунтах, що осушуються. Планове розташування дренажу того чи іншого типу залежить від того, чи забудована територія, що захищається, або тільки передбачається до будівельного освоєння.

У першому випадку (тобто на забудованих територіях) розміщення дренажних споруд визначається взаємним розташуванням будівель, споруд, комунікацій. Дренажна система трасується по ділянцям, вільними від забудови, хоча таке розташування її з точки зору гідродинамічних умов роботи може виявитися далеко не найкращим. У другому випадку (тобто на територіях, що підлягають забудові) розміщення дренажу обґрунтовується гідрогеологічними та техніко-економічними розрахунками.

Тип застосовуваного дренажу - горизонтальний, вертикальний чи комбінований - залежить головним чином від літологічної будови ґрунтів, що дреноються, а на забудованих площах і від ступеня щільності і характеру забудови. Перевагу завжди слід віддавати горизонтальному дренажу як найбільш зручному та економічному під час експлуатації.

Гідрогеологічні розрахунки включають визначення припливу води, положення знижених рівнів, часу досягнення необхідних понижень на

території, що дронується, в тому числі в самих дренах, а іноді - міждрінних відстаней. У багатьох випадках міждрінні відстані обираються з технічних можливостей прокладання дрен, тоді виникає завдання про величину необхідного зниження у них, тобто заглиблення дрен.

Для підтоплених територій найбільш характерна двошарова будова водоносних пластів, нижній шар яких має більшу проникність, ніж верхній. Вільна поверхня ґрунтових вод зазвичай розташовується в межах верхнього шару, потужність якого зазвичай досить велика (до 10—15 м і більше).

У практиці проектування та будівництва доводиться мати справу з досконалими та недосконалими дренажами. Як правило, дренажі вертикального типу є досконалими, серед горизонтальних дренажів переважають недосконалі. Досконалі горизонтальні дренажі влаштовуються в одношарових або близьких до них водоносних пластах малої потужності при заляганні водотриву на глибині не більше 8-10 м.

При гідрогеологічних розрахунках дренажних систем враховуються будова водоносних горизонтів та характер їх границь, умови природного та техногенного (додаткового) живлення та дронування підземних вод, а також ступінь гідродинамічної недосконалості дренажних споруд. Особливу увагу необхідно приділяти додатковому інфільтраційному живленню ґрунтових вод.

4.2 Гідрогеологічні основи розрахунку горизонтального дренажу

Горизонтальний дренаж у переважній більшості випадків є самопливним, у дренах у процесі їх експлуатації підтримується постійний рівень води, тому розрахункові залежності повинні задовольняти цю умову. Вертикальний дренаж може працювати як у режимі постійного рівня води у свердловинах, так і при постійному припливі. Режим роботи свердловин визначається проникністю ґрунтів. У добрепроникних пластах

водознижувальні свердловини найчастіше в початкові проміжки часу працюють при режимі постійного припливу, що визначається продуктивністю насосного обладнання. У слабопроникних ґрунтах і при самовиливі свердловини працюють у режимі постійного рівня води. Горизонтальні дренажі за розташуванням у плані поділяються на систематичні, однолінійні, дволінійні, контурні (кільцеві). При спорудженні дренажу, на забудованих територіях, дрени розташовуватимуться поблизу будівель, споруд та комунікацій. Тому для забезпечення стійкості основ при проходженні дренажних траншей і коливаннях рівнів ґрунтових вод, дрени повинні бути прокладені від стін (фундаментів) на відстані, що перевищує мінімальну.

4.3 Обґрунтування дренажного захисту Соборного району

м. Дніпра на прикладі інженерного об'єкту

Обраний для обґрунтування житловий комплекс (ж/к), знаходиться на правобережному терасованому схилі долини річки Дніпро. Він складається з двох житлових секцій (одинадцяти та п'ятнадцятиповерхової) та паркінгу. Основа до глибини 43,0 м представлена комплексом льосових супісків, що перешаровуються, і суглинків, які підстилаються пісковиками і скельними породами. Потужність ґрунтів, що просядаються, перевищує 31 м. Підземні води представлені безнапірним водоносним горизонтом, що залягає на глибині 31,4 – 32,0 м. У насипних ґрунтах на глибині 5,1 м зазначено наявність техногенного горизонту.

Внаслідок побутових та аварійних витоків із водонесучих комунікацій було порушено вологий режим зони аерації. Внаслідок цього відбулася різка зміна показників фізичних властивостей ґрунтів, деформованості та міцності.

