

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»  
 Геологорозвідувальний  
 (факультет)  
 Кафедра нафтогазової інженерії та буріння  
 (повна назва)

### ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
 (бакалавра)

студента Полянського Олексія Валерійовича  
 (ПІБ)

академічної групи 184-17зск-15 ГРФ  
 (шифр)

спеціальності 184 Гірництво  
 (код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_  
 за освітньо-професійною програмою «Буріння свердловин»  
 (офіційна назва)

на тему Технічний проект буріння інженерно-геологічних свердловин в  
 Центральному районі м. Дніпро.

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Расцветаев В.О.			
розділів:				
Технологічний	Расцветаев В.О.			
Охорона праці	Безщасний О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Расцветаев В.О.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
нафтогазової інженерії та буріння  
(повна назва)  
\_\_\_\_\_ Коров'яка Є.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу  
ступеню бакалавра  
(бакалавра)

студенту Полянському Олексію Валерійовичу академічної групи 184-17зск-15 ГРФ  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 Гірництво

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Буріння свердловин»

на тему Технічний проект буріння інженерно-геологічних свердловин в  
Центральному районі м. Дніпро.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 04.05.2020р.  
№254-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Геолого-технічні умови проведення бурових робіт. Проектування конструкцій свердловин, вибір способу буріння та бурового устаткування. Розрахунок технології буріння.	01.06.2020
Охорона праці	Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.	15.06.2020

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Расцветаєв В.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 04.05.2020р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 04.05.2020р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Полянський О.В.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 51 с., 1 рис., 3 табл., 14 джерел.

ТЕХНОЛОГІЯ БУРІННЯ, БУРОВА УСТАНОВКА, ПОРОДОРУЙНУЮЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЯ БУРІННЯ, ПРОМИВАЛЬНА РІДИНА

Сфера застосування – буріння свердловин при інженерно-геологічних вишукуваннях.

Об'єкт розроблення – розробка технології буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро.

Мета роботи – розробка технології буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро.

Практичні результати:

- виконано аналіз геологічної будови і характеристики продуктивних горизонтів; обґрунтовано конструкцію свердловини;
- розроблено технологію буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро;
- здійснено обґрунтування бурового устаткування;
- обґрунтовано породоруйнуючий інструмент, технологія кріплення свердловини;
- проведено аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Геологічна характеристика району робіт.....	6
1.1 Геологічна будова.....	6
1.2 Гідрогеологічні умови регіону.....	11
1.3 Геоморфологічні умови .....	12
2 Аналіз даних про розвиток екзогенних геологічних процесів на підставі аналізу даних інженерно-геологічних вишукувань .....	17
3 Технологічна частина.....	25
3.1 Загальні відомості.....	25
3.2 Вибір способу буріння і конструкції свердловин .....	26
3.3. Вибір бурової установки.....	27
3.4 Породоруйнуючий інструмент .....	28
3.5 Шламний режим .....	31
3.6 Проектування режимів буріння .....	31
3.7 Заходи щодо попередження викривлення свердловин.....	32
3.8 Заходи щодо попередження і ліквідації аварій і ускладнень .....	33
3.9 Ліквідація свердловин і ліквідаційний тампонаж.....	34
3.10 Перевірочний розрахунок бурового інструменту та обладнання .....	35
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	39
4.1 Встановлення програми режимних спостережень.....	39
4.2 Охорона праці .....	42
4.3 Охорона навколишнього середовища .....	48
Висновки .....	50
Література .....	51

## Вступ

Мета роботи – розробка технології буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- провести аналіз геологічної будови і характеристики району робіт;
- обґрунтувати конструкцію свердловини;
- розробити технологію буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро;
- обґрунтувати тип бурового устаткування;
- обґрунтувати породоруйнуючий інструмент та технологію кріплення свердловини;
- провести аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.

# 1 Геологічна характеристика району робіт

## 1.1 Геологічна будова

Геологічна будова досліджуваної ділянки до глибини 20 метрів представлена комплексом лесових еолово – елювіально - делювіальними відкладами верхньо четвертинного віку. (Ed III pc + df, vd III bg, інженерно-геологічні елементи 3,4) і характеризуються слабопохилим (до 10°) падінням шарів у бік балки Рибальської.

Лесові відкладення на глибинах 22,2-25,0 м. (абс.отм.106, 2-112, 1м.) підстелені елювіальними середньо – нижньо четвертинними щільними червоно-бурими суглинками (e II zv, ІГЄ - 5) і глинами ( e I mr, ІГЄ- 6).

З поверхні четвертинні відклади перекриті насипними ґрунтами (t IV, ІГЄ 1), час насипання яких, орієнтовно, 1971-75 роки. Представлені суглинками з включенням будівельного сміття від 5 до 50%. У складі насипних зустрічаються уламки бетону, металу, деревини та шлаку. Потужність насипних ґрунтів змінюється від 0,5 до 6,9 м.

В основі фундаментів житлового будинку при проходці свердловин і шурфо - дудок розкрита ґрунтова подушка, представлена суглинками жовто-бурими з домішками ґрунтового - рослинних ґрунтів та будівельного сміття від 5 до 20%, різного ступеня ущільнення (t IV, шар 1a). Поблизу стін будівлі окремими свердловинами розкриті ґрунти зворотного насипання котлованів такого ж складу, що й ґрунтова подушка. Потужність ґрунтової подушки нерівномірна як під всім будинком, так і в межах кожного блоку, і змінюється від 0,5 до 2,3 м.

Склад і фізико-механічні властивості ґрунтів

На підставі результатів буріння свердловин, пройдених в безпосередній близькості від фундаменту будинку і лабораторних досліджень ґрунтів, досліджувана товща відкладень розділена на 7 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ).



Нумерація ІГЕ відповідає виділеним верствам.

Окремі значення показників і статистичні параметри фізико-механічних властивостей ґрунтів основи існуючого фундаменту наведені в табличних додатках.

Фізичні характеристики ґрунтів отримані за результатами лабораторних досліджень, а також у польових умовах радіоактивного каротажу.

Деформаційні властивості ґрунтів зони аерації (ІГЕ-3, 3а) і ґрунтової подушки (ІГЕ-1а) вивчені в лабораторних умовах на зразках непорушеної структури в приладах системи «Гідропроєкт» при природній вологості і повному водонасиченні до навантаження 0,3 МПа (біля східної стіни будівлі) та 0,4 МПа (біля західної стіни, з огляду на його ексцентриситет за рахунок крену).

Модулі деформації лесових ґрунтів ІГЕ-3, 3а розраховані в інтервалі навантажень 0,1-0,2 МПа, з урахуванням коефіцієнта  $\beta$ , що враховує неможливість бокового розширення ґрунту в компресійних приладах і перехідного коефіцієнта  $K_p$  - від прессиометричного модуля. Модулі деформації ґрунтової подушки 1а і водонасичених лесових ґрунтів ІГЕ-3б і 4а отримані за результатами польових дослідних робіт та випробувань ґрунтів на стиск свердловини прессиометром.

Характеристики міцності ІГЕ-1а, 3 і 3а визначені в лабораторних умовах методом консолідованого зрізу при природній вологості і при повному водонасиченні.

Для розрахунку стійкості укошу міцнісні характеристики ґрунтів ІГЕ 1, 1а, 3 і 3а отримані методом «плашка» по «плащі» з змоченою поверхнею.

Нижче наводиться опис фізико-механічних властивостей ґрунтів виділених в контурі деформованого будинку.

Насипні ґрунти ІГЕ-1, утворені в результаті планування території потужністю 0,5-6,9 м, перебувають за контуром будівлі.

Свердловини 51, 52, 59, 60, пробурені поблизу будівлі, розкривають насипні ґрунти в зворотного засипання пазух котлованів.

Представлені, переважно, суглинками і ґрунтами з включенням будівельного сміття, уламків бетону, металобрухту, шлаку і деревини. Зміст включень, що не

деформуються, на окремих ділянках досягає 50%. За давності відсипання відносяться до ущільнених від власної ваги.

Ґрунти характеризуються неоднорідним складом, щільністю укладання і ущільненістю. Щільність ґрунту змінюється від 1,64 до 1,88 г/см<sup>3</sup>, щільність сухого ґрунту від 1,39 до 1,55 г/см<sup>3</sup>.

Слід зазначити, що в районі сверд.55, розкриті насипні ґрунти ІҒЕ-1б, що залягають в основі ґрунтової подушки. На відміну від вищеописаних, характеризуються дуже низькими значеннями щільності  $\rho = 1,29-1,74$  г/см<sup>3</sup>, щільність сухого ґрунту при цьому дорівнює  $\rho_{ds} = 1,13-1,39$  г/см<sup>3</sup>. Ґрунти пухкі, недоущільнені.

При бурінні свердловини спостерігалися, так звані «провали» бурового інструменту. Виникнення їх, можливо, пов'язане з засипанням промоїни або невеликого яру на схилі балки при відкритті котлованів будівлі. Вміст сміття в ґрунтах 1б незначне.

