

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, магістра)

студента Єременка Олександра Олеговича
(ПІБ)

академічної групи 184-18ск-1 ГРФ
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин»
(офіційна назва)

на тему Розробка технології спорудження водозабірних та інженерно-геологічних свердловин для умов Городнянського району Чернігівської області
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ігнатов А.О.			
розділів:				
Технологічний	Ігнатов А.О.			
Охорона праці та навколишнього середовища	Савельєв Д.В.			
Рецензент	Терешкова О.А.			
Нормоконтролер	Расцветаєв В.О.			

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння
(повна назва)Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 04 » травня 2021 року

ЗАВДАННЯ**на кваліфікаційну роботу****ступеня** бакалавра

(бакалавра, магістра)

студенту Єременку Олександр Олександровичу академічної групи 184-18ск-1 ГРФ
(прізвище та ініціали) (шифр)**спеціальності** 184 Гірництво**спеціалізації** _____**за освітньо-професійною програмою** «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин»**на тему** Розробка технології спорудження водозабірних та інженерно-геологічних свердловин для умов Городнянського району Чернігівської області

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Технологічний</i>	<i>Геолого-географічна та літологічна характеристика ділянки проведення робіт. Проектування технології буріння розвідувально-експлуатаційної водозабірної свердловини в умовах осадових порід, схильних до обвалів і поглинань, розробка схеми і технічного супроводу обладнання свердловини. Розробка техніко-технологічних рішень щодо проведення інженерно-геологічних вишукувань та складання регламенту запобігання ускладнень при бурінні відповідних свердловин, що унеможливило виникнення позаштатних ситуацій.</i>	02.06.21 р.
<i>Охорона праці та навколишнього середовища</i>	<i>Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.</i>	04.06.21 р.

Завдання видано _____ Ігнатов А.О.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)Дата видачі 04.05.2021 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 08.06.2021 р.Прийнято до виконання _____ Єременко О.О.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 8 рис., 17 табл., 2 додатки, 28 джерел.

ВОДОЗАБІРНА СВЕРДЛОВИНА, ПРОДУКТИВНИЙ ГОРИЗОНТ, ФІЛЬТР, ЕРЛІФТ, НАСОС, ГІРСЬКА ПОРОДА, ПРОМИВАННЯ, ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ.

Сфера застосування розробки – буріння водозабірних та інженерно-геологічних свердловин.

Об'єкт розроблення – технології спорудження водозабірних свердловин з дрібнозернистими піщаними породами-колекторам та проведення свердловинних інженерно-геологічних вишукувань.

Мета роботи – розробка прогресивних технологій спорудження водозабірних та інженерно-геологічних свердловин, що ґрунтуються на ефективних методах руйнування гірських порід, отримання кернових зразків, обладнання водоносних горизонтів та проведення відповідних свердловинних робіт.

Новизна одержаних результатів – на підставі аналізу гідрогеологічних та інженерних умов, обґрунтовано техніко-технологічні і режимні параметри процесу спорудження та обладнання водозабірної свердловини, а також визначено регламент проведення геологічних вишукувань; надано змістовну характеристику техніко-технологічному супроводженню проведення всього комплексу свердловинних робіт.

Практичні результати – розроблено цілісні технології спорудження гідрогеологічних та інженерно-геологічних свердловин, а також запропоновано удосконалений регламент проведення свердловинних робіт у водозаборах, які представлені піщаними породами-колекторами, що можуть бути впроваджені на ділянках з однойменними гідрогеологічними умовами; розглянуто питання охорони праці при виконанні бурових робіт та надано рекомендації з охорони надр, шляхом обґрунтування вимог до зон санітарної охорони водоносних горизонтів.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення техніко-економічних показників спорудження водозабірних свердловин та проведення інженерно-геологічних вишукувальних робіт.

ЗМІСТ

	Вступ.....	5
Розділ 1	Характеристика геолого-технічних та гідрогеологічних умов проведення бурових робіт.....	7
1.1	Загальні відомості про район проектних робіт.....	7
1.2	Геологічна та гідрогеологічна характеристики району робіт....	10
1.3	Гірничо-геологічні умови буріння проєктованих свердловин..	13
Розділ 2	Техніко-технологічна частина.....	17
2.1	Вибір і розрахунок водоприймальної (фільтрової) частини свердловини.....	17
2.2	Вибір та розрахунок параметрів водопідіймальних установок.	20
2.3	Вибір способу буріння і конструкції свердловини.....	25
2.4	Вибір необхідного бурового устаткування і інструменту.....	28
2.5	Вибір очисного агента.....	30
2.6	Розробка параметрів технології буріння.....	31
2.7	Розрахунок цементування гідрогеологічної свердловини.....	33
2.8	Розкриття і освоєння водоносного горизонту свердловини.....	35
2.9	Монтаж фільтру і водопідіймальної установки.....	36
2.10	Розробка технології проведення інженерно-геологічних вишукувань.....	38
Розділ 3	Охорона праці.....	49
Розділ 4	Охорона навколишнього середовища.....	59
	ВИСНОВКИ.....	64
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
	ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	67
	ДОДАТОК Б Відзив на кваліфікаційну роботу.....	68

ВСТУП

Важливість бурових технологій в процесах пошуку, розвідки, дослідження і експлуатації корисних копалин – різного походження та призначення – переоцінити важко; відомо роль вони також відіграють у разі виконання робіт із водопостачання та інженерно-геологічного вишукування.

Вивчення широкого кола інформаційних джерел аргументовано доводить, що в Україні та за її межами будуються значна кількість водозаборів (насамперед свердловинного виконання) для міського, промислового і сільськогосподарського водопостачання, а теж меліорації. Категорія так званих гідрогеологічних свердловин обов'язково включає в себе велику групу відповідних гірських виробок, буріння яких переслідує мету зниження рівня ґрунтових вод або видобутку мінеральних термальних вод. Беззаперечним є наступне твердження: останнім часом прослідковується формування загальної тенденції постійного збільшення об'ємів гідрогеологічного буріння.

Деякі спільні ознаки із спорудженням гідрогеологічних свердловин мають технології проведення інженерно-геологічних вишукувань, які виконуються з необхідності вивчення природних і техногенних умов територій (ділянок) об'єктів будівництва, розроблення прогнозів взаємодії об'єктів будівництва з навколишнім середовищем, розроблення усіх видів проектів (у тому числі інженерної підготовки територій, захисту територій і об'єктів від небезпечних процесів).

Результати інженерних вишукувань повинні містити дані щодо умов ділянки будівництва (з урахуванням прогнозу їх можливих змін протягом будівництва й експлуатації), необхідні для: вибору типу, конструкцій, глибини закладання і розмірів фундаментів, визначення необхідності інженерної підготовки природних чи улаштування штучних основ, встановлення виду й обсягу інженерних заходів щодо облаштування ділянки чи захисту території від небезпечних процесів.

Інженерно-геологічні дослідження за свій основний інструментарій мають процес та результати спорудження відповідних свердловин. Саме вони дозво-

ляють безпосередньо вивчати особливості геологічного розрізу, проводити відбір зразків ґрунту з метою визначення його складу, стану і фізико-механічних властивостей; ставити різного роду дослідні роботи у свердловинах для визначення гідрогеологічних і інших характеристик.

Споруджувані свердловини гідрогеологічного призначення, в переважній більшості випадків, відносяться до групи розвідувально-експлуатаційних, що буряться як експлуатаційні, з відповідними діаметрами буріння і фільтрами, але в умовах недостатньої інформації про геологічні і гідрогеологічні особливості ділянки робіт. Означене зумовлює формування до них деяких специфічних вимог, які полягають у забезпеченні можливості проведення певних гідрогеологічних дослідних робіт (визначення наявності та характеру проникнення водонесних горизонтів в даному геологічному розрізі). У випадку позитивності дослідних робіт, а саме встановлення необхідних якісних характеристик підземних вод та виявлення переконливої можливості експлуатації об'єкту з заданим дебітом, такі свердловини після здачі замовнику вважаються експлуатаційними.

Продуктивність водозабірних свердловини, багато в чому, визначається способом розкриття водонесного горизонту та властивостями відповідної промивальної рідини. Можлива реалізація наступних способів перебудування водонесних пластів: прямий (промивальна рідина подається до породоруйнівного інструменту по бурильних трубах і по кільцевому проміжку між бурильними трубами і стінками свердловин піднімається на поверхню) та зворотній (промивальна рідина поступає у свердловину через герметично закрите гирло по стовбуру свердловини і піднімається по бурильних трубах на поверхню).