У загальному вигляді товща порід представлена інженерно-геологічними елементами (ІГЕ) 9 типів, включаючи зони поширення техногенного зволоження (рис. 4.1).

Техногенне зволоження льосових ґрунтів доцільно поділити на три фази. На рис. 4.1 представлено кінцеве положення фаз замочування ґрунту, які пов'язані з періодом інтенсивних витоків у період, що передував заміні водонесучих комунікацій.

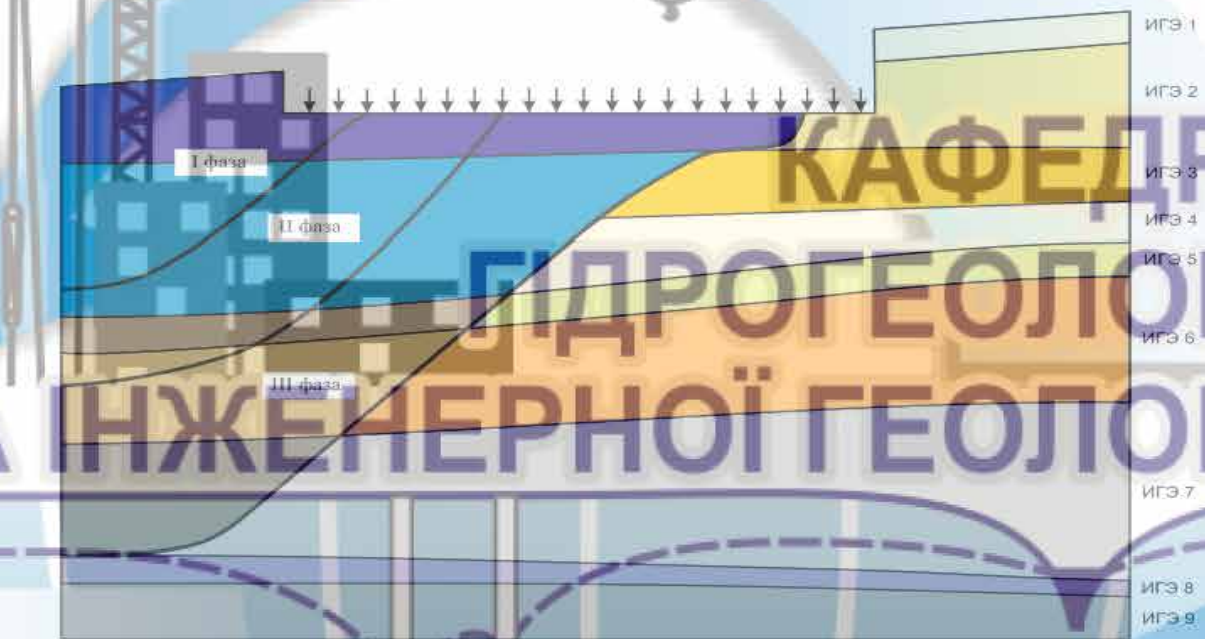


Рисунок 4.1 – Геологічний розріз у кінцево-елементній реалізації з фазами техногенного зволоження (I – III – фази зволоження льосових порід): 1 – насипні ґрунти, 2 – 7 – верхньочетвертинні відкладення льосового комплексу, 8, 9 – нижньочетвертинні алювіальні кварцові піски

Стійкість ґрунтового масиву оцінювалася за характером розвитку зон пластичного деформування.

Аналіз напружено-деформованого стану породного масиву в зсувнебезпечному напрямку показав, що обводнені ґрунти в основі льосової товщі частково перебувають у стані пластичної течії (шари 4 – 7). Розвиток зсувних деформацій найбільше характерний в межах зони

основного зволоження, а також межі її фронту. Розвиток розривних порушень по краю контуру будівель відповідає формуванню тріщин відриву. Зазначається активізація осадки будівель при одночасному фронтальному та субвертикальному техногенному зволоженні льосових ґрунтів (рис. 4.2).

Зміцнення водонасичених ґрунтів, яке відбулося після заміни водонесучих комунікацій, суттєво покращило загальну ситуацію, проте в межах осадок, що вже сформувалися, зсувні деформації зберігаються.