Вологість всіх насипних ґрунтів неоднорідна по площі і глибині. Найбільш вологі ґрунти зустрінуті в районі ШД-4 і сверд.55, де вологість досягає 0,21-0,26 д.ед. (суглинки на цих ділянках знаходяться в туго-і м'якопластичного стані). На решті території  $W = 0,12-0,16$  д.од., ґрунти тверді і напівтверді. Ґрунтова подушка ІҒЕ-1а, потужністю 0,5-2,3 м, представлена жовто-бурими суглинками зі змістом будівельного сміття і шлаку до 20%, з домішкою ґрунтів. Вміст рослинних залишків у ґрунтах «подушки» досягає 0,03 д.од.

Ущільнення її виконано нерівномірно по площі і глибині. Недостатнє ущільнення ґрунту в подушці зазначено в її товщі потужністю 1,0 м. За ШД-1, 3 і 4 пройдених по контуру будівлі на різних ділянках, щільність сухого ґрунту становить  $\rho_{ds} = 1,72-1,86$  г/см<sup>3</sup> ( $W = 0,15-0,18$  д.од.). У покрівлі ущільнення ґрунту досягає  $\rho_{ds} = 1,46-1,51$  г/см<sup>3</sup> при вологості 0,19-0,26 д.од., тобто ґрунти практично неущільнені.

Відповідно «подушка», в її підшві грає роль водонепроникного екрану, ступінь вологості її складає 0,8-0,9, недолік водонасичення 0,01-0,04 д.од., тобто вона знаходиться у водонасиченому стані. У покрівлі ступінь вологості ґрунтів дорівнює



0,7-0,9, недолік водонасичення 0,02-0,04 д.од., Стан ґрунтів від напівтвердого до м'якопластичного.

Таким чином, підстава ґрунтової подушки екранує воду, що надходить при витоках з водонесучих комунікацій, а також за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, що підтверджує при проходці шурфо-дудок, де спостерігалось височування води з менш ущільнених ґрунтів «подушки».

Модулі загальної деформації за результатами лабораторних штамп-польових випробуваннях ґрунтів у зв'язку з їх різним ступенем ущільнення змінюється від 14 до 24 МПа причому за ШД-3 пройденої біля західної стіни будівлі, на стику блоку № 2 з гнучкою вставкою блоку № 1 при  $\rho_{ds} = 1,5$  г/см<sup>3</sup> ущільнення ґрунту вище і модуль деформації відповідно нижче  $E = 15$  МПа.

Додаткове водонасичення ґрунту приведе до зниження деформаційних показників. При щільності «подушки»  $\rho_{ds} = 1,73-1,75$  г/см<sup>3</sup> модуль деформації знижується в 1,5-1,6 рази з 15-24 МПа, до 10-15 МПа, а при щільності  $\rho_{ds} = 1,64 - 1,51$  г/см<sup>3</sup> він зменшується практично в 2,4-2,6 рази з 13,5 до 5 МПа.

Просадових властивостей ґрунти в «подушці» не виявляють.

Просадові характеристики досить високі і ведуть себе при різних щільностях скелету аналогічно деформаційним показникам.

В цілому, у західної стіни будинку (ШД-3) показники нижче, ніж, у східній (ШД-4)

В основі ґрунтової подушки на глибинах 4,2-7,0 м. залягають лесові тверді і напівтверді суглинки ПГЕ-3 потужністю 0,6-4,9 м. Під західною стіною будівлі ШД-3 (блок № 2) ґрунти значно менш щільні ніж під східною стіною ШД-4.

Щільність сухого ґрунту відповідно дорівнює 1,42-1,71 г/см<sup>3</sup> при вологості 0,20-0,19 д.од. (коефіцієнт пористості 0,88-0,55).

Якщо в районі ШД-4 ґрунти практично не просадові, то в ШД-3 суглинки просадові. Початковий просадковий тиск дорівнює 0,12 - 0,15 МПа. При навантаженні 200 КПа осідання від замочування складе 0,08 см, зі збільшенням навантаження до

300 КПа осідання збільшиться незначно до 6,14, що пояснюється досягненням порогу просадовості суглинків.

Відзначено різку відміну модуля загальної деформації ґрунту, в районі ШД-3 при природній вологості  $E = 11,3-14,7$  МПа, знизився при водонасиченні в 2 - 3 рази до 4,0-6,0 МПа. У районі ШД-4 (східна стіна будинку) величина модуля деформації дуже велика  $E_{\text{іст.}} = 49$  МПа незначно зменшився при водонасиченні 40 МПа.

Велику щільність суглинків ІГЕ-3, ймовірно, можна пояснити нерівномірним ущільненням корінних ґрунтів під час влаштування ґрунтової подушки.

Відмінність у показниках міцності в різних ділянках будівлі невелика, оскільки зсувне випробування виконувалися за методикою консолідованого зрізу.

При природній вологості  $\varphi = 24-27,0^\circ$ ,  $C = 0,023-0,024$  МПа, знижуючись при водонасиченні до  $\varphi = 23-26^\circ$ ,  $C = 0,017-0,021$  МПа.

Суглинки ІГЕ-3а знаходяться в зоні капілярної кайми, розкриті на глибинах 5,8-8,5 м., потужністю 0,5-1,9 м. Від ґрунтів ІГЕ-3 відрізняються більш високою вологістю, яка досягає 0,20-0,25 д. од. за показником пливунності суглинки, в основному, мають туго- й м'якопластичну консистенцію. Щільність ґрунтів за площею змінюється аналогічно суглинкам ІГЕ-3. Найменш щільні ґрунти зустрічаються на стику блоку № 2 і гнучкої вставки блоку № 1 в районі ШД-3. Щільність сухого ґрунту  $\rho_{\text{дс}} = 1,44-1,45$  г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості  $e = 0,80-0,86$ , ґрунти високопористі. При ступені вологості 0,69-0,74 схильні до осідання від додаткового замочування, що зберігається навіть при природному тиску. При навантаженні 200 КПа осідання становитиме 2,31 см, при  $P = 300$  КПа-2; 8 см. початковий просадовий тиск 190 - і 70 КПа.

У районі ШД-4 (східна стіна блоку № 3) суглинки низькопористі ( $e = 0,64$ ), щільність сухого ґрунту дорівнює 1,62 г/см<sup>3</sup>, не осадові.

Модулі деформації відповідно рівні при природній вологості 9,5-13,0 МПа та 31 МПа, знижуючись при повному водонасиченні до 7,0-8,0 МПа та 27 МПа.

Таким чином, в основі ґрунтової подушки до рівня ґрунтових вод в контурі будівлі залягають ґрунти різної щільності, і мають на окремих ділянках просадові

властивості. За ШД-3 можливе сумарне осідання від додаткового замочування при навантаженні  $P = 200$  КПа складе 8,39 см при потужності товщі 3,3 м.

Вищеописані ґрунти підстилаючі водонасиченими лесовими суглинками (ІГЕ-3б) і супісками ІГЕ-4а, які в межах всієї будівлі характеризуються ідентичними показниками фізико-механічних властивостей.

Лесові суглинки ІГЕ-3б залягають на глибині 7,6-9,7 м, потужністю 0,9-5,7 м.

Ґрунти знаходяться в текучо-пластичному стані ( $I_4 = 0,73$  д.од.).

Природна вологість ґрунтів коливається від 0,26 до 0,30 д.од. при цьому щільність сухого ґрунту дорівнює 1,46-1,56 г/см<sup>3</sup>. Щільність ґрунту складає 1,82-1,88 г/см<sup>3</sup>.

Модуль деформації - 9,0 МПа.

Нижче, на глибинах 7,2 -15,4 м. зустрінуті лесові супіски ІГЕ = 4а потужністю до 10 метрів.

Ґрунти пластичні ( $I_4 = 0,69$ ), високопористі ( $e = 0,7-1,0$ ). При природній вологості 0,23-0,26 д.од. володіють щільністю 1,78 г/см<sup>3</sup> і щільністю сухого ґрунту 1,44 г/см<sup>3</sup>. Модуль загальної деформації змінюється від 9-13 МПа ( $E = 11, \text{МПа}$ )

## 1.2 Гідрогеологічні умови регіону

У жовтні-листопаді 1991 року підземні води залягали на глибинах 7,6-9,7 м. (абс. відм. 121, 8-128, 6 м.) в межах контуру будинку спостерігався різкий ухил потоку підземних вод (0,15-0,24).

Так під блоками № 1 і 3 перепад рівня за абсолютними відмітками становить 2-4 м, а під блоком № 2 у місці примикання його до блоку № 1, він досягає 5 м.

Водовміщуючими є ґрунти верств 3б і 4а. Однак, слід зазначити, що ґрунти в «подушці» характеризуються високою вологістю, а при проходці шурфо-дудок з слабоущільнених прошарків ґрунту в подушці спостерігалось височування води, накопиченої в них за рахунок витоків з водонесучих комунікацій.

Відносним водоупором служать червоно-бурі суглинки шару 5, а регіональним - щільні червоно-бурі глини (шар 6), покрівля яких розкрита на глибинах 24-31м. (абс. відм.104-110 м.)

Потужність водоносного горизонту 16-18 метрів.

Живлення горизонту відбувається за рахунок витоків з водонесучих комунікацій, інфільтрації атмосферних опадів, притоки з боку вище розташованих забудованих територій вздовж по вул. Кірова. напрямом потоку в західному напрямку в бік балки Рибальської, куди і відбувається розвантаження.