Характерною особливістю вивчення гірських порід з інженерно-геологічною метою є оцінка їх здатності протидіяти механічному, фізичному та іншим видам впливу. Особливою ретельністю повинні відрізнятися дослідження спрямовані на визначення водопроникності порід, їх здатності зберігати і, відповідно, змінювати свої властивості, коли вони стають об'єктом інженерної діяльності. Одночасно повинні задовольнятися вимоги відсутності негативних впливів на навколишнє середовище.

Розділ 1. Характеристика геолого-технічних та гідрогеологічних умов проведення бурових робіт

1.1 Загальні відомості про район проектних робіт

Відповідно до геоструктурного ділення [1], район майбутнього водозабору розташований в межах північно-східного крила геологічної формації – Дніпровсько-Донецька западини (ДДЗ) (рис. 1.1).

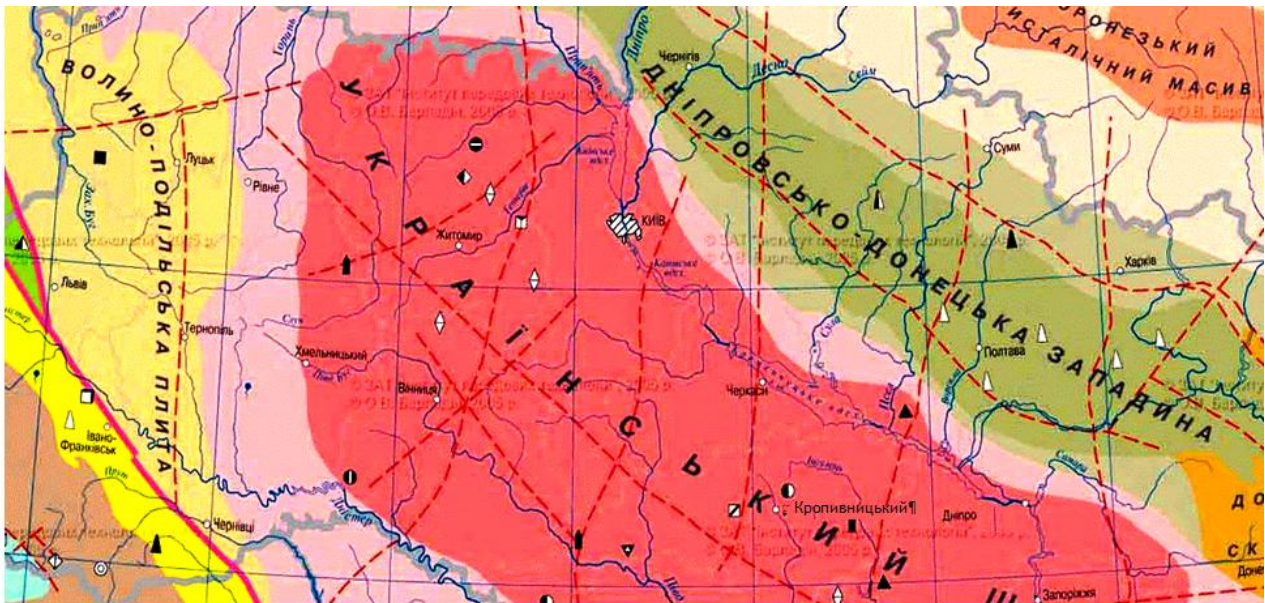


Рисунок 1.1. Фрагмент карти геоструктурного районування території України

Геологічна будова ДДЗ характеризується глибокозалягаючим положенням кристалічного фундаменту і великою потужністю осадових відкладів палеозою, мезозою та кайнозою [2].

В геоморфологічному відношенні територія проектованої системи водозабору знаходиться в межах Городянської моренно-зандрової рівнини Придніпровської низовини [3]. Рельєф слаборобистий і має загальний уклін з північного сходу на південний захід в сторону долин річок Дніпра і Десни із зменшенням абсолютних позначок сучасної денної поверхні від +142 до +130 м.

Будівництво водозабору та проведення відповідного комплексу інженерно-геологічних вишукувань, здійснюється з метою забезпечення надійного фун-

кціонування системи водопостачання побутових та промислових об'єктів м. Городня Чернігівської області.

Місто Городня розташоване на берегах річки Чибриж – це прикордонне місто на півночі Чернігівської області; колишній адміністративний центр Городнянського району Чернігівської області, що нині є частиною укрупненого Чернігівського району (з адміністративним центром у місті Чернігів) [4]; площа міста становить 12,2 км². Через місто проходять міжнародні автомобільний та залізничний шляхи. Біля міста знаходяться найбільші в області не освоєні родовища торфу, червоної глини. Ґрунти – середньо-слабопідзолисті.

Майже вся Чернігівщина входить до складу Придніпровської низовини, лише невелика частина на північному сході – до складу Середньої височини [1]. Чернігівські землі лежать у лісовій смузі – Чернігівське Полісся. Чернігівщина являє собою легкохвилясту рівнину, яка має загальний похил з північного сходу на південний захід. Рівнини розчленовані долинами рік до 50 м. Чернігівщина є одним з найбагатших регіонів України за запасами водних ресурсів.

У місті Городня, серед інших, діють такі відносно потужні підприємства: ЗАТ «Городнянський комбікормовий завод», ВАТ «Городнянський механічний завод», Городнянське районне дочірнє агролісогосподарське спеціалізоване підприємство «ГОРОДНЯРАЙАГРОЛІСГОСП», ТОВ «Рескі Хрипівка».

Екологічна ситуація в місті сприятлива завдяки низькому рівню розвитку промисловості [5]. Туризм один з перспективних напрямків розвитку економіки. У місті є чимала кількість незайнятої землі.

Будівництво системи водозабору проектується на лівому березі річки Чибриж – територія нині діючого водозабору за адресою: вул. Чернігівська, 63 в м. Городня. Територія, де планується розмістити артезіанські свердловини, розташована в межах зони санітарної охорони суворого режиму існуючого центрального водозабору м. Городня по вул. Чернігівській, 63 на землях Городнянської міської ради.

Рельєф території майданчика – рівнинний, з доволі вираженим ухилом в південному напрямі. Територія існуючого водозабору, на якому передбачається

планована діяльність, має існуюче огороження та в'їзд зі сторони II провулку Чернігівського.

Територія існуючого водозабору межує:

- із заходу – Автовокзал, житлові будинки садибного типу,
- зі сходу – житлові будинки садибного типу,
- з півдня – колишній виробничий комбінат (не працює),
- з півночі – житлові будинки садибного типу.

Клімат Чернігівщини – помірно-континентальний з достатньою кількістю опадів, теплим літом (із середньодобовим інтервалом від $+18^{\circ}\text{C}$ до $+19,5^{\circ}\text{C}$ у липні) і порівняно м'якою зимою (із середньодобовим інтервалом від -6°C до 8°C у січні).

Період з температурою понад 10°C – 150 - 160 днів на рік. Кількість опадів на рік – 500 - 600 мм. Зареєстровані максимальна і мінімальна температури повітря відповідно становлять $+38^{\circ}\text{C}$ та -36°C .

Сніговий покрив спостерігається з середини листопада до початку квітня. Більш ранні дати появи снігового покриву відносяться до початку жовтня, а найпізніші дати сходу – до кінця квітня. Стійкий сніговий покрив зимою спостерігається щорічно. Середня висота снігового покриву досягає 25 см, максимальна – 70 см. Найбільша глибина промерзання ґрунту – 130 см.

У теплий період року переважаючими є вітри північно-західних напрямків, у холодний період – західних і від південно-східних до південно-західних. Середня річна швидкість вітру становить 3,5 м/с.

При виконанні робіт з буріння розвідувально-експлуатаційних та інженерно-геологічних свердловини в м. Городня Чернігівської області можливі наступні ймовірні впливи на довкілля [6].

Ґрунти – вплив допустимий; ділянка під будівництво розташована в межах існуючого водозабору; передбачені такі заходи щодо збереження рослинного шару ґрунту при проведенні земляних робіт: його зняття та складування у тимчасовий відвал, проведення планування ділянки.

Водне середовище – скидання стічних вод у поверхневі водні басейни не передбачається.

Геологічне середовище – вплив виявляється у вигляді порушення нормативного стану геологічного розрізу в процесі буріння свердловини – вилучення породи і залишення металевих обсадних труб і тампонажних матеріалів.

Повітряне середовище – зазнає тимчасового впливу в період будівництва при роботі двигунів внутрішнього згорання автоспецтехніки, продуктами згорання електродів при проведенні зварювальних робіт та пилевикадами під час земляних робіт.