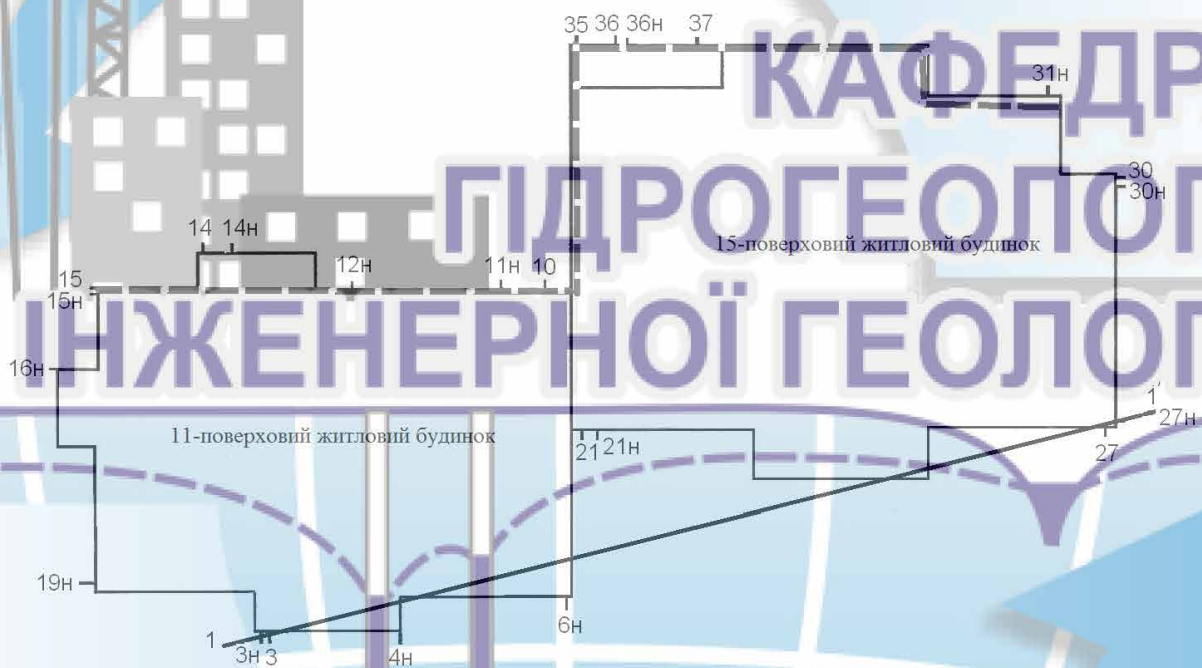


Рисунок 4.2 – План встановлення реперів на ж/к: 1 – лінія інженерно-геологічного розрізу; 2 – зона найбільших осадок; 3н – 37н – номери реперів з інструментальним вимірюванням осадок.

Для аналізу просторових і тимчасових змін характеристик льосового масиву було побудовано графіки прискорень осадок по настінним маркам і реперам, бо динаміка осадок реперів безпосередньо пов'язана з режимом зволоження масиву. Для виділення впливу зміни температурного та вологого режимів у зоні аерації, пов'язаних із сезонними коливаннями

враховувалося прискорення (зазвичай оцінюють величини та швидкість осадок).

Простежується пряма залежність між даними спостережень та сезонними факторами. Деформаційні сплески приурочені до осінньо-зимових періодів (з кінця листопада до початку лютого). Аналіз погодних умов показує, що відносно теплий грудень та початок січня з опадами, переважно дощовими, та активне сніготанення, збіглися з активізацією деформаційних процесів.

4.4 Варіантний розрахунок дренажного водозниження на ділянці на вул. Сімферопольській

1 варіант. Приплив води в галерею або каналу (дрену), доведену до водоупору, з одного боку, при горизонтальному заляганні водонепроникного ложа, по Дюпюї дорівнює

$$q = k \frac{H^2 - h^2}{2R} \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (4.1)$$

$$Q = Bk \frac{H^2 - h^2}{2R} \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (4.2)$$

де q – одиночний приплив води до каналу, тобто на 1 м її довжини; Q – приплив води в каналу довжиною B ; H – потужність водоносного горизонту, м; h – глибина води в каналі, м; R – ширина смуги впливу каналу, м; k – коефіцієнт фільтрації, м/добу.

Початкові умови: $k=0,05$ м/добу; $H=8,5$ м; $h=0,1$ м; $B=100$ м.

Такий приплив буде у водозаборі при надходженні ґрунтових вод з одного боку.