Рівень підземних вод, починаючи з 1971 року, піднявся на 8,97-11,0 м. Найбільш інтенсивно він піднімався в перші роки експлуатації будівлі (з 1984 року підйом рівня склав 6,98-8,51 м) з середньою швидкістю 0, 54-0,65 м / рік. Надалі швидкість підйому рівня підземних вод дещо знизилася і в 1991 році складала 0,17-0,50 м / рік. Слід зазначити, що найбільша швидкість 0,33-0,5 м / рік спостерігалася біля східної стіни будинку (з боку вул. Нахімова), де будинок перетинає лінії природного стоку поверхневих вод і біля стін зосереджуються дощові і талі води. Біля західної стіни будівлі (з боку б. Рибальської) інфільтрація значно нижче і швидкість підйому становить 0,16-0,33 м / рік.

### **1.3 Геоморфологічні умови**

У геоморфологічному відношенні ділянка розташовується в межах схилу вододільного плато між балками Рибальська і Червоноповстанської, на відстані 20,0 метрів від бровки схилу балки Рибальська.

В геологічній будові ділянки (до розвіданої глибини 20,0 метрів) приймає участь комплекс четвертинних еолово-делювіальних відкладень супісків (ІГЕ-4) і суглинків (ІГЕ-3, 5), перекриття з поверхні насипними ґрунтами (ІГЕ-1а, 1б). Зведена літолого – стратиграфічна колонка наведена в таблиці 2.1 тексту.

Тип ґрунтових умов за просадковими властивостями - 2.



Рівень підземних вод було зафіксовано на глибинах 8,60-11,10 метрів. Водовміщуючими породами є лесові суглинки і супіски (ІГЕ-3а-5).

За інженерно-геологічними умовами територія належить до 2 категорії складності, відповідно до СНиП 1.02.07.87.

Деформований житловий будинок № 90 по вулиці Нахімова знаходиться в Кіровському районі міста Дніпропетровська. Будівля побудована за проектом інституту «Діпромiсто» та введена в експлуатацію в 1977 році. Житловий будинок 10-ти поверховий, цегляний, складається з трьох блоків, з'єднаних між собою гнучкими вставками. Побудований на стрічкових, монолітних, залізо - бетонних фундаментах на попередньо підготовленій основі - ґрунтовій подушці.

Таблиця 1.1 – Геолого - стратиграфічна колонка

Номери ІГЕ	геолог. вік та генетич. тип	Потужність	Літологія	класифікац. ґрунтів по ГОСТ 25100-22			тип, вид різновид
				клас	група	підгрупа	
1А	tIV	1,2-7,8		без жорстких структурних зв'язків	штучні	насіпні	Насіпні ґрунти - суглинки, буровато-сірі, темно-сірі з включенням будівельного сміття.
1Б	tIV	1,4-2,2					ґрунти оберненої засипки - суглинки жовті, тверді, з включенням гравію та гальки до 25%.
2	eIV	1,0		Осадкові незцемен		ґрунт	ґрунтово-рослинний шар.



3	ed III <sup>pc</sup>	1,6-6,2	уламкові пілуваті та глинисті	Суглинки лесові, жовто-бурі, тверді, макропористі, просадкові, карбонатитові.
3А	ed III <sup>pc</sup>	2,0-7,6		Суглинки лесові жовто-бурі, м'якопластичні
4	ed III <sup>bg</sup>	3,2-11,0		Супісі лесові пальново-бурі, пластичні
5	e II	1,4-2,5		Суглинки лесові, коричнево-бурі, м'якопластичні.

Відмітка закладення фундаментів (від 129-132,5 метрів) по кожному блоку різна. Перепад відміток між блоками складає близько 2 метрів.

Перші деформації будинку з'явилися в 1979 році. Будівля зазнає нерівномірне осідання, яка триває до теперішнього часу. За осадкою будинку періодично з 1982 по 1990 роки науково-продуктивним відділенням «Стенс» Дніпропетровського інженерно-будівельного інституту, велися геодезичні спостереження.

Максимальні деформації спостерігаються на блоці № 2 у місці примикання гнучкої вставки до блоку № 1. Ширина розкриття тріщин на верхніх поверхах досягла 450-500 мм. Будівля отримала загальний крен у бік балки.

Житловий будинок довжиною 150 метрів розташований вздовж правого схилу балки Рибальська і знаходиться в 20-40 метрах від уступу, утвореного за рахунок планування ділянки. У нижній частині схилу споруджена підпірна стінка із залізобетонних блоків, покладених у два ряди, виступаючих над поверхнею землі до 1 метра. Безпосередньо біля стінки і нижче весь правий схил, у створі деформованого будинку, зритий погірбами глибиною до 5 метрів.

Будинок побудований уздовж схилу балки і перегороджує стік дощових і талих вод.

Додаткове надходження води в основу фундаментів відбувається через шурфи, відкриті вздовж периметра будівлі в 1989 році, для його вирівнювання. Через відсутність зливної мережі не забезпечується відведення дощових і талих вод, які

затримуються біля східної стіни будинку. Через порушення вода надходить в підгрунтя фундаменту.

За час експлуатації будинку зафіксовані численні аварійні витoki і затоплення підвалів будинку, пов'язані з проривами і засміченням підвідних водонесучих комунікацій.

Прилегла територія забудована одноповерховими житловими будинками, поряд побудована школа. Існує густа мережа підземних комунікацій (теплотраса, водопровід, каналізація), які, в основному, знаходяться в незадовільному стані.

#### Фізико-геоморфологічні особливості.

Об'єкт досліджень – житловий будинок, що зазнає деформацій та розташований на брівці правого схилу Рибальської балки. Територія, на якій була проведена комплексна інженерно-геологічна зйомка, охоплює ряд геоморфологічних елементів:

1. Вододільне плато займає невелику ділянку проспекту Кірова - крутизна поверхні 0-2 °;
2. Схил вододільного плато – охоплює проспект Кірова та вул. Вакуленчука, на протилежному (лівому) схилі балки - вул. Більшовицька, вул. Червонополянська. Переважна крутість схилів 2-5°;
3. Схили балки Рибальської - правий і лівий. Крутизна поверхні від 5-15° до 15-55°, з окремими ділянками 2-5°.

Різниця в крутизні пов'язана, в основному, з плануванням схилів при їх забудові. У межах балкових схилів виділяються ерозійні форми рельєфу - яри, промоїни, вибоїни, потяжини, а також форми, в даний час знищені (засипані, сплановані). Найбільш значною ерозійною формою в безпосередній близькості від південної частини будівлі, був яр глибиною до 17 метрів, довжиною 300 метрів, з двома отвершками й крутими схилами. В даний час яр повністю засипаний.

Промоїни і вибоїни спостерігаються на південь від будівлі, глибиною 1,5-4,0 метра, довжиною до 100 метрів. Деякі з них часто засипані. Потяжини

спостерігаються по обох схилах балки. Довжина їх 100-300 метра, глибина до 1 метра.

У межах досліджуваної території спостерігаються активні зсуви: на схилах лівого отвершка балки в районі стадіону «Метеор» (400 метрів на південний захід від деформованого будинку), на схилах напівзасипаного отвершка по вулиці Рипакова, в районі кооперативних гаражів (250 метрів на захід будівлі). За сукупністю непрямих ознак (планові обриси схилів, перегини поверхні водотрива, крутизна поверхні сучасного рельєфу, наявність численних деформацій будівель).

Визначено передбачувані межі можливого розвитку зсувних деформацій. В один з таких ділянок потрапляє частина досліджуваного будівлі, а саме південно-західна частина (приблизно половина), що примикає до засипаному яру. Будівля відстоїть від днища балки (місце базису денудації), на відстані 100 метрів.

Ділянка схилу між будівлею і днищем має крутизну більше  $15^\circ$ , зайнятий деревами, рослинністю (залишки колишнього монастирського лісу). Окремі дерева мають нахил стовбурів в різних напрямках.

Днище балки за відмітками поверхні знаходиться нижче будівлі на 30 метрів. Ширина її тальвегу 50-100 метрів. На окремих ділянках спостерігаються процеси заболочування, підтоплення. Балковий водотік укладений у залізобетонний колектор.

## 2 Аналіз даних про розвиток екзогенних геологічних процесів на підставі аналізу даних інженерно-геологічних вишукувань

Виконані пошукові роботи та їх об'єми

Для вирішення поставлених завдань виконаний наступний комплекс польових дослідних робіт:

1. Прессіометричні випробування;
2. Статичне зондування;
3. Радіоактивний каротаж.

Прессіометричні випробування для отримання міцносних та деформаційних характеристик ґрунтів проводилися радіальними прессіометрами ИГП-21, вище рівня підземних вод і ЛВ-60, нижче рівня підземних вод, відповідно до ГОСТ-20276-85, всього виконано 66 випробувань.

Модуль загальної деформації ґрунту розраховувався в інтервалі навантажень 0,05-0,45 МПа за формулою [13]:

$$E = K_e r_0 \frac{\Delta P}{\Delta r}$$

де  $K_e$  - коригуючий коефіцієнт;

$r_0$  - початковий радіус свердловини;

$\Delta P$  - збільшення тиску на стінку свердловини між двома точками, взятими на усереднюючій прямій, МПа.

$\Delta r$  - збільшення переміщення стінки свердловини, відповідне,  $\Delta P$  см.

Інженерно-геологічні колонки свердловин, глибини проведення прессіометричних випробувань і графіки залежності переміщення стінки



свердловини від тиску наведено на кресленнях у звітах про результати польових дослідних робіт.