Кліматичні фактори (у тому числі зміна клімату та викиди парникових газів) – змін мікроклімату в результаті планованої діяльності не передбачається, оскільки відсутні значні виділення теплоти, інертних газів, вологи; особливості кліматичних умов, які сприяють зростанню інтенсивності впливів планованої діяльності на навколишнє середовище – відсутні.

1.2 Геологічна та гідрогеологічна характеристики району робіт

В геологічній будові ділянки проєктованих робіт – до глибини нижнього водоупору промислового водоносного комплексу, який утримується у сеноман-нижньокрейдових відкладах, приймають участь відклади юрської, крейдової, палеогенової та четвертинної систем [7], які мають суцільне розповсюдження.

Нижній водоупор водоносного комплексу [8] сеноман-нижньокрейдових відкладів представлений водотривкими глинистими відкладами потужністю до 25 м. Глибина залягання покрівлі змінюється від 450 до 500 м.

У складі крейдової системи виділяються загалом піщані відклади альб-сеноманського та глинисто-мергельно-крейдяні відклади турон-маастрихтського ярусів. Перекривається водоносний комплекс водотривкими мергельно-крейдовими відкладами регіонального розповсюдження. В районі проєктних свердловин, на прикладі свердловини № 3868, водотривкі відклади очікуються загальною потужністю 307 м (рис. 1.2).

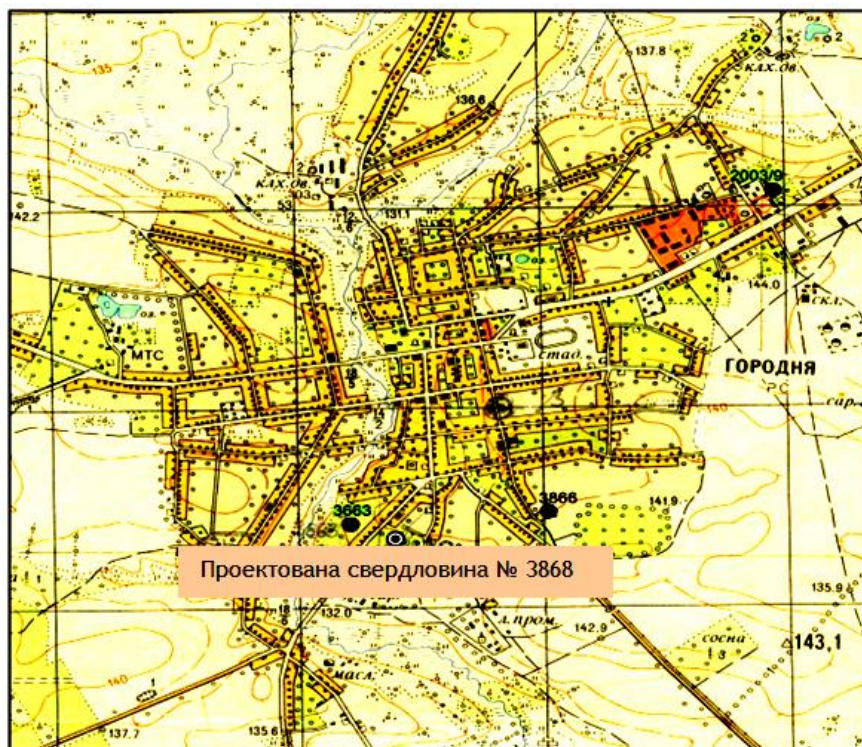


Рисунок 1.2. Оглядова карта діючих та проектованого водозаборів (м. Городня Чернігівської області)

Водовміщуючі породи представлені пісками різнозернистого складу, прошарками глинистими, зі стяжіннями кременів та пісковиків. Потужність водовміщуючих порід до 40 - 65 м.

В проектній свердловині альб-сеноманські відклади очікується зустріти на глибині 437 м потужністю 64 м.

Покрівля водоносного комплексу залягає на глибині 415,0 - 440,0 м.

За гідрогеологічним районуванням територія проектованої ділянки відноситься до Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, який характеризується великою кількістю потужних водоносних горизонтів, сформованих у відкладах з акумулюючими властивостями [9].

Для Городнянської моренно-зандрової рівнини характерним є розвиток пошаровозалягаючих водоносних горизонтів, розміщених у четвертинних утвореннях, полтавсько-харківських відкладах палеоген-неогену, бучацьких відкладах палеогену та сеноман-альбських відкладах крейди.

На території, що розглядається виділяється декілька основних водоносних

горизонтів, які широко використовуються для водопостачання:

1. Водонесний горизонт в олігоценних відкладах (P_{2-3hr});
2. Водонесний горизонт еоценових відкладів бучацької і канівської світ (P_{2bc+kn});
3. Водонесний комплекс сеноман-нижньокрейдних відкладів (K_1+K_2s).

Водонесний комплекс свердловини № 3868 приурочений до сеноман-нижньокрейдних відкладів крейдової системи та має суцільне розповсюдження в районі запроектованого водозабору. Водомісткі породи представлені сеноманськими дрібнозернистими і альбськими різнозернистими пісками з прошарками та лінзами пісковиків та глин потужністю 0,2 - 0,7 м. Загальна потужність водонесної товщі в районі майбутнього водозабору змінюється від 35 до 65 м.

Покрівлею водонесного горизонту на всій площі його розповсюдження служать водотривкі глинисто-мергельно-крейдяні відклади турон-маастрихтського ярусу крейдової системи середньою потужністю близько 300 м. Нижнім водоупором промислового водонесного горизонту є переважно глинисті відклади готерив-баремського ярусів крейдової системи значної потужності. Підземні води горизонту високонапірні. П'езометричні рівні встановлюються на глибинах від 25 до 50 м, напори становлять 380 - 410 м. Дебіти свердловин, обладнаних на даний водонесний горизонт, коливаються в межах 7 - 20 л/с при зниженнях рівня 25 - 100 м відповідно. Питомий дебіт становить 0,20 - 0,25 л/с. За хімічним складом води горизонту гідрокарбонатні натрієві, прісні (мінералізація 0,25 - 0,43 г/дм³), м'які і дуже м'які (загальна жорсткість 0,8 - 2,4 мг-екв/дм³).

Вміст у воді шкідливих макрокомпонентів не перевищує граничнодопустимих концентрацій. За якістю підземні води горизонту відповідають вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Живлення водонесного комплексу відбувається за межами території водоспоживання за рахунок перетоку підземних вод із вищезалігаючих водонесних горизонтів. Розвантаження водонесного комплексу альб-сеноманських відкладів здійснюється у вищезалігаючі водонесні горизонти еоценових відкладів палео-

генової системи та алювіальних відкладів четвертинної системи південніше м. Києва, куди і направлений потік підземних вод.

За результатами попередніх бурових робіт встановлено, що товща ґрунтів майданчика вишукувань є неоднорідною, в її межах виділено чотири шари, яким відповідають чотири інженерно-геологічних елемента (ІГЕ) [10]. У відповідності до класифікації ДБН А.2.1-1-2008 за сукупністю ознак інженерно-геологічні умови на ділянці відносяться до II категорії складності.

Рівень ґрунтових вод на проєктованій ділянці не відкритий.

Майданчик за потенційною підтоплюваністю відноситься до не підтоплених територій ґрунтовими водами.

За сейсмічними властивостями ґрунти майданчика відносяться до III категорії.

1.3 Гірничо-геологічні умови буріння проєктованих свердловин

До складу проєктованих заходів, на розглядуваній ділянці, входить такі основні: буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини (№ 3868) глибиною 508 м, продуктивністю 60 м³/год (1272 м³/добу); будівництво насосної станції над водозабірною свердловиною з облаштуванням водонапірної башти, укомплектованої необхідним технологічним обладнанням, чому буде передувати комплекс відповідних інженерно-геологічних вишукувань [11]; електропостачання ділянки проєктованих робіт; благоустрій зони санітарної охорони суворого режиму.

Послідовність виконання технологічних операцій під час спорудження свердловини [12]: буріння свердловини (буде виконуватися роторним способом буровим станком УБВ-600 з прямим промиванням глинистим розчином; обсаджування колонами труб з подальшим їх цементуванням для ізоляції експлуатаційного водоносного горизонту від поверхневого забруднення та виключення проникнення вод вищезалягаючих водоносних горизонтів у затрубний та міжтрубний простір; затрубна цементация обсадних колон водозабірної експлуата-

ційної свердловини з виведенням на 0,5 м вище поверхні землі; герметизація гирла свердловини.

Подача води для буріння свердловини передбачена з існуючих внутрішньомайданчикових систем існуючого водозабору.