Приплив до водозбору при проходженні ґрунтових вод з двох сторін буде вдвічі більшим.

Ширину смуги впливу дренажу можна дослідити за формулою Кусакіна або за формулою Лембке

$$R = \sqrt{\frac{3Hkt}{\mu}} \text{ м,} \quad (4.3)$$

де t – час осушення за добу ($t=365$ діб); μ - водовіддача у частках одиниць ($\mu=0,05$).

$$R = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,5 \cdot 0,05 \cdot 365}{0,05}} = 96,48 \text{ м}$$

Знаючи ширину смуги впливу каналу, розрахуємо одиночний приплив води в каналу, і приплив води в каналу завдовжки 100 м за формулами (4.1 та 4.2) відповідно:

$$q = 0,05 \frac{8,5^2 - 0,1^2}{2 \cdot 96,48} = 0,0187 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q = 100 \cdot 0,05 \frac{8,5^2 - 0,1^2}{2 \cdot 96,48} = 1,87 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Використання формули Кусакіна, виведеної для вертикального водозабору, буде умовною. Ординати кривої депресії знаходять за формулою

$$y = \sqrt{h^2 + \frac{x}{R} (H^2 - h^2)}, \text{ м} \quad (4.4)$$

де x - відстань від водозабору до розрізу, де визначають y .

При x , що дорівнюють x :

$$X_1=5 \text{ м } X_2=10 \text{ м } X_3=15 \text{ м } X_4=20 \text{ м}$$

Розрахуємо значення y за формулою (3,2,4):

$$y_1 = \sqrt{0,1^2 + \frac{5}{96,48} \cdot (8,5^2 - 0,1^2)} = 1,94 \text{ м}$$

$$y_2 = \sqrt{0,1^2 + \frac{10}{96,48} \cdot (8,5^2 - 0,1^2)} = 2,74 \text{ м}$$

$$y_3 = \sqrt{0,1^2 + \frac{15}{96,48} \cdot (8,5^2 - 0,1^2)} = 3,35 \text{ м}$$

$$y_4 = \sqrt{0,1^2 + \frac{20}{96,48} \cdot (8,5^2 - 0,1^2)} = 3,87 \text{ м}$$

Зниження рівня ґрунтових вод після 365 діб роботи горизонтального дренажу зображено на рис. 4.3.