Для уточнення літологічного складу ґрунтів та отримання класифікаційних характеристик (пластичність і природна вологість) в інтервалі проведення пресіометричних випробувань були відібрані проби порушеної структури і виконані лабораторні аналізи. Загальна кількість проб 66.

Статичне зондування виконано з метою розчленування геолого - літологічного розрізу та визначення щільності ґрунтів. Виконувалося установкою статичного зондування С-832 із застосуванням комплексу реєструючої апаратури ПКУ-11

Зондування виконано у 8-ми точках глибиною 20,0 метрів. Результати статичного зондування оброблені на ЕОМ-СМ-4.

Випробування ґрунтів радіометричним методом, з метою отримання фізичних характеристик ґрунтів, виконані у 8-ми свердловинах глибиною до 20, 0 метрів, відповідно до ГОСТ-23061-78, ГОСТ 24181-80, приладами ВПГР-1 і ППГР-1.

Також у звіті дані статичного зондування, які представлені у вигляді графіків залежності глибини від питомого опору на ділянці муфти тертя та питомий опір ґрунту під конусом зонду. Також ці дані представлені по кожному ІГЕ в табличному вигляді що полегшує їх вивчення та аналіз.

#### Результати польових дослідних робіт.

Аналіз результатів польових досліджень ґрунтів (статичне зондування, радіоактивний каротаж, пресіометричні випробування) дозволили провести чітке літологічне розчленування ґрунтів з виділенням загальної закономірності. У підсумку на розрізі 2-2 ґрунти верств 3-4-5 об'єднані за своїми фізико-механічними характеристиками в шар 3 (ІГЕ-3, 3а), який відповідає шару 3 на розрізі 1-1, а шар 6 за своїми характеристиками відповідає шару 4 (ІГЕ-4) на розрізі 1-1 (див. рис.2).

В процесі польових робіт були встановлені межі часткових значень та нормативних значення характеристик міцності ґрунту а саме :

- модуль деформації;
- питомих щеплення;



- кут внутрішнього тертя.

Були встановлені проектні задачі у вигляді встановлення причини деформації будинку та визначення заходів по їх ліквідації.

У наслідок чого у свердловині № 28,29,30,31,32,33,36 и ШД 5 були виконані польові та камеральні роботи та була встановлена глибина рівня підземних вод.

Також дані наступні характеристики ґрунту: вологість на границі текучості, вологість на границі пластичності, число пластичності, вологість природна, вологість насичення, показник текучості, показник текучості водонасичення, щільність частинок ґрунту, щільність ґрунту, щільність сухого ґрунту, вологість водонасичення, щільність взваженого ґрунту, пористість, коефіцієнт пористості, ступінь вологості, недостача водонасичення, коефіцієнт фільтрації, ємність поглинання, а також склад фракцій в відсотках при різних діаметрах часток.

Кількість визначень в залежності від показників характеристик варіюється від 2 до 6 також в звітах вказані нормативні значення характеристик, їх стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.

По звітах щодо хімічного аналізу водної витяжки з ґрунту по ІГЕ №1а, 3 де вказані місто відбору глибина та кількісні значення по наявності Cl, CO<sub>4</sub>, HCO<sub>2</sub>, Mg, Ca, CO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, рН, а також по кількості катіонів та аніонів зроблений висновок, що вода не агресивна, в ІГС №3 вода слабо агресивна.

Корозійна активність ґрунтових вод по гідрогеологічних елементах наступна: по Al середня по Рb висока тип води за класифікацією Александрова гідрокарбонатно – сульфатний – магнієво - кальцієвий та хлоридногідрокарбонатний.

В результаті радіоактивного каротажу ми можемо зробити висновок за такими показниками як щільність ґрунту, щільність сухого ґрунту, природна вологість, коефіцієнт пористості, ступінь вологості та після статистичної обробки даних робити відповідні висновки.

Оцінка стійкості схилу.

Деформований будинок розташований на правому схилі балки Рибальській, з крутизною поверхні 5-15 °. В результаті планування ділянки під будівництво будинку утворилася штучна тераса заввишки 5-7 метрів.

У підосві укосу схил балки зритий погребями, що в цілому знижує його стійкість. У зв'язку з вищесказаним, виконана кількісна оцінка стійкості схилу на момент дослідження і умови його повного водонасичення. Стійкість схилу балки розрахована за трьома профілями А, Б та В відповідно через центр блоків № 1, 2 та № 3.

З огляду на геолого-гідрогеологічні особливості ділянки, за передбачуваною поверхню ковзання прийнятий рівень підземних вод, а за профілями А і В, крім цього - покрівля щільних червоно-бурих суглинків, що мають на цих ділянках кут нахилу до 10 °.

Додатково, виконані розрахунки стійкості схилу, розташованого в 20-40 м. від деформованого будинку. Поверхня ковзання має криволінійну форму, що наближається до круглої, як виправдану для однорідної товщі ґрунтів і пов'язану з однією з найбільш часто спостерігаємої в аналогічних умовах формою порушення стійкості схилу - обвалення зі зрізом і обертанням.

Розрахунки виконані методом горизонтальних сил на ЕОМ системи - 1022 за програмою VARUM, розробленої ОАПР «Укргідропроєкт» з урахуванням навантаження від існуючої будівлі.

Схил умовно розділений на відсіки в точках зламу поверхні, межі шарів, їх виклинювання і перетинання шарів з поверхнею ковзання. За профілями А і Б, на ділянках з наявністю погребів, поверхня схилу прийнята умовно на глибині їх розповсюдження, тобто нижче від існуючої.

У розрахунках використовувалися міцнісні характеристики за першим роздільним станом - по несучій здатності. Показники міцності властивостей ґрунтів ПГЕ-1, 1а, 3 і 3а, 6 що використовуються при розрахунках для всіх ПГЕ, визначені за методикою «плашка» по «плашці», враховуючи, що при інженерно-геологічній

зйомці та аналізі топографічних планів різних років, на досліджуваній ділянці виявлені непрямі ознаки здатності схилу до прояву зсувних явищ.

Додатково виконані розрахунки стійкості схилу з зсувними характеристиками ґрунтів ІГЕ-3, 3а прийнятими за методикою прискореного зрізу, таблиця 2.2, таблиця 2.3.

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку міцнісних характеристик ґрунту ІГЕ №3 та ІГЕ № 3а

Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>		Міцнісні характеристики			
в природному стані	в стані водонасичення	консолідований зріз		неконсолідований зріз	
		φ, град.	c, г/м <sup>2</sup>	φ, град.	c, г/м <sup>2</sup>
1,85	2,00	-	-	23	0,73
1,93	1,99	24	1,80	18	1,10
1,76	1,89	23	1,30	15	0,73
1,89	1,89	21	1,20	15	0,73
1,78	1,78	21	0,90	21	0,9
2,05	2,05	-	-	12	1,5

Таблиця 1.3 - Розрахунки стійкості схилу із зсувними характеристиками ґрунту.

ІГЕ№ 3 та ІГЕ №3а

профіль	Номер поверхонь зсуву	Куш на період вишукувань		Стан схилу	Куш при водо насиченні схилу.		Стан схилу
		З урах. навантаж.	Без урахування		З урах. навантаж	Без урахування	
А	1	1,45	2,38	Критична стійкість	1,28	1,83	Нестійкий
	2	2,59	2,26	Стійкий	2,32	1,75	Критична стійкість
	2'	4,88	-	-/-	4,87	-	Стійкий
	4	2,31	-	-/-	2,16	-	-/-
Б	1	2,5	3,6	Стійкий	1,87	2,4	-/-
В	1	-	4,07		-	-	-
	2	-	3,6	Стійкий	-	-	-
	3	-	-		-	2,1	-/-

Результати розрахунку показали, що схил балки Рибальської на період досліджень знаходився в стані критичної стійкості. Коефіцієнт запасу стійкості (Куш) за профілем А дорівнює 1,39 огляду на те, що мінімальний коефіцієнт запасу стійкості, дорівнює 1,2. при проектуванні слід врахувати, що за даними М. Н. Гольдштейна, коефіцієнт запасу стійкості споруд для 2 класу відповідальності слід приймати рівним 1.

При подальшому підйомі рівня підземних вод і продовжень витоків, і пов'язане з ними водонасичення схилу, можливе виникнення зсувних процесів (кущ = 1,06, таблиця 2.3).

Укіс, складений насипними ґрунтами, також може втратити свою рівновагу і перейти до нестійкого стану (Кущ = 0,6-0,9), таблиця 2.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку куща відкосу складеного насипними ґрунтами

Профіль	№ поверхні скочвання	Кущ на період вишукувань без врахов. навантаження	Стан схилу	Кущ при водонасиченому стані без врах. навантаж.	Стан схилу
А	5	-	-	0,75	Не стійкий
Б	2	-	Крит.стійкість	0,9	Не стійкий
	3	1,18		0,6	Не стійкий

Заходи щодо охорони довкілля після пошукових робіт

У 1989-90 роках була зроблена спроба вирівнювання дому домкратами, внаслідок чого було відмічено зменшення осідання блоку № 2, однак, у подальшому, осідання фундаменту тривало і швидкість розвитку їх у порівнянні з попередніх роками не змінилась. На період вишукувань мешканці блоку № 2 відселені.