Після виконання бурових робіт передбачається виконати дослідну відкачку з метою встановлення параметрів та продуктивності водоносного горизонту. Дослідна відкачка необхідна для визначення дебіту свердловини і його залежності від зниження рівня. Відкачка буде проведена експлуатаційним насосом на два зниження, починаючи з меншого, тривалістю по 5 діб кожне. При більшому зниженні відкачка, згідно ДБН В.2.5-74:2013, буде проводитись з дебітом, що на 25 - 30% більше. При відкачці декілька разів зупиняють електронасос і після включення протягом 1-ї години відбирають на виході струменю воду в прозору скляну тару для перевірки наявності в воді піску та каламуті. Відкачка насосом може бути припинена тільки після повної відсутності у воді механічних домішок. Після кожного зниження за загальноприйнятою методикою проводяться заміри відновлення рівня води протягом 5 діб. Перед першим відновленням рівня буде відібрано пробу на скорочений хімічний аналіз, перед другим – на повний хімічний аналіз згідно з вимогами Державних санітарних норм та правил. Після закінчення дослідних робіт і відновлення рівня до усталеного, свердловина буде оснащена насосом для експлуатаційної відкачки з проектним дебітом.

В кінці експлуатаційної відкачки передбачено відбір проб на бактеріологічний аналіз.

Після завершення всіх робіт передбачається герметизація гирла свердловини, на якому передбачено встановлення триходового крану для відбору проб води на хімбаканалізи.

Для забору води із свердловини над нею запроектована насосна станція першого підйому. Враховуючи гідрогеологічні умови площадки, вимоги щодо розміщення необхідних контрольно-вимірювальних приладів, запірно-регулюючої арматури та технологічного обладнання, а також можливість монтажу і демонтажу насосу із застосуванням засобів механізації насосна станція

запроектована підземного типу, однокамерна.

Влаштування насосної станції підземного типу виключається можливість замерзання води в трубах взимку, так як глибина встановлення оголовку свердловини та водоводу буде нижче глибини промерзання ґрунту. Також створюються вільний доступ засобів механізації до гирла свердловини над яким будуть розташовуватися люки камери насосної станції.

В табл. 1.1 приведена геолого-гідрогеологічна характеристика розрізу зверху вниз.

Таблиця 1.1

Геолого-гідрогеологічна характеристика розрізу водозабірної свердловини (м. Городня)

Геологічний індекс	Короткий опис порід	Глибина підшви шару, м	Категорія за буримістю	Зони можливих ускладнень
Н	Пісок дрібнозернистий з прошарками суглинків	20	II	
prQ	Пісок дрібнозернистий	46	I	Часткове поглинання промивальної рідини
P	Алеврит	75	IV	
	Мергель	81	IV	
	Пісок дрібнозернистий	85	I	Часткове поглинання промивальної рідини
	Глина	92	III	Набрякання порід, звуження стовбуру
K	Пісок дрібнозернистий	110	I	
	Пісок тонкозернистий глинистий	130	II	
	Крейда	437	III	Обвалення стінок свердловини
K _{2s}	Пісок дрібнозернистий глинистий	445	II	
	Пісок дрібнозернистий водоносний	492	II	
D _{2nr}	Глина	508	III	

Коротко проектний геологічний розріз можна охарактеризувати так: категорія порід за буримістю – від I до IV. При бурінні можливі наступні ускладнення: часткове поглинання промивальної рідини; набрякання порід і, як слідство, звуження стовбуру; обвалення стінок свердловини. Водоносний горизонт потужний (47 м), складений дрібнозернистим піском. Категорія за буримістю – друга. Глибина залягання покрівлі водоносного пласта - 445 метрів. Водоносний

горизонт має водонепроникний екран, представлений дрібнозернистим глинистим піском, з потужністю у вертикальній площині 8 м. Проектний дебіт - 60 м³/год. Статичний і динамічний рівні відповідно дорівнюють 17 і 29 м.

Після проведення комплексу інженерно-геологічних досліджень, поблизу свердловини № 3868 буде споруджено водонапірну башту [13].

Виходячи з умови отримання максимально достовірної геологічної інформації про літологічну будову ділянки проєктованих робіт, приймаємо кінцеву глибину свердловин 10 м; з метою скорочення витрат на бурові та супутні роботи, в якості характерної конструкції свердловини можливе застосування її двох-ступеневе оформлення (виправдане геолого-технічними умовами розрізу порід), що включає верхній обсаджений інтервал (з посадкою башмаку колони на глибині 6 м) і відкритий стовбур [14].

Для розглядуваних умов приймаємо шатрову, із теплоізоляційною обшивкою стінок, опалювану, металічну конструкцію водонапірної башти, з висотою до нижньої основи баку 9 м та його ємністю в 15 м³.

Враховуючи достатню літологічну вивченість району проєктних робіт, для проведення спорудження інженерно-геологічних свердловин та отримання зразків порід, можуть бути прийняті такі способи: колонковий обертальний (із застосуванням подвійних колонкових труб та технологій, що використовують транспортування продуктів руйнування потоком очисного агенту), колонковий ударно-обертальний (із застосуванням спеціальних пробовідбірників). Для буріння свердловин з інженерної підготовки, можливе застосування високопродуктивного роторного буріння із відповідним підбором породоруйнівного інструменту, конструкції свердловини та режимних параметрів технології [15].

Розділ 2. Техніко-технологічна частина

2.1 Вибір і розрахунок водоприймальної (фільтрової) частини свердловини

Обладнання гідрогеологічних свердловин фільтрами здійснюють з метою оберігання водоприймальної частини від обвалення, а також для очищення води, що поступає в експлуатаційну колону, від механічних домішок.

Стандартна конструкція фільтру складається з надфільтрової частини [12], робочої частини і відстійника, закритого знизу пробкою. Довжина відстійника, що служить для осадження минулих через робочу частину фільтру часток породи, залежно від глибини свердловини і характеру водоносних порід, приймається від 1,5 до 10 м.

Основні вимоги до фільтрів: максимальна пропускна спроможність для води при хорошому її очищенні; достатня механічна міцність, антикорозійна стійкість; простота виготовлення і невелика вартість.

Типи фільтрів: каркасні без покриття; каркасні з тонкими фільтрувальними покриттями; із фільтруючим заповненням; фільтри із засипкою.

Водопроникна здатність фільтру характеризується його свердловинністю, тобто відношенням площі прохідних отворів до усїєї робочої поверхні фільтру; ця величина для фільтрів з круглими отворами становить 25 - 30%, а щілинними – 10 - 15%.

Фільтри із засипкою складаються із звичайного каркасно-дротяного або сітчастого фільтру, робоча частина якого оточена шаром гравію або крупнозернистого піску. За способом виготовлення розрізняють фільтри із засипкою двох типів [13]: збирані на поверхні і в готовому виді транспортовані у свердловину (вони мають воронкоподібні кошики або перфорований кожух, якими гравій утримується в каркасі; створювані у свердловині шляхом засипки піску і гравію між каркасом і стінками свердловини (у міру засипки гравію через спеціальні труби поступово піднімають обсадну колону).

Тип водоприймальної частини залежить від характеру порід водоносного горизонту (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Рекомендації з вибору фільтрів для гідрогеологічних свердловин

Водоносні породи	Тип і конструкція фільтра
Напівскельні нестійкі, щєбенисті і галечникові з переважаючою крупністю часток щєбеню і гальки від 20 до 100 мм (більш 50% за масою).	Трубочаті фільтри з круглою і щєлинною перфорацією. Стрижневі фільтри.
Гравій, гравелистий пісок з крупністю часток від 1 до 10 мм і з переважними розмірами часток від 2 до 5 мм (більш 50% за масою).	Трубочаті з круглою і щєлинною перфорацією, а також стрижневі фільтри з водоприймальною поверхнею з дротової обмотки, штампованого і просіченого сталевого листа.
Піски крупнозернисті з переважаючими розмірами часток 1 - 2 мм (більш 50% за масою).	Трубочаті із щєлинною перфорацією, стрижневі фільтри з водоприймальною поверхнею із дротової обмотки, штампованого просіченого сталевого листа або із сітки квадратного плетіння.
Піски середньозернисті з переважною крупністю часток від 0,25 до 0,5 мм (більш 50% за масою).	Трубочаті і стрижневі з водоприймальною поверхнею з дротової обмотки, штампованого і просіченого сталевого листа або з сітки квадратного плетіння з одношаровою гравійною обсіпкою. Трубочаті і стрижневі з водоприймальною поверхнею з сіток галунного плетіння.
Піски дрібнозернисті з переважною крупністю часток від 0,1 до 0,25 мм (більш 50% за масою).	Трубочаті і стрижневі з водоприймальною поверхнею з дротової обмотки, штампованого і просіченого листа, або сіток галунного плетіння з одношаровою, двохшаровою і трьохшаровою піщано-гравійною обсіпкою. Блочні і клеєві.