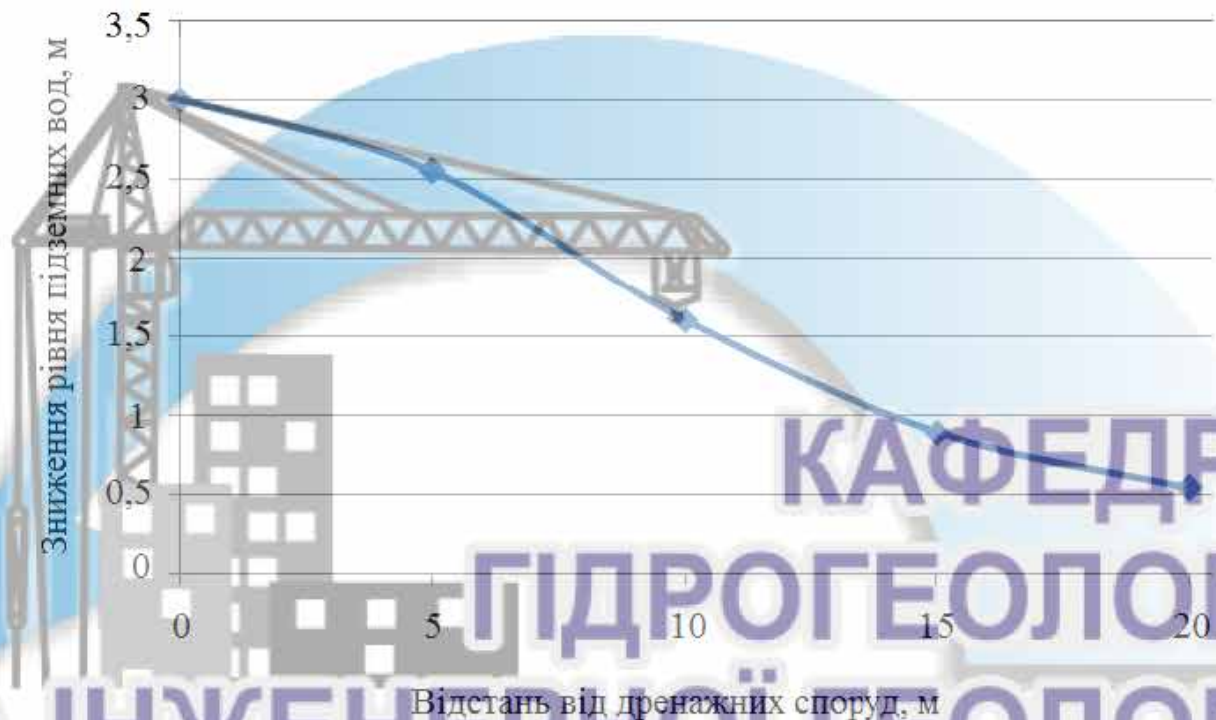


Рисунок 4.3 – Величина зниження рівня підземних вод на різних відстані від працюючого горизонтального дренажу

2 варіант. Розрахунок систематичного горизонтального дренажу. Заплануємо три горизонтальні дрени і здійснимо розрахунок зниження ґрунтових вод між цими дренами. Для цього потрібно використати формулу:

$$h_{\text{ц}} = h_{\text{др}} + (h_e - h_{\text{др}}) \theta_3(f_0) + \frac{wL^2}{2kh} [1 - \theta_4(f_0)] \quad (4.5)$$

де $h_{\text{др}}$ - потужність води у дренажі, м, h_e - потужність ґрунтових вод, м; $2L$ - відстань між дренажами, м; k - коефіцієнт фільтрації, м/добу; $h = h_{\text{др}}$; w - величина інфільтраційного живлення, м/добу

$$f_0 = kh_e t / (nL^2) = 0.05 * 7.5 * 365 / (3 * 5^2) = 1.825 \quad (4.6)$$

$$f_0 = \frac{kh_e t}{(nL^2)}$$

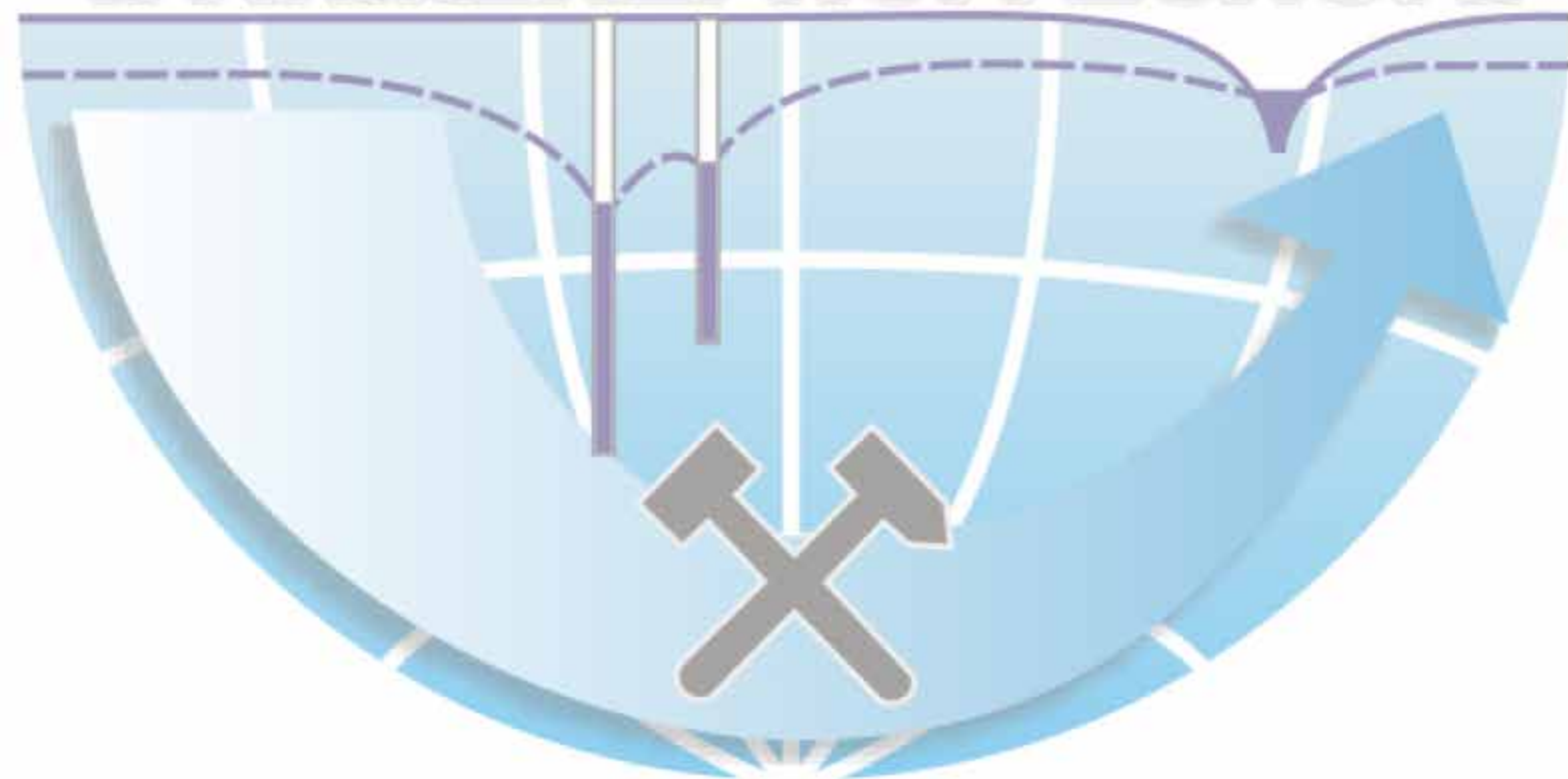
Використовуючи графік функцій у «Довідковому посібнику до СНІП», можна знайти величини θ_3 та θ_4 .