Безпосередньо під проект забудови житлового будинку № 90 інженерно-геологічні вишукування в 1971 році проводив інститут «Діпромісто».



У подальшому з 1984-по 1991 роки інститутами ДП, Укрспецстройпроект і «ДнепроГПНГІЗ» виконувалися інженерно-геологічні вишукування для з'ясування причин деформації житлового будинку № 90 та розробки проектних заходів щодо їх усунення.

Найближчі інженерно-геологічні дослідження проводилися інститутом «ДніпроГПНГІЗ» в 1976 році на майданчику школи, в 40 метрах на схід, і в 1990 році на ділянці будівництва житлового будинку в 40 метрах на північний схід.

Матеріали вишукувань минулих років проаналізовані і використані при складанні програм робіт, цього звіту і з розрахунку стійкості схилу.

Для вирішення поставлених технічних завдань завдань проведені: інженерно-геологічна зйомка, бурові, гірничопрохідницькі роботи; комплекс лабораторних досліджень ґрунтів і води; виконаний розрахунок стійкості схилу.

#### Висновок:

По результатам аналізу матеріалів вишукування можна зробити висновок про наявність ущільнення ґрунтової основи, та шарів які залягають нижче, що призводить до появи просадкових деформацій та порушення стійкості. Це доводять розрахунки по аналізу стійкості схилу.

Наявність глинистих ґрунтів (ІГЕ №5) дає змогу припустити про наявність зсувів в основі фундаменту, і при подальшому підйомі рівня підземних вод, продовжень витоків, та пов'язане з ними водонасичення схилу, зсувні процеси будуть набувати масштабного значення і можуть привести до повної руйнації будівлі.

Причинами критичного стану можна назвати:

- Порушення режиму експлуатації будівлі;
- Помилки при проектуванні;
- Помилки при виборі заходів щодо інженерного захисту.

### 3 Технологічна частина

#### 3.1 Загальні відомості

Основним видом робіт в рішенні усіх завдань по проведенню інженерно-геологічних дослідження являється механічне буріння.

Воно супроводжуватиметься проведенням комплексу інженерно-геологічних досліджень (відбір монолітів і проб порушеної структури, відбір проб води).

Всього намічається пробурити 16 свердловин загальним об'ємом 480 м. Середня глибина свердловин 30 м

Розподіл порід по категоріях буримості приведений в таблицю. 1.1

Таблиця 1.1

Категорія по буримості	Найменування порід	Потужність на 1 кв.	Загальна потужність	Відсоток в загальному об'ємі
I	Грунтово-рослинні ґрунти	1	16	3,3
II	Насипні ґрунти, балочний делювій, суглинки	15,5	248	51,7
III	Супіски	9,5	152	31,7
IV	Глини	4	64	13,3
	Всього	30	480	100

### 3.2 Вибір способу буріння і конструкції свердловин

Виходячи з геологічних умов, завдань розвідки і економічної доцільності вибираємо ударно-канатний спосіб буріння.

Виходячи з практики буріння інженерно-геологічних свердловин і використовуючи довідкову літературу [13] вибираємо кінцевий діаметр буріння 127 мм, який забезпечує надійну якість геологічного опробування і показність кернових проб.

Довжину наряду вибираємо 6 м, щоб перекрити нестійкі ґрунти, що лежать у поверхні, і заглибитися в стійкіші суглинки.

Діаметр наряду визначується по формулі

$$d_n = d_k + a \frac{L}{l}$$

де  $a=50$  мм - різниця між суміжними діаметрами колон, мм;  $L$  - глибина свердловини, м;  $l$  - величина виходу колони, м

$$d_n = 127 + 50 \frac{30}{24} = 189, \text{ мм}$$

Відповідно до Госту на обсадні труби приймаємо діаметр наряду 194 мм.

Конструкція свердловини приведена на Рис. 1.1.

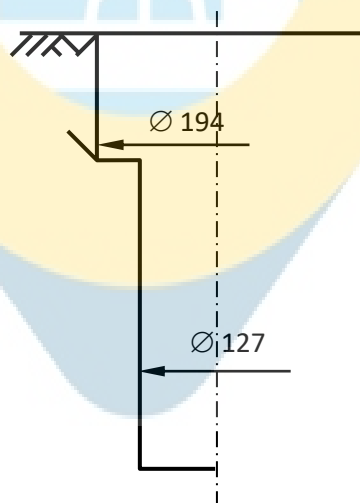


Рис. 1.1 - Схема конструкції свердловини

### 3.3. Вибір бурової установки

Як бурова установка приймаємо установку ЛБУ- 50.

Установка змонтована на шасі автомобіля високої прохідності ЗИЛ-157К, від двигуна якого здійснюється привід усіх її механізмів. Для перевезення бурового інструменту передбачений двовісний причіп 2ПН4 масою 4800 кг

Через коробку відбору потужності, встановленої на роздавальній коробці автомобіля, приводяться коробка передач з маслonaсосами НШ- 46 і НШ- 10, лебідка з ударним механізмом і рухливий обертач. Коробка передач має чотири прямі і одну зворотну передачі. Лебідка установки планетарного типу, з гальмом спуску, з гальмом включення барабана і гальмом включення кривошипа ударного механізму. Привід лебідки здійснюють через циліндричний редуктор, пов'язаний з кутовим редуктором.

Привід обертача виробляють тригранним валом, що проходить через верхній редуктор, який у свою чергу пов'язаний вертикальним валом через запобіжну і зубчасту муфти з кутовим редуктором. При укладанні щогли зубчаста муфта переміщується гідроциліндром у верхнє положення.

Від шпинделя обертача буровому снаряду момент, що крутить, передається через патрон-перехідник, що фіксується кульками в кільцевій виточці шпинделя. До нижньої різьбової частини патрона кріплять перехідник, що має муфту з шестигранним отвором. Під'їм і опускання щогли виробляють гідродомкратами, штоки яких кріпляться до поперечного поясу. На щоглі установки кріпляться також кран-укосина для прибирання породи, гідравлічний ключ, кондуктор для опускання обсадних кілець та ін.

Для освітлення установки застосовують три фари. Джерелами живлення служать генератор і акумуляторна батарея автошасі.

Пульт управління розташований ліворуч по ходу. У пульта зосереджено важільне управління і щит гідроправління, гідророзподільника Р75В3, що містить, прилади реєстрації роботи і запуску двигуна і так далі

#### Технічна характеристика бурової установки ЛБУ- 50 [7]

Глибина буріння, м	50
Початковий діаметр свердловини, мм	200
Способи буріння	обертальний, ударно-канатний
Вантажопідйомність лебідки, кг	2500
Висота щогли, м	8,3
Вантажопідйомність щогли, кг	5000
Частота обертання, про/мін	14; 38; 63; 101
Частота ударів бурового снаряда, уд/мін	17; 48; 78; 126
Довжина інструментального каната, м	60
Швидкість навивки каната на барабан, м/з	0,47; 1,2; 2,13; 3,93
Потужність двигуна автомобіля ЗИЛ-157К, кВт	75
Маса, кг	9475

### 3.4 Породоруйнуючий інструмент

Забурювання свердловини полягає в проходці шурфу перерізом 1(1 м і завглибшки 1 м. На дно шурфу укладають хрестовину з отвором під направляючу трубу, а для центрування останньої на гирло свердловини встановлюють дошки з напівкруглими вирізами. Установку направляючої труби ведемо методом ходової колони, перевіряючи вертикальність труби схилом. У м'яких породах колона опускається вниз під дією власної ваги при чищенні свердловини желонкою. Якщо колона припиняє рух вниз, її занурюють в породу ударами забивного снаряда. Забивання труб ведемо постійно, оскільки припинення посадці труб навіть на незначний час може викликати її прихват гірською породою. Примусовий спуск колони припиняється, якщо після 70-80 ударів труби опустилися не більше ніж на 1



см. Посадка труб в цьому випадку поновлюється після поглиблення свердловини і її чищення.

Як породоруйнуючий інструмент використовуємо желонку з плоским одностулковим клапаном. Її діаметр має бути на 30-70 мм менше ніж діаметр труб, усередині яких ведеться очищення. Враховуючи вимоги Госту приймаємо діаметр желонки 114 мм.

Склад бурового снаряда ударна штанга, розсувна штанга, канатний замок.

#### Технічна характеристика бурового снаряда [6]

Діаметр обсадної труби, мм	194
Діаметр желонки, мм	114
Ударна штанга	
діаметр, мм	112
довжина, м	6; 4; 2
маса, кг	600; 305; 160
Розсувна штанга	
діаметр шийки, мм	112
хід ножиць, мм	250
маса, кг	112
Канатний замок	
діаметр, мм	112
маса, кг	38

Вибір ударної штанги здійснюємо таким чином.

Потрібну вагу ударної штанги визначимо з вираження

$$q_{\text{уд.ш}} = q_{\text{от}} l - (q_{\text{ж}} + q_{\text{з}} + 0,5q_{\text{р.ш.}})$$

де  $Q$  - маса бурового снаряда, кг;  $q_{\text{от}}$  - відносна маса бурового снаряда, для м'яких порід  $q_{\text{от}}=20$  кг/см;  $l$  - довжина леза желонки, см;  $q_{\text{ж}}$  - маса желонки, кг;  $q_{\text{з}}$  - маса канатного замку, кг;  $q_{\text{р.ш.}}$  - маса розсувної штанги, кг

$$q_{\text{уд.ш}} = 20 \cdot 3,14 \cdot 11,4 - (26 + 38 + 0,5 \cdot 112) = 596, \text{ кг}$$

Таким чином, для буріння вибираємо ударну штангу завдовжки 6 м і масою 600 кг

Буріння в інтервалі 6-30 м ведемо забивною склянкою.