Оскільки водоносний горизонт складний дрібнозернистим піском II - ї категорії за буримістю, то приймаємо фільтрову водоприймальну частину. Відповідно до рекомендацій СНтаП II - 31-74 з вибору фільтрів приймаємо трубчастий фільтр з дротяною обмоткою і одношаровим піщано-гравійним обсіпанням (гравійний фільтр) (табл. 2.1) [12].

Оскільки потужність пласта більше 10 метрів, то приймаємо діаметр водоприймальної частини, а розраховуємо довжину.

$$l = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot V_{\phi} \cdot W}, \quad (2.1)$$

де Q - дебіт свердловини; d - діаметр водоприймальної частини; V_{ϕ} - допустима швидкість фільтрації води; W - свердловинність фільтру.

$$V_{\phi} = 1000 \cdot K_{\phi} \left(\frac{d_{50}}{D_{50}} \right)^2, \text{ м/добу} \quad (2.2)$$

де K_{ϕ} - коефіцієнт фільтрації, м/добу; d_{50} і D_{50} - відповідно середні розміри часток породи і гравійного обсіпання.

Коефіцієнт фільтрації приймаємо рівним $K_{\phi} = 4$ м/добу [16].

$$V_{\phi} = 1000 \cdot 4 \cdot \left(\frac{1}{8} \right)^2 = 62,5 \text{ м/добу}$$

Діаметр фільтру рівний: $d_{\phi} = (d_k + 2 \cdot \delta_{II} + 2 \cdot \delta_{OB}) + 2 \cdot \delta$ мм, де d_k - діаметр каркаса, за ДСТ на обсадні труби приймаємо 114 мм; δ - мінімальна рекомендована товщина гравійного обсіпання; δ_{II} - діаметр підкладних прутків; δ_{OB} - діаметр дротяної обмотки.

$$d_{\phi} = (114 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2) + 2 \cdot 50 = 230 \text{ мм.} \quad (2.3)$$

Відповідно до ДСТ на лопатеві долота приймаємо $d_{\phi} = 243$ мм [17].

Довжина робочої частини фільтру

$$l = \frac{24 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,243 \cdot 62,5 \cdot 1} \approx 30,5 \text{ м,} \quad (2.4)$$

приймаємо довжину робочої частини фільтру $l = 31$ м.

При установці фільтру «впотаї» довжина надфільтрової труби приймається рівною з умови її виходу з під башмака експлуатаційної колони не менше чим на 5 м, виходячи з цього приймаємо довжину надфільтрової труби - 6 м. Довжину відстійника, як правило, приймають рівною 1 - 2 м. Загальна довжина фільтру буде рівна:

$$L_{\phi} = 6 + 31 + 2 = 38 \text{ м.} \quad (2.5)$$

Перевірка фільтру на його водопропускну здатність: повинна виконуватися умова $f > Q$, у свою чергу

$$f = \frac{V_{\phi} \cdot \pi \cdot d \cdot l}{24} = \frac{62,5 \cdot 3,14 \cdot 0,243 \cdot 31}{24} = 61,6 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (2.6)$$

Запроектована конструкція фільтру задовольняє заданим умовам.

Підпір обсіпання при обладнанні гравійного фільтру є одним з найбільш відповідальних етапів в комплексі робіт, пов'язаних з проектуванням, спорудою

і експлуатацією водозабірних свердловин. Як гравійне обсіпання належить застосовувати піщано-гравійну суміш. Підбір розмірів часток матеріалу для гравійного обсіпання здійснюють по співвідношенню: $D_{50} / d_{50} = 8 - 12$. Таким чином, для дрібнозернистого піску з переважаючою великою часток від 0,25 до 0,5 мм (більше 50% по масі) розмір часток гравійного обсіпання дорівнює від 2 - 4 до 3 - 6 мм.

2.2 Вибір та розрахунок параметрів водопідіймальних установок

Тимчасові відкачування. З метою виконання пробних відкачувань при різних пониженнях рівня та освоєння гідрогеологічних свердловин широко застосовують такі типи водопідіймальних установок: ерліфт, гідроелеватор [12].

Принцип дії ерліфта заснований на тому, що в двох сполучених посудинах положення рівнів рідин при різній питомій вазі неоднаково, причому, рідина з меншою питомою вагою має вищий рівень.

Водоструминна установка (гідроелеватор) відноситься до струминних водопідійомників, в яких рідина зі свердловини подається на поверхню землі за рахунок енергії допоміжної робочої рідини, що підводиться у свердловину. Для цього гідроелеватор включає поверхневий відцентровий насос (або поршневий) з електродвигуном та занурений струминний і дві колони труб. Одна колона, а саме напірний трубопровід – сполучає поверхневий насос із зануреним струминним насосом і призначена для подачі у свердловину робочого потоку рідини, а інша є каналом транспортування відкачуваної рідини на поверхню.

Таким чином, для очищення свердловини від залишків бурового розчину, приймаємо ерліфт та розраховуємо його за наступною схемою (рис. 2.1) [13].

1. Визначення глибини занурення H змішувача:

$$H = h \cdot k, \quad (2.7)$$

де h - глибина динамічного рівня води від рівня виливу; k - коефіцієнт занурення, приймаємо $k = 3$ (з такою умовою, щоб ерліфт не занурювався всередину фільтру).

$$H = 29 \cdot 1,4 = 40,6 \text{ м.}$$

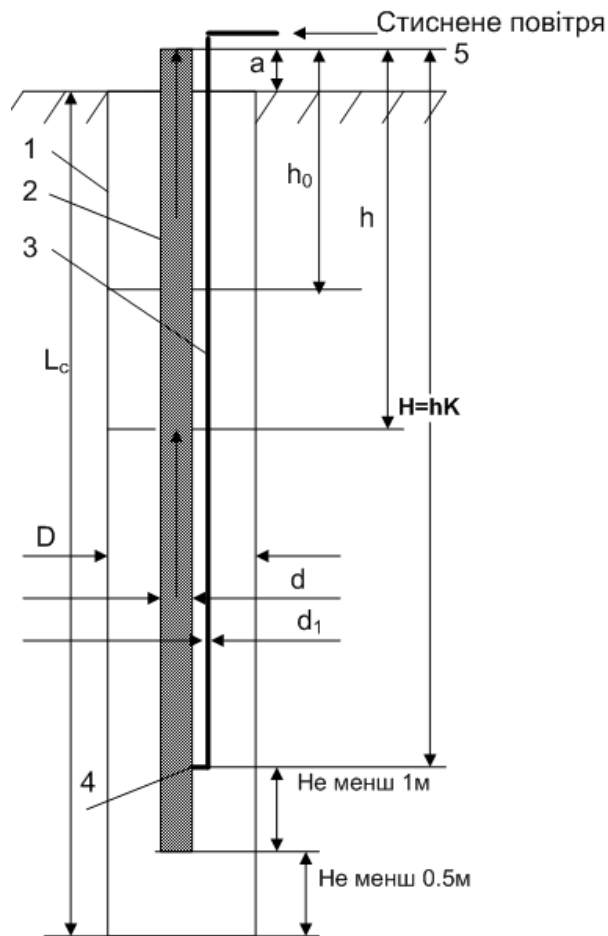


Рисунок 2.1. Схема свердловинного облаштування ерліфта (труби розташовані за схемою «поруч»): 1 - обсадна труба; 2 - водопідіймальна труба; 3 - повітропровідна труба; 4 - змішувач; 5 - рівень виливу.