$$\theta_3 = 0,01, \theta_4 = 0$$

$$h_{ц} = 0,5 + (7,5 - 0,5)0,01 + \frac{0,0011 \cdot 5 \cdot 5}{2 \cdot 0,5 \cdot 7,5} (1 - 0) = 0,58 \text{ м}$$

На підставі проведених розрахунків за двома схемами, можна зробити висновок про те, що в умовах об'єкта, що досліджується, геологічний розріз якого складений до глибини 27 м льосовими породами, використання вертикального дренажу не є доцільним, в той час як горизонтальний дренаж виконує заплановану величину водозниження. Рекомендується для зниження рівня в техногенному водоносному горизонті, що утворився в результаті аварії магістрального трубопроводу, що знаходиться у верхній частині схилу, спорудження горизонтального дренажу.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



ВИСНОВОК


Проблема підтоплення території м. Дніпра виникла кілька десятиліть тому і згодом лише посилюється. Аналіз палеогідрогеологічної ситуації території міста, динамічного режиму ґрунтових вод та стану їхнього балансу свідчать про складність механізму формування процесу підтоплення. У сучасному вигляді підтоплення міської території - досить розвинене явище, яке спостерігається практично скрізь, як на схилах балок зі зниженим рельєфом і проникними піщаними ґрунтами (лівобережжя та нижні тераси правобережжя), так і в межах районів правобережжя з більш високими відмітками земної поверхні (наприклад, Соборний район), складеними льосовими суглинистими та супіщаними породами. Десятки років не ремонтвані стоки та каналізаційні колектори, як правило, вже не здатні витримати різкого збільшення атмосферних опадів. Внаслідок цього перезволожуються ґрунти та підвищується рівень підземних вод. Це призводить до формування просадних процесів і зсувів у межах схилів балок, затоплення підвальних приміщень житлових будинків, а зрештою і до порушення стійкості природного середовища та споруд.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи вирішено такі завдання:

1. Проаналізовано геолого-гідрогеологічні особливості регіону та району об'єкта досліджень.
2. Вивчено фактори, що впливають на підтоплення правобережної частини м. Дніпра.
3. Проаналізовано конструктивні особливості дренажів, що застосовуються при різних умовах.
4. Вибрано та обґрунтовано схему та конструкцію дренажного захисту досліджуваного об'єкта.

На підставі проведених розрахунків за двома схемами, можна зробити висновок про те, що в умовах об'єкта, що знаходиться на правому

березі р. Дніпро (а саме – у Соборному районі), геологічний розріз якого складений до глибини 27 м льосовими породами, використання вертикального дренажу не є доцільним, тоді як горизонтальний дренаж виконує заплановану величину водозниження. Для зниження рівня підземних вод у техногенному водоносному горизонті, що утворився внаслідок аварії магістрального трубопроводу, рекомендовано спорудження горизонтального дренажу.