До складу бурового снаряда входять ударна штанга, розсувна штанга, канатний замок.

#### Технічна характеристика бурового снаряда [6]

Діаметр бурової склянки, мм	127
Ударна штанга	
діаметр, мм	112
довжина, м	6; 4; 2
маса, кг	600; 305; 160
Розсувна штанга	
діаметр шийки, мм	112
хід ножиць, мм	250
маса, кг	112
Канатний замок	
діаметр, мм	112
маса, кг	38

Потрібна вага ударної штанги

$$q_{\text{удш}} = 20 \cdot 3,14 \cdot 12,7 - (26 + 38 + 0,5 \cdot 112) = 678, \text{ кг}$$

Для буріння вибираємо ударну штангу завдовжки 6 м і масою 600 кг

### 3.5 Шламовий режим

Буріння ведемо з подливом води. При цьому частки, відокремлювані від забою, переходять в зважений стан, підвищуючи в'язкість і щільність рідини. Це сприяє збільшенню опору руху снаряда, сила і удару і інструменту по забою і продуктивність буріння зменшується. В той же час збільшення в'язкості і щільності рідини у свердловині підвищує її здатність утримувати великі і важкі частки зруйнованої породи в зваженому стані. Якщо у свердловині немає води або її утримуюча здатність недостатня, частки породи осідають, на забої утворюється шламова подушка, що поглинає енергію удару долота. В результаті знижується продуктивність буріння і підвищується знос долота.

Щільність шламу має бути тим більше чим більше щільність породи, і чим більше частки, відокремлювані від забою. Виходячи з цих міркувань, щільність пульпи необхідно підтримувати в районі 1,5-1,7 кг/л, а висоту пульпи (при піднятому інструменті) 3-3,5 мм. З метою зменшення щільності пульпи перед початком нового рейсу необхідно доливати 20-30 л води.

### 3.6 Проектування режимів буріння

Проектування режимів буріння ведемо за методикою, викладеною в [8].

1. Для буріння під напрямом в інтервалі 0-6 м

Висоту скидання снаряда приймають залежно від твердості порід в межах 0,35-1,0 м, причому з підвищення твердості її слід збільшувати. Тому приймаємо  $h=0,4$  м

Раціональна частота ударів пов'язана з висотою скидання снаряда на забій наступною залежністю

$$n = 20\sqrt{\frac{a}{h}}$$

де  $a$  - прискорення при падінні снаряда в шламовому середовищі, при бурінні м'яких порода  $a=4,5$  м/с<sup>3</sup>.

$$n = 20 \sqrt{\frac{4,5}{0,4}} = 67, \text{ уд/мін}$$

Відповідно до технічної характеристики бурової установки ЛБУ- 50 приймаємо 78 уд/хв.

3. Буріння в інтервалі 6-30 м

Висоту скидання снаряда приймаємо  $h=0,6$  м

Частота ударів

$$n = 20 \sqrt{\frac{5}{0,6}} = 57, \text{ уд/мін}$$

Відповідно до технічної характеристики бурової установки ЛБУ- 50 приймаємо 48 уд/хв.

### **3.7 Заходи щодо попередження викривлення свердловин**

Оскільки в геологічному розрізі усі залягаючі породи приблизно одній фортеці, то немає геологічних причин для виникнення викривлення свердловини. Тому для попередження можливості викривлення використовуємо стандартні заходи [4].

Буровий верстат монтується строго горизонтально, на міцній основі. Перед остаточним закріпленням верстата ретельно перевіряємо правильність його установки в двох площинах: горизонтальній і вертикальній. Бурову щоглу встановлюємо так, щоб вісь свердловини виходила на збігаючий жолоб кронблока.

### 3.8 Заходи щодо попередження і ліквідації аварій і ускладнень

До ускладнень при ударно-канатном бурінні відносяться утворення піщаних пробок у свердловині при розтині пливунів, обвали стінок, звуження ствола і викривлення свердловини. Основними причинами аварій є: надмірне поглиблення свердловини нижче за черевик обсадної колони в нестійких породах; надмірний знос породорозрушаючого інструменту і його заклинювання; велике скупчення шламу на забої; невідрегульована відстань між лезом інструменту і забоем або збільшена висота його скидання при бурінні тріщинуватих і в'язких порід; порушення технологічного режиму буріння та ін.

Ці причини викликають наступні види аварій :

- прихват бурового снаряда шламом або породою, що обвалилася із стінок свердловини;
- обрив каната желонки;
- розгвинчування елементів бурового снаряда і залишення їх у свердловині;
- заклинювання суміжних обсадних колон.

З метою попередження аварій необхідно строго дотримувати технологію буріння. При зміні буримості породи треба встановити по шламу, яка порода розкрита, і прийняти відповідні заходи по зміні технології буріння. Елементи снаряда необхідно згвинчувати з великим зусиллям. На затягнутих різьбових з'єднаннях слід робити мітки і періодично оглядати їх стан.

Допустимий знос желонки по діаметру повинен складати не більше 3-5 мм. Буріння потрібно вести при натягнутому канаті. При чищенні свердловини желонку слід наповнювати шламом не більше 2/3 її об'єму, оскільки переповнювання желонки викликає її прихват. При раптовому відключенні електроенергії для виключення заклинювання необхідно підвести снаряд на 3-4 м від забою.

При складних аваріях на невеликих глибинах іноді буває доцільно ліквідувати свердловину і почати поруч бурити нову свердловину.



### 3.9 Ліквідація свердловин і ліквідаційний тампонаж

Після закінчення буріння свердловини проводиться комплекс робіт, спрямованих на відновлення порушеного свердловиною природного стану масиву гірських порід з метою охорони надр, а також рекультивація ділянки землі, займаної буровою. Виробляється ліквідаційне тампонування. Його мета полягає в тому, щоб ізолювати усі водоносні пласти корисної копалини від вступу в них по свердловині води. У гирло ліквідаційної свердловини залишають обсадну трубу на якій відмічають номер і глибину свердловини.

Об'єм глинисто-цементного розчину, що підлягає закачуванню у свердловину рівний [5]:

$$V_{гр} = 0,785(d_{вн.н.}^2 H_{н2} + D_{необ2}^2 H_{необ2}) = 3 \text{ м}^3$$

Глино-цементний розчин готуємо на базі бурового розчину додаючи  $m_{ц}=180-200$  кг тампонажного цементу і  $m_{с}=12$  кг рідкого скла на 1 м<sup>3</sup> глинистого розчину.

Тоді об'єм глинистого розчину необхідний для приготування глино-цементного розчину визначимо як

$$V_{гр} = V_{грц}/(1+m_{ц}/\rho)$$

де  $\rho$  - щільність цементу,  $\rho=3150$  кг/м<sup>3</sup>

$$V_{гр} = 3/(1 + 190/3,150) = 2,83 \text{ м}^3$$

Тоді необхідна кількість компонентів :

Глини

$$G_{\Gamma} = V_{\Gamma p} q_{\Gamma} = 2,83 \times 0,583 = 1,65 \text{ т}$$

Води

$$G_{\text{в}} = V_{\Gamma p} q_{\text{в}} = 2,83 \times 0,760 = 2,17 \text{ т}$$

цементу

$$G_{\text{ц}} = V_{\Gamma p} q_{\text{ц}} = 2,83 \times 0,19 = 0,54 \text{ т}$$

рідкого скла

$$G_{\text{с}} = V_{\Gamma p} q_{\text{с}} = 2,83 \times 0,012 = 0,034 \text{ т}$$

Перед початком тампонування свердловина промивається водою.

Тампонажний розчин нагнітається насосом через бурильні труби, опущені до забою. У міру заповнення свердловини розчином бурильні труби піднімаються.

### 3.10 Перевірочний розрахунок бурового інструменту та обладнання

#### Розрахунок інструментального каната [17]

Канат вибирають по максимальному розривному зусиллю рраз, яке визначається за формулою

$$P_{\text{раз}} = mkQ$$

де  $m$  - коефіцієнт надійності, для інструментального каната  $m = 10$ ;  $k = 1,5$  - коефіцієнт можливого прихвата снаряда в свердловині при підйомі;  $Q$  - маса бурового снаряда, кг.

$$P_{\text{раз}} = 10 \cdot 1,5 \cdot (605 + 26 + 38 + 0,5 \cdot 112) = 10875 \text{ кг} = 109 \text{ кН}$$

Використовуємо канат марки ЛК-Р діаметром 15 мм з маркувальних групою по тимчасовим опором розриву 1570 МПа. Його розрахункове зусилля розриву не менше 117 кН. Маса 1 м каната 0,844 кг.

### Розрахунок потужності приводу бурового верстата [12]

В процесі буріння двигун працює при спускопод'ємних операціях бурового снаряда, обсадних труб і чищенні свердловини желонкою.