2. Визначення питомої витрати повітря:

$$v_0 = \frac{h}{c \cdot \lg \frac{h \cdot (k-1) + 10}{10}}, \quad (2.8)$$

де c - дослідний коефіцієнт, приймаємо

$$c = 7.$$

$$v_0 = \frac{29}{7 \cdot \lg \frac{29 \cdot (1,4-1) + 10}{10}} = 12,4 \text{ м}^3 \text{ на один м}^3 \text{ піднятої води.}$$

3. Повна витрата повітря:

$$W = \frac{Q \cdot v_0}{60}, \quad (2.9)$$

де Q – проектний дебіт водозабірної свердловини.

$$W = \frac{60 \cdot 12,4}{60} \approx 12,4 \text{ м}^3/\text{хв.} \quad (2.10)$$

4. Пусковий тиск повітря:

$$p_0 = 0,1 \cdot (k \cdot h - h_0 + 2), \quad (2.11)$$

де h_0 - глибина статичного рівня води.

$$p_0 = 0,1 \cdot (1,4 \cdot 29 - 17 + 2) \approx 2,6 \text{ кгс/см}^2.$$

5. Робочий тиск повітря:

$$p = 0,1 \cdot [h \cdot (k - 1) + 5] = 0,1 \cdot [29 \cdot (1,4 - 1) + 5] \approx 1,7 \text{ кгс/см}^2. \quad (2.12)$$

6. Витрата емульсії безпосередньо вище за форсунку:

$$q_1 = Q + \frac{W}{(p-1) \cdot 60} = \frac{60}{3600} + \frac{2,5}{(1,7-1) \cdot 60} = 0,076 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.13)$$

7. Витрата емульсії при виливі:

$$q_2 = Q + \frac{W}{60} = \frac{60}{3600} + \frac{2,5}{60} = 0,059 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.14)$$

8. Площа перерізу водопідіймальної труби біля форсунки:

$$\omega_1 = \frac{q_1}{v_1}, \quad (2.15)$$

де v_1 - швидкість руху емульсії біля форсунки. Приймаємо рівною 2,2 м/с.

$$\omega_1 = \frac{q_1}{v_1} = \frac{0,076}{2,3} = 0,036 \text{ м}^2. \quad (2.16)$$

9. Площа перерізу водопідіймальної труби біля рівня виливу:

$$\omega_2 = \frac{q_2}{v_2}, \quad (2.17)$$

де v_2 - швидкість руху емульсії на виливі, приймаємо рівною 6,5 м/с.

$$\omega_2 = \frac{q_2}{v_2} = \frac{0,059}{6,5} = 0,009 \text{ м}^2. \quad (2.18)$$

10. Внутрішній діаметр водопідіймальної труби:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \omega_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,009}{3,14}} = 0,106 \text{ м}. \quad (2.19)$$

Згідно ДСТ на колонкові труби [18], приймаємо зовнішній діаметр водопідіймальних труб рівним 127 мм.

11. Згідно рекомендацій, діаметр повітропровідних труб приймаємо рівним 69,1 мм (внутрішній) та 75,5 мм (зовнішній) [13].

12. Продуктивність компресора:

$$W_k = 1,2 \cdot W = 1,2 \cdot 12,4 \approx 14,9 \text{ м}^3/\text{хв.} \quad (2.20)$$

13. Робочий тиск компресора:

$$p_k = p + 0,5 = 1,7 + 0,5 = 2,2 \text{ кгс/см}^2. \quad (2.21)$$

14. Розрахункова потужність на валу компресора:

$$N_k = N_0 \cdot p_k \cdot W_k, \quad (2.22)$$

де N_0 - питома потужність рівна 1,3 кВт.

$$N_k = 1,3 \cdot 2,2 \cdot 14,9 = 42,6 \text{ кВт.} \quad (2.23)$$

15. Дійсна потужність на валу компресора:

$$N_{\partial} = 1,1 \cdot N_k = 1,1 \cdot 42,6 \approx 46,8 \text{ кВт.} \quad (2.24)$$

16. Коефіцієнт корисної дії установки:

$$\eta = 1000 \frac{Q \cdot h}{1,36 \cdot N_{\partial} \cdot 75} = 1000 \frac{\frac{60}{3600} \cdot 29}{1,36 \cdot 46,8 \cdot 75} = 0,12. \quad (2.25)$$

За отриманих значень робочого тиску і продуктивності, приймаємо компресор ДК-9М [13], подача компресора - 10 м³/хв; робочий тиск - 6 кгс/см².

Постійні відкачування. Умова роботи водопідійомників в період відкачувань і постійної експлуатації не однакові. У першому випадку вода, як правило, містить багато механічних домішок, в другому - вона повинна бути вільна від них. Тривалість відкачувань в порівнянні з терміном експлуатації свердловини незрівнянно мала. Крім того, в процесі відкачувань кількості відбіраної води і динамічний рівень сильно міняються. Під час експлуатації вони близькі до постійного. Тому для дослідного відкачування слід використовувати в першу чергу ерліфти, а для постійної експлуатації насоси з вищим ККД. Відповідно до реко-

мендацій з вибору типу водопідіймальної установки [18], для постійної експлуатації приймаємо занурений відцентровий насос.

Вибір марки водопідійомника здійснюється за дебітом свердловини і перепадом тиску, який повинен розвивати насос. Розрахунок перепаду тиску, що повинен розвивати відцентровий насос типу ЕВВ, здійснюють за наступною методикою (рис. 2.2) [16]:

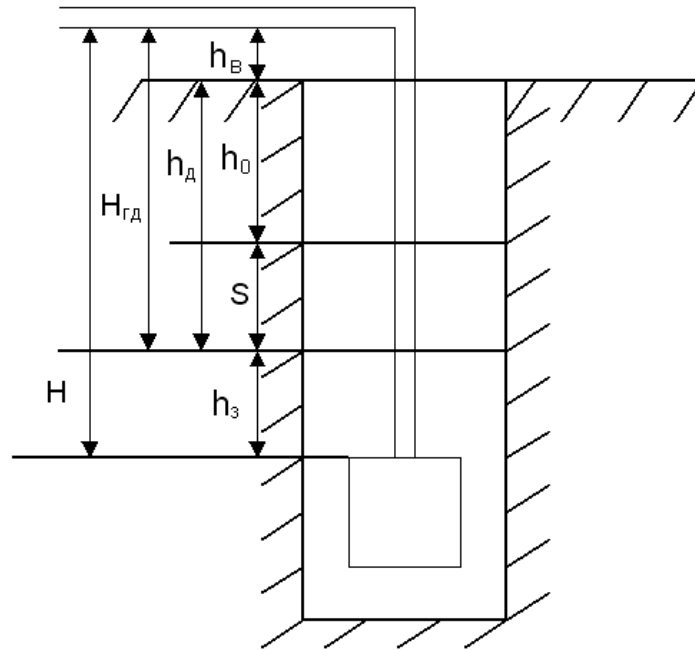


Рисунок 2.2. Схема облаштування гідрогеологічної свердловини насосом типу ЕВВ

1. Манометричний напір, м

$$H_m = H_{гд} + H_{шк}, \quad (2.26)$$

де $H_{гд}$ – геодезична висота подавання; $H_{шк}$ – втрати напору.

$$H_{гд} = h_д + h_в, \quad (2.27)$$

де $h_д$ – динамічний рівень; $h_в$ – висота виліву.

$$H_{гд} = 29 + 5 = 34 \text{ м.}$$

$$H_{шк} = 0,1 \cdot H, \quad (2.28)$$

де H – довжина напірного трубопроводу, що дорівнює

$$H = H_{гд} + h_з, \quad (2.29)$$

де $h_з$ – занурення насоса під динамічний рівень.

$$H = 34 + 5 = 39 \text{ м.}$$

$$H_{шк} = 0,08 \cdot 39 = 3,1 \text{ м.}$$

$$H_{м} = 34 + 3,1 = 37,1 \text{ м.}$$

2. Експлуатаційні втрати

$$H_e = 0,05H_{м} = 0,05 \cdot 33,5 \approx 1,86 \text{ м.} \quad (2.30)$$

3. Загальний напір

$$H_{м}^{заг} = H_{м} + H_e = 37,1 + 1,86 = 38,96 \text{ м.} \quad (2.31)$$

Вибір марки насоса здійснюється за робочими характеристиками $Q = f(H)$ насосу, з використанням даних щодо необхідних напору і дебіту. Виходячи зі сказаного, приймаємо для постійних відкачувань відцентровий насос марки 2ЕВВ 10-63-65.

4. Модернізація насосу:

Надлишок напору:

$$\Delta H = H_{м}^н - H_{м}^{заг} = 65 - 39 = 26 \text{ м.}$$

Напір, що створюється однією гідравлічною сходинкою насосу:

$$H_1 = H_{м}^н / N_{сг} = 65 / 3 = 21,6 \text{ м.}$$

Кількість гідравлічних сходінок, що потребують вилучення:

$$\Delta N_{сг} = \frac{\Delta H}{H_1} = \frac{26}{21,6} = 1,2.$$

Приймаємо $\Delta N = 1$, іншими словами - в даному випадку насос потребує зняття однієї гідравлічної сходінки.

2.3 Вибір способу буріння і конструкції свердловини

Вибір способу буріння здійснюється на підставі попереднього вивчення геолого-технічних умов проектного розрізу свердловини, а також за матеріалами попередніх бурових робіт, що проводилися на даній території, і, відповідно до рекомендацій з вибору способу буріння [16], приймаємо роторний спосіб буріння з прямим промиванням. При роторному бурінні обертання долоту передається через колону бурильних труб (порожнистий вал) від ротора, що встанов-

лений на гирло свердловини. Ротор використовується і для утримання на вазі колони бурильних і обсадних труб при їх спуску, підвісці, відгвинчуванні. Привід ротора здійснюється від індивідуального приводу, що дозволяє в широких межах регулювати частоту обертання.