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горькова І.М., Окніна Н.А., та ін. Природа міцності та деформаційні особливості льосових порід. М: Наука, 1964. 143 с.
2. ГОСТ 23278-78. Ґрунти. Методи польових випробувань проникності.
3. Денисов Н.Я. Будівельні властивості льосів та льосоподібних суглинків. М.: ГІЛСА, 1953. 153 с.
4. Висновок за результатами нівелювання перекриття паркінгу у двох рівнях та ділянки житлового будинку на вул. Сімферопольська, 11 у м. Дніпропетровську, виконане Комплексним відділом проблем будівництва у складних умовах ДАВУЗ «ПДАСІА» у 2010 р. – 6 с.
5. І-38-67. Інструкція та методичні вказівки щодо визначення коефіцієнта фільтрації водоносних порід методом дослідних відкачування зі свердловин. "Енергія". - Москва, 1968.
6. І-39-67. Інструкція та методичні вказівки щодо визначення водопроникності гірських порід методом дослідних нагнітань у свердловини "Енергія". - Москва, 1968.
7. Мапа природної захищеності підземних вод Української РСР. – Київ, 1986 р.
8. Керкіс Є.Є. Методи вивчення фільтраційних властивостей гірських порід "Надра". – Л. – 1975.
9. Крігер Н.І. Льос, його властивості та зв'язок з географічним середовищем. М: Наука, 1965. 296 с.
10. Льосові породи СРСР. М: Наука, 1966. 237 с.
11. Маслов Н.М. Основи інженерної геології та механіки ґрунтів. М: Вища школа, 1982. 511 с.
12. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основи гідрогео механіки. Москва, Надра, 1974 - 298 с.
13. Мустафаєв А.А. Основи механіки просадних ґрунтів. М.: Будвидав, 1978. 253 с.

14. Науково-технічний звіт про інженерно-геологічні розвідувальні роботи (буріння двох свердловин) для визначення переліку можливих заходів щодо ліквідації деформацій, просадності та пошкоджень конструкцій будівлі по вул. Сімферопольській, 11 у м.Дніпропетровську, об'єкт № 8103/83, виконаний державним підприємством «УКРНПНТІЗ» у 2010 р. – 118 с.

15. Науково-технічний звіт з інженерно-геологічних досліджень на майданчику паркінгу на вул. Сімферопольській, 11 у м. Дніпропетровську, виконаний ПП «Геозонд» у 2010 р. – 21 с.

16. За ред. Альтовського М.Є. Довідник гідрогеолога. Москва, Державне науково-технічне видавництво літератури з геології та охорони надр, 1962 - 586 с.

17. За ред. Далматова Б.І. Механіка ґрунтів. Основи геотехніки. Москва - Санкт-Петербург, 2000 - 200 с.

18. Смирнов Р.А., Гриза А.А.. Гідрогеологічні дослідження на забудованих територіях.

19. ДБН А.2.1-1-2008 "Інженерні вишукування для будівництва", 2008 рік.

20. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.

21. ДБН В 1.1-25:2009 "Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення".

22. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування.

23. Довідкове керівництво гідрогеолога. - "Надра". Л.- 1979 р.

24. Шестаков В.І., Башкатов Д.М. Дослідно-фільтраційні роботи. "Надра". - Москва, 1974.

25. Кічаєва О. В. Будівництво у складних інженерно-геологічних умовах: конспект лекцій для студентів очної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 –

Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Кічаєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 51 с.

26. Булітко К.О., аспірант, Пасько О.З., магістр. «Вплив підвищених температур комунікаційних мереж, побудованих горизонтально направленим бурінням на ґрунтовий масив» Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». 3 с.

27. Державна геологічна карта України, м-б 1:200000. Центральноукраїнська серія. Аркуші: М-36-ХІХ (Біла Церква) М-36-ХХV. (Умань). БЕЗВИННИЙ В.П. ЦИБА М.М. та ін.

28. Бондарік Г.К., Горальчук М.І., Сироткін В.Г. «Закономірності просторової мінливості лесових порід». - М.: Надра, 1976. - 234 с.

29. Трофімов В.Т. "Інженерна геологія масивів льосових порід". М: Книжковий будинок, 2008. 398 с.

30. Крутов В.І. «Основи та фундаменти на просадних ґрунтах». Київ: Будівельник, 1982. 224 с. Воронкевич С. Д. «Основи технічної меліорації ґрунтів». М: Науковий світ, 2005. 504 с.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