Потужність, що витрачається на ударно-канатне буріння

$$N = \frac{Q_{\text{п}} h n}{17300}, \text{ кВт}$$

Д

е  $Q_{\text{п}}$  - повний вага бурового снаряда і каната, Н;  $h$  - висота скидання снаряда, м;  $n$  - число ударів в 1 хв.

$$Q_{\text{п}} = g(q_{\text{уд.ш.}} + q_{\text{ж}} + q_{\text{з}} + 0,5q_{\text{р.ш.}} + q_{\text{к}}), \text{ Н}$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння, м / с<sup>2</sup>

$$Q_{\pi} = 10 \cdot (605 + 26 + 38 + 0,5 \cdot 112 + 60 \cdot 0,844) = 7760 \text{ Н}$$

$$N = \frac{7760 \cdot 0,6 \cdot 48}{17300} = 13,2 \text{ кВт}$$

Потужність при добуванні інструменту зі свердловини на інструментальному барабані

$$N_{\text{из}} = \frac{1,2 Q_{\pi} v_{\text{б}}}{1000 \eta}, \text{ кВт}$$

де  $v_{\text{б}}$  - швидкість навивки каната на барабан, м / с (приймаємо максимальне значення);  $\eta$  - загальний ККД механізму підйому і передачі від вала двигуна ( $\eta = 0,75-0,8$ ).

$$N_{\text{из}} = \frac{1,2 \cdot 7760 \cdot 3,93}{1000 \cdot 0,75} = 49 \text{ кВт}$$

Так як потужність приводу бурового верстата ЛБУ-50 дорівнює 75 кВт, то він задовольняє умовам буріння.

### Перевірка щогли на вантажопідйомність [9]

Навантаження, яку повинна витримати щогла

$$Q_{\text{м}} = \left( 1 + \frac{2}{m \eta_{\text{т}}} \right) Q_{\pi}$$

де  $Q_p$  - повна маса бурового снаряда і каната, кг;  $m = 1$ , число струн талевої системи;  $\eta_T$  - к.к.д. талевої системи, при роботі на прямому канаті  $\eta_T = 0,95$ .

$$Q_M = \left(1 + \frac{2}{2 \cdot 0,95}\right) \cdot 776 = 1593 \text{ кг}$$

Так як вантажопідйомність щогли установки ЛБУ-50 дорівнює 5000 кг, то вона задовольняє умовам буріння.



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Встановлення програми режимних спостережень

Інженерно-геологічними називаються процеси, які виникають у природі в результаті втручання людини, а інженерно-геологічні явища - результат інженерно-геологічних процесів. Серед сучасних інженерно-геологічних процесів найбільшого впливу заслуговують ті, які супроводжуються інтенсивною зміною складу й будови або руйнуванням гірських порід, потужними динамічними впливами. [10]

Проаналізувавши інженерно - геологічні умови території (розділ 1 та розділ 2), приходимо до висновку про можливий розвиток наступних процесів: ущільнення, просадкові деформації, суфозія, техногенна активізація зсувного процесу. Умови й фактори розвитку процесів різні, але для них характерна залежність інтенсивності процесу, отже, наслідків від його прояву, від гідростатичних і гідродинамічних впливів водоносного горизонту ґрунтових вод.

Оскільки нахил потоку менше критичного, значної літологічної неоднорідності немає, імовірність прояву суфозії в цьому випадку мала, гідродинамічний тиск також малий. Підвищення рівня ґрунтових вод буде приводити до розвитку деформацій у просадних ґрунтах, що перебувають у зоні впливу об'єкта й подальшому розвитку зсувних процесів.

Ухвалюємо в якості головних факторів: гідростатичний вплив потоку на породи в зоні впливу житлового будинку й зміна властивостей у результаті гідростатичного впливу, навантажень від спорудження, формування зони розущільнення. До складу режимних спостережень повинні ввійти режимне гідрогеологічні дослідження й геофізичні.

Коли підземні води перебувають у русі й крім дії гідростатичного тиску виникає дія гідродинамічного тиску на частки породи. При напірних градієнтах, більших критичної відмітки, ґрунту захоплюється й несеться водою. При цьому

виникають явища виносу часток ґрунту - суфозія, пливуні. Але проаналізувавши матеріали вишукувань, та аналітичних розрахунки явище суфозії та пливунності ґрунтів не характерне для ділянки спостережень, але в майбутньому їх факт роз поширення виключати не можна. Також встановлено, що виникають процеси пов'язані з впливом ваги споруди на ґрунтову основу: це осадка, просадка, зсуви.

Тому доцільно назначити програму режимних спостережень за рівнем ґрунтових вод, визначити їх хімічний склад, а також зміну фізико-механічних властивостей ґрунту.

Програма інженерно-геологічних досліджень включає коротку характеристику обсягів і перелік видів робіт, необхідних для виконання режимних спостережень.

Ці роботи включають:

1. Польові дослідження.
2. Лабораторні дослідження.
3. Камеральні роботи.

До складу польових повинні ввійти гірничо-бурові роботи, геофізичні й гідрогеологічні дослідження, відбір проб ґранту, відбір проб води. Лабораторні дослідження включають визначення повного комплексу фізичних і фізико-механічних властивостей ґрунтів. Камеральні роботи полягають в обробці отриманих матеріалів.[4]

Проведемо заходи щодо відновлення свердловин в місцях проведення радіоактивного каротажу за 1991 рік, так як вони охоплюють весь периметр споруди, і по ним можна встановити закономірності зміни фізико-механічних показників ґрунту під кожним блоком будинку окремо. Це свердловини - св.1,РК-1; сверд. 2, РК - 2; сверд. 3, РК - 3; сверд. 4, РК - 4; сверд. 5, РК - 5 ; сверд. 6, РК - 6; сверд.7, РК - 7; сверд. 8, РК- 8; сверд. 9, РК- 9. Відновлення полягає в проходці нових спеціальних геофізичних свердловин та їх устаткуванні для виконання постійного контролю над станом ґрунтів у зоні впливу. Буріння виконати колонковим способом, діаметр буріння 132 мм., глибина 25 метрів.

Також назначимо гідрогеологічні вишукування, в пробурених свердловинах – сверд.10, сверд.11, сверд.12, (які розташовані по напрямку потоку підземних вод), розміщення свердловин показано на рисунку 5.1. Буріння виконати колонковим способом, діаметр 132 мм, глибина 22 метрів.

До польових вишукувань також відносяться: заміри рівня ґрунтових вод, та відбір проб на хімічний аналіз один раз в сезон. Польові вишукування проводити із свердловин 10, сверд.11 та сверд.12. Також доцільні маршрутні спостереження двічі на рік.

Лабораторні вишукування включають визначення властивості ґрунтів, відібраних при бурінні геофізичних та гідрогеологічних свердловин та виконання скороченого хімічного аналізу проб води.



Рисунок 4.1 Схема розташування спостережних свердловин.

## 4.2 Охорона праці

### 4.2.1 Техніка безпеки при бурінні свердловин. Загальні положення

До роботи на буровій допускаються особи, що досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд і визнані придатними до роботи в геологорозвідувальних організаціях.



Категорично забороняється присутність на території бурової сторонніх осіб і що знаходяться в нетверезому стані. Помітивши небезпеку, загрозову людям, спорудам, майну, бурильник зобов'язаний прийняти залежні від нього заходи для її усунення.

#### 4.2.2 Буріння. Спуск-піднімальні операції

Буріння повинне вестися в строгій відповідності з геолого-технічним одягом.

Перед включенням будь-якого механізму бурильник зобов'язаний подати сигнал, застережливий робітників про пуск механізму. Значення сигналів має бути відоме усім членам зміни. В процесі буріння забороняється:

- використовувати погнуті провідні штанги;
- застосовувати бурильні труби, знос яких перевищує допустимий.

Допустимий знос бурильних труб діаметром 50 мм залежно від глибини свердловини приведений нижче.

Діаметр труб в мм	48	48,5	49
Допустима глибина буріння в метрах	500	1200	понад 1200

В процесі буріння **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- працювати з необгородженим шпинделем бурового верстата;
- продавлювати за допомогою насоса пробки, що утворилися в трубопроводах;

Пускати в роботу насоси після тривалої зупинки зимою без попередньої перевірки прохідності трубопроводу. Не можна ремонтувати трубопроводи, сальник під час роботи промивального насоса. Усі шлангові з'єднання повинні виконуватися за допомогою стандартних пристроїв. Використання для цих цілей штирів, дроту, скоб і тому подібне не допускається. Під час спуск – піднімальних операцій забороняється:

1. Працювати за наявності несправності в лебідці бурового верстата; стояти в безпосередній близькості від труб, що спускаються або піднімаються, або елеватора;



2. Спускати труби з недовкрученими різьбовими з'єднаннями;

3. Тримати на вазі талеvu систему за допомогою вантажу, закріпленого на рукаві гальма або шляхом заклинювання рукава;

4. Працювати за відсутності сигналізації, механізму від перепідйому талевого блоку, а також поганому освітленні в нічний час.

При витяганні кернa з колонкової труби забороняється:

- перевіряти руками положення кернa в трубі;

- витягати керн шляхом струшування або нагрівання колонкової труби в підвішеному стані вона повинна утримуватися на вазі гальмом, керованим бурильником. Підвішувати трубу слід на вертлюга - пробку або елеватор, при цьому клямка затвора має бути застопорена.

Відстань від нижнього кінця труби до підлоги бурової не повинна перевищувати 2 сантиметрів.