Проектування конструкцій свердловини на воду при роторному способі буріння ведеться за наступною методикою [12].

Приймаємо діаметр водоприймальної частини свердловини: $d_{BЧ} = 243$ мм, оскільки при установці гравійного фільтру його діаметр дорівнює діаметру водоприймальної частини свердловини. Уточнюємо діаметр долота для буріння водоприймальної частини за ДСТ на долота [17]: $d_{BЧ} = 243$ мм.

Внутрішній діаметр експлуатаційної колони:

$$d_{ЕК} = d_{BЧ}^B + 6 = 243 + 6 = 249 \text{ мм.} \quad (2.32)$$

Внутрішній та зовнішній діаметри експлуатаційної колони уточнюють за ДСТ на обсадні труби [20]:

$$d_{ЕК}^{6H} = 259 \text{ мм.}$$

$$d_{ЕК}^{3H} = 273 \text{ мм.}$$

Діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону:

$$d_{ЕК}^{\partial} = d_{ЕК}^M + 2\delta, \quad (2.33)$$

де $d_{ЕК}^M$ - діаметр муфти експлуатаційної колони; (δ - проміжок між стінками свердловини і зовнішньою поверхнею муфти).

$$d_{ЕК}^{\partial} = 299 + 2 \cdot 20 = 339 \text{ мм}$$

Діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону уточнюють за ДСТ:

$$d_{ЕК}^{\partial} = 349,2 \text{ мм.}$$

Внутрішній діаметр направляючої колони:

$$d_H^{\mathcal{E}} = d_{ЕК}^{\partial} + 50 = 349,2 + 50 = 399,2 \text{ мм.} \quad (2.34)$$

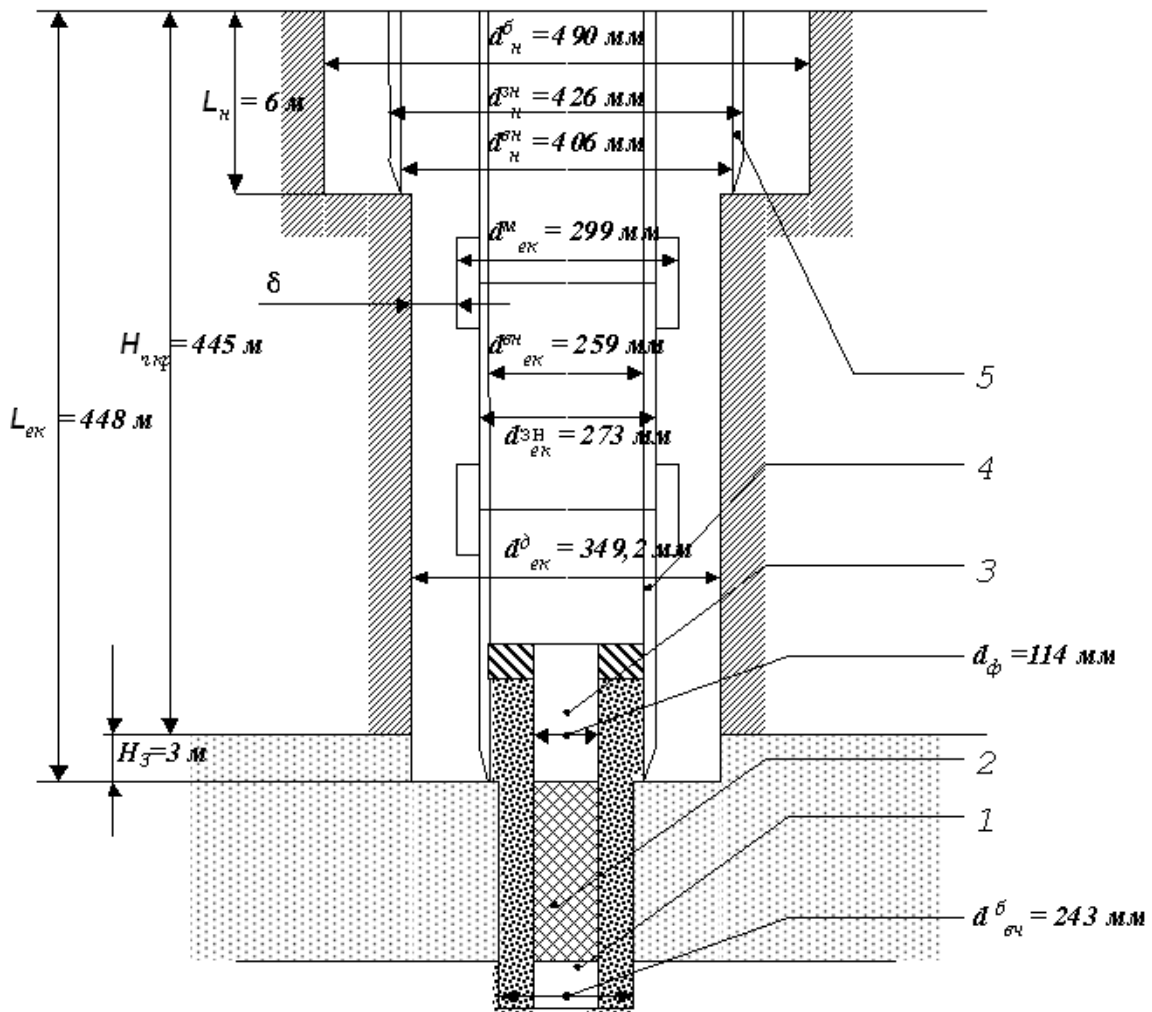


Рисунок 2.3. Розрахункова конструкція свердловини: 1 – відстійник; 2 – робоча частина гравійного фільтру; 3 – надфільтрова труба; 4 – експлуатаційна колона; 5 – направляюча труба.

Уточнюють внутрішній і зовнішній діаметри направляючої колони за ДСТ на труби сталеві електрозварювальні [19]:

$$d_N^{ВН} = 406 \text{ мм},$$

$$d_N^{ЗН} = 426 \text{ мм}.$$

Вибирають діаметр долота для буріння під напрям:

$$d_N^б = d_N^{ЗН} + 50 = 426 + 50 = 476 \text{ мм}. \quad (2.35)$$

Діаметр долота для буріння під направляючу колону уточнюють за ДСТ на долота:

$$d_N^д = 490 \text{ мм}.$$

Глибина буріння під направляючу колону приймається рівною:

$$L_H = 6 \text{ м}$$

Довжина експлуатаційної колони

$$L_{ек} = H_{КР} + h_3 = 445 + 3 = 448 \text{ м.} \quad (2.36)$$

Схема запроєктованої конструкції свердловини представлена на рис. 2.3. В результаті проведеного розрахунку отримано дані щодо особливостей конструкції водозабірної свердловини [21].

2.4 Вибір необхідного бурового устаткування і інструменту

Тип бурової установки підбирається з таким розрахунком, щоб значення параметрів її технічної характеристики, а саме: глибина буріння, початковий і кінцевий діаметри буріння відповідали (були більше або рівні) значенням аналогічних параметрів конструкції свердловини. Враховуючи сказане, приймаємо бурову установку УБВ-600 (табл. 2.2) [22].

Таблиця 2.2

Технічна характеристика бурової установки УБВ-600.

Параметри	Значення
Вантажопідйомність, т:	
Номінальна -	32
Максимальна -	50
Глибина буріння, м -	600
Рекомендовані діаметри свердловин, мм:	
Початковий -	490
Кінцевий -	214
Транспортна база -	КрАЗ - 257
Довжина бурильної труби/свічки, м -	12/12
Прохідний отвір столу, мм -	410
Частота обертання, об/хв -	105, 183
Буровий насос	9МГр - 61 (2 насоси)
Подача максимальна, л/с	32
Тиск максимальний, МПа	15
Компресор	КТ-7
Подача, м ³ /хв	5,3
Тиск, МПа	0,8

Бурова установка перевіряється розрахунком на відповідність вантажопідйомності масі самої важкої обсадної колони, що буде спущена в свердловину, тобто повинна виконуватися умова [20]:

$$Q_r < [Q],$$

де

$$Q_r = q_1 \cdot L \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right) = 45,9 \cdot 448 \cdot \left(1 - \frac{1200}{7850}\right) \approx 18000 \text{ кг}; \quad (2.37)$$

$[Q] = 32000$ кг - номінальна вантажопідйомність; $18000 < 32000$ кг - умова вантажопідйомності дотримується.