#### 4.2.3 Спуск і підйом обсадних труб, цементування свердловини

Перед спуском або підйомом колони обсадних труб бурильник спільно з буровим майстром і механіком ділянки повинен перевірити стан бурової вишки, устаткування, паливної системи, КПП, фундаменту і розтяжок, надійність кріплення верстата до фундаменту. Виявлені недоліки мають бути усунені до початку робіт по спуску обсадних труб. Результати перевірки бурильник заносить в буровий журнал.

#### 4.2 4 Електробезпека

Загальні вимоги являються:

- захисне заземлення;

- занулення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, електричний розподіл мереж, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин;

- компенсація струмів замикання на землю;
- захисні пристрої;
- блокування, знаки безпеки;
- засоби захисту і запобіжні пристосування.

#### 4.2.5 Протипожежні заходи

Бурильник зобов'язаний добре знати правила пожежної безпеки при виконанні геологорозвідувальних робіт і вимагати від своїх помічників строгого дотримання їх.

Навколо бурової установки в радіусі 50м має бути викошена трава, а територія очищена від вітролому і листя.

Норми оснащення бурової установки протипожежним устаткуванням :

1. Вогнегасники:

а) пінні - 4 шт.

б) вуглекислотні - 1 шт.

2. Ящики з піском місткістю 0,5 м куб. і лопатою - 4 шт.

3. Цебро пожежники - 4 шт.

4. Бочка з водою місткістю 250 л - 1 шт.

5. Шанцевий інструмент (сокира, багор, лом) - 2 компл.

Палити на буровій заборонено.

Для куріння повинно бути виділено і спеціально обладнано місце.

Бурові вишки, щогли самохідних або пересувних установок в цілях грозозахисних повинні мати заземлення не менше чим в 2-х точках, окремо від контуру захисного заземлення. Опір заземлюючих пристроїв має бути не менше 10 ом.

Забороняється під час грози виробляти які-небудь роботи, а також знаходитися на відстані ближче 10 м від заземлюючих пристроїв грозо - захисту.

#### 4.2.6 Аварійні роботи

Виробництво аварійних робіт на свердловині, особливо ліквідація прихватів бурового снаряда, пов'язано з накладенням великих навантажень на бурову вишку, талеву систему, буровий верстат і розтяжки бурової вишки. Тому перед ліквідацією аварії і після неї вищезгадане бурове устаткування повинне піддаватися ретельній перевірці.

#### 4.2.7 Режимні спостереження

При проведенні режимних спостережень необхідно:

- обстежити об'єкти режимних спостережень та вибрати безпечні маршрути пересувань. Небезпечні місця (карстові воронки, провали, топи та «вікна» на болотах) позначити на місцевості; у випадку неможливості їх обходу слід обладнати переходи;
- скласти схему, план та графік проведення спостережень;
- закріпити за кожною групою ділянки з вказівками точного маршруту пересування;
- при направленні групи на віддалені ділянки визначити місця проміжних ночівель та контрольний час повернення групи.

Забороняється при проведенні режимних спостережень:

- направляти для замірів групу не менше 2 чоловік;
- проводити спостереження у заметіль, завірюху та в темний час доби.

При проведенні режимних спостережень можливо виникнення аварійних ситуацій, поломок насосів та іншого обладнання у такому разі необхідно проводити ремонтні роботи. Ремонт виконується згідно правил:

- буровий підйомник повинний бути ретельно відцентрований за віссю свердловини;

- забороняється при чищенні піщаних пробок желонкою:

- а) спорожнити желонку безпосередньо на стелю робочої ділянки;
- б) спускати желонку при утворенні слабини канату. Останній повинний бути негайно намотаний на барабан лебідки;
- в) стояти біля устя свердловини під час спуску і підйому желонки;
- г) проводити роботи у фонтануючих свердловинах.

- у випадку зісковзання тартального канату з відтяжного ролика або крон-блокового шківу необхідно припинити спуско-підйомні операції, а канат для заведення його до ролику (шків) надійно закріпити на устя свердловини двома затисками, розташованими хрест-навхрест;

- насос і нагнітальний трубопровід (шланг), арматура повинні бути спресовані. На насосі необхідно установити манометр і запобіжний пристрій, відповідний шланг якого повинний бути спрямований у прийомну ємність і закріплений.

- промивний шланг повинен мати петльову обвивку з м'якого металевого канату, що міцно прикріплений до вертлюга і стояку;

- при промиванні піщаної пробки водою промивну рідину необхідно відводити в промивну каналізацію або на відстань, що виключає її попадання до свердловини.

Таким чином, при проведенні будь-яких гідрогеологічних спостережень, включаючи режимні, необхідне неухильне дотримання всіх правил безпеки, які передбачені справжніми Правилами. Всі роботи повинні проводитися за підтвердженими проектами, які містять розділ по техніці безпеки.

#### 4.2.8 Санітарія і гігієна

Для боротьби з шкідливими виробничими чинниками і профілактики захворювань повинні прийматися наступні заходи:

- удосконалення технологій виробництва;
- обладнання роздягальень, сушок для зволоженого одягу, душових і так далі;
- забезпечення тих, що працюють спецодягом, спец взуттям і засобами індивідуального захисту;
- тримання робочих місць в чистоті і порядку.

Для миття працівників після роботи на виробничих ділянках повинні розміщуватися душові. Душові повинні розміщуватися в приміщеннях суміжних зі вбиральнями. Робітники повинні забезпечуватися кип'яченою або газованою водою.

Пункти харчування влаштовуються працівникам в години внутрішньо-змінної перерви.

Для захисту від шуму застосовують спеціальні навушники, шоломи (каска), еластичні вкладиші, тампони з волокнистих матеріалів. Засоби індивідуального захисту мають бути простими і зручними в експлуатації.

### 4.3 Охорона навколишнього середовища

З метою запобігання забрудненню навколишнього середовища і збереження земельних угідь при виробництві геологорозвідувальних робіт будуть проводитися наступні заходи:

1. Установку вишок виробляти тільки оформлення відводів земель у тимчасове користування відповідно до земельного кодексу України.
2. Перед початком робіт місцезнаходження свердловин необхідно погоджувати із землекористувачами, уточнюючи місце заходження свердловин і терміни відведення земель, потрави і збитки.



3. Перед виконанням робіт з метою запобігання забрудненню ґрунту передбачається зняття з майданчика робіт чорнозему. Чорнозем складається і зберігається для відновлення ґрунтово-рослинного шару.

4. Відпрацьовані реагенти і розчини в процесі буріння і після закінчення робіт повинні бути вивезені у спеціально відведені місця. В процесі буріння вживаються заходи, що не допускають витоку реагентів, розчинів, масел в поверхневі водотоки і водосховища. Місця витоків паливно-мастильних матеріалів розчищаються, заражений ґрунт знімається і відвозиться у відповідні місця.

5. Керн відвозиться з бурової повністю і ліквідується згідно з інструкцією по зберіганню і ліквідації керна свердловин.

6. Для виключення забруднення підземних вод все свердловини тампонується відповідно до "Інструкції з проведення ліквідаційного тампонування свердловин 1979"

7. Після закінчення робіт у місячний термін на кожній свердловині займає площа очищається від сторонніх предметів і матеріалів, проводиться повна рекультивация землі, яка потім здається землекористувачу за актом

## Висновки

Мета роботи – розробка технології буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро – повністю виконана згідно завдання.

Практичні результати виконаної кваліфікаційної роботи:

- виконано аналіз геологічної будови і характеристики району робіт; обґрунтовано конструкцію свердловини;
- розроблено технологію буріння інженерно-геологічних свердловин в Центральному районі м. Дніпро;
- здійснено обґрунтування бурового устаткування;
- обґрунтовано породоруйнуючий інструмент, технологія кріплення свердловини;
- проведено аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.

## Література

1. Тихонов Н.В., Мамотин М.А. Ремонт геологоразведочного оборудования.- М.:Недра, 1985.
2. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирувание геологоразведочных скважин. – М.:Недра, 1989.
3. Рязанов А.А. Справочник по буровым растворам. - М.: Недра, 1979.
4. Сулакшин С.С., Направленное бурение. Учебник для ВУЗов. – М.:Недра, 1987.
5. Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н., Кудряшов Б.Б и др. Технология и техника разведочного бурения. – М.: Недра, 1989.
6. Волков А.С. Буровой геологоразведочный инструмент. – М.: Недра, 1979.
7. Справочник по бурению скважин на воду. Под ред. Проф. Д.Н.Башкатова. – М.: Недра, 1979.
8. Специальные работы при бурении и оборудовании скважин на воду. Справочник. Д.Н.Башкатов и др. – М.: Недра, 1988.
9. Дудля М.А. Проектування бурових машин та механізмів. – К.: Вища школа, 1994.
- 10.Калинин А.Г., Левицкий А.З. Технология бурения разведочных скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые. --М.: Недра, 1988.
- 11.Иогансен К.В. Спутник буровика. – М.: Недра, 1989.
- 12.Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: 2-х томах по ред. Проф Е.А. Козловского. М.: Недра. 1984
- 13.Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин.- М.: Недра. 1983.
- 14.Техника безопасности при геологоразведочных работах. Бочаров А.И., Бургин О.А. Организация безопасного ведения геологоразведочных работ. - М.: Недра. 1981