Діаметр бурильних труб підбирається з умови [16]: $d_{\bar{b}m} = 0,45 \cdot d_{\bar{o}}$.

На інтервалі 0 - 448 м: $d_{\bar{b}m} = 0,45 \cdot 0,3492 = 0,157$ м; приймаємо 168 мм (оскільки це максимально можливий з тих, що випускаються).

На інтервалі 448 - 508 м: $d_{\bar{b}m} = 0,45 \cdot 0,243 = 0,11$ м; приймаємо 114 мм.

Діаметр обважених бурильних труб (ОБТ), які застосовують для підвищення маси і жорсткості нижньої частини бурильної колони. ОБТ дозволяє колоні працювати більш ритмічно, зменшити обриви труб та викривлення свердловини.

На інтервалі 0 - 448 м: $d_{o\bar{b}m} = 0,75 \cdot d_{\bar{o}} = 0,75 \cdot 0,3492 = 0,262$ м; приймаємо ОБТ з діаметром - 273 мм (ОБТ С1 - 273, з вагою 1 м - 397,9 даН).

На інтервалі 448 - 508 м: $d_{o\bar{b}m} = 0,75 \cdot d_{\bar{o}} = 0,75 \cdot 0,243 = 0,182$ м; приймаємо ОБТ з діаметром - 0,203 м (ОБТ С2 - 203, з вагою 1 м - 214,6 даН).

Вибір конкретних типорозмірів породоруйнівного інструменту здійснюється залежно від властивостей гірських порід і діаметрів буріння по проектній конструкції свердловини з урахуванням існуючої номенклатури інструменту по діючих ДСТ і галузевих нормалях.

За матеріалами роботи [17] приймаємо наступні долота:

- для буріння під направляючу трубу - 45Д490С;
- для буріння під експлуатаційну колону - III 349,2М-ЦВ і III 349,2С-ЦВ;

- для буріння водоприймальної частини свердловини - ЗЛ-243.

Вибір бурового устаткування і інструменту завершено.

2.5 Вибір очисного агента

Під час спорудження свердловини буровий розчин повинен виконувати наступні основні функції [23]: очищати свердловину від шламу і виносити його на поверхню; утримувати частинки вибуреної породи в зваженому стані при зупинці циркуляції розчину; охолоджувати долото і полегшувати руйнування породи в призабійній зоні; створювати тиск на стінки свердловини для попередження обвалів породи, а також водопроявів; забезпечувати збереження проникності продуктивного пласта при його розкритті в цілях подальшої експлуатації.

При бурінні свердловин промивальна рідина циркулює по замкнутому гідравлічному контуру. При прямій промивці, промивальна рідина нагнітається буровим насосом по колоні бурильних труб, омиває забій, захоплює при цьому шлам, охолоджує породоруйнівний інструмент і по кільцевому простору між бурильними трубами і стінками свердловини виходить на поверхню.

Промивальні рідини є полідисперсними системами (частинки дисперсної фази мають неоднаковий розмір). По вигляду дисперсної фази промивальні рідини діляться на рідини з твердою фазою (суспензії), рідкою (емульсії) і газоподібною (аеровані розчини), а також на комбіновані, коли дисперсна фаза представлена різними по вигляду компонентами. По складу дисперсної фази промивальні рідини діляться на глинисті розчини, силікатно-гумінові, крейдянні, розчини з дисперсною фазою з розбурюваних порід (природні розчини), розчини з дисперсною фазою з нафтопродуктів.

Залежно від геологічного розрізу промивальні рідини не обробляються або обробляються хімічними реагентами. Перші застосовуються за нормальних геологічних умов (вода і нормальний глинистий розчин), другі – за ускладнених умов буріння (спецрозчини).

Промивальна рідина вибирається залежно від властивостей перетинаємих порід і інших умов (збереження водопроникності пласта і ін.). Наприклад, при бурінні свердловин в стійких породах застосовується промивка водою.

Геологічний розріз на проектованій ділянці складений м'якими породами I - III (частково IV) категорій за буримістю. У цих породах можливі наступні ускладнення: поглинання промивальної рідини, обвалення і набрякання глинистих порід. Саме тому, в інтервалі залягання цих порід рекомендується у якості очисного агенту застосовувати нормальний глинистий розчин з наступними властивостями: густина 1,2 г/см³; умовна в'язкість 22 с; вміст піску не більше 4%; водовіддача 8 см³ за 30 хв.; товщина глинистої кірки 1 мм. Для отримання розчину з такими властивостями в нього слід додати наступні реагенти: ПВЛР - 20%, ССБ - 2%.

2.6 Розробка параметрів технології буріння

Загальний порядок спорудження проектованої свердловини. Забурювання свердловини здійснюється долотом діаметром 490 мм до глибини 6 м. Після чого, отриманий інтервал обсаджується трубами діаметром 426 мм з повною цементациєю затрубного простору. Буріння по непродуктивних товщах в інтервалі 6 - 448 м ведеться долотом діаметром 349,2 мм з наступною установкою експлуатаційної колони діаметром 273 мм і з повною цементациєю затрубного простору. Подальше буріння ведеться по водоносній породі (із деяким зануренням у кровлю пласту глин) долотом діаметром 243 мм до проектної глибини - 508 м.

Забурювання свердловини. Осьове навантаження створюватиметься власною вагою бурового снаряда. Частота обертання приймається мінімальна: $n = 105$ об/хв. Подача промивальної рідини при забурюванні, для попередження інтенсивного руйнування пригирлової частини свердловини, приймається мінімальною: $Q = 220$ л/хв.

Буріння по непродуктивних товщах. Осьове навантаження створюватиметься ОБТ діаметром 245 мм з вагою одного метра труби $q_1 = 232$ даН, тоді довжина необхідного комплексу ОБТ, $L_{ОБТ}$ (м) складатиме:

$$L_{ОБТ} = \frac{P \cdot k}{q_1 \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)}, \quad (2.38)$$

де: P - осьове навантаження; k - коефіцієнт, що враховує необхідність наявності деформованого стиснутого відрізка колони ОБТ.

В інтервалі залягання порід I - IV категорій за буримістю $P = p \cdot D = 150 \cdot 34,92 = 5238$ даН, де p - питома осьове навантаження [12], D - діаметр долота, см. При глибині буріння менше 100 м осьове навантаження слід зменшити в 2 рази; приймаємо $P = 2600$ даН.

$$L_{ОБТ} = \frac{2600 \cdot 1,25}{397,9 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{7,85}\right)} = 9,6 \text{ м,}$$

з урахуванням довжини свічки (довжина свічки 12 м) приймаємо довжину ОБТ - 12 м (1 свічка).

На інтервалах залягання порід IV категорії за буримістю: $P = p \cdot D = 250 \cdot 34,92 = 8730$ даН. При глибині буріння менше 100 м осьове навантаження слід зменшити в 2 рази; приймаємо $P = 4300$ даН.

Загальна довжина ОБТ

$$L_{ОБТ} = \frac{8800 \cdot 1,25}{397,9 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{7,85}\right)} \approx 32 \text{ м,}$$

приймаємо з урахуванням довжини свічки - 36 м (3 свічки).

Частота обертання: вибір числа оборотів долота можна здійснювати згідно рекомендацій, приведених в [20]. Відповідно до технічної характеристики установки приймаємо $n = 105; 183$ об/хв.

Подача промивальної рідини, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot v_n, \quad (2.39)$$

D - найбільший діаметр свердловини або обсадних труб (зазвичай на гирлі), м; d - зовнішній діаметр бурильних труб, м; v_n - швидкість висхідного потоку, м/с (приймаємо $v_n = 0,2$ м/с) [24].

$$Q = 0,785 \cdot (0,3492^2 - 0,168^2) \cdot 0,2 = 0,015 \text{ м}^3/\text{с},$$

відповідно до технічної характеристики насоса 9МГр - 61, приймаємо Q рівним 12,25 л/с.

Вибір режимних параметрів процесу буріння свердловини завершено.

2.7 Розрахунок цементування гідрогеологічної свердловини

Основним призначення цементування обсадних колон при гідрогеологічному бурінні є наступне: створюється надійна ізоляція непродуктивних водоносних горизонтів від експлуатованих; оберігається затрубний простір від обвалу рихлих порід і проникнення їх у водоприймальну частину; оберігаються обсадні колони від корозії мінералізованими водами, тобто підвищується ресурс роботи обсадної колони і свердловини; ізолюється поглинаючі горизонти при бурінні свердловин [23].

Розрахунок цементування.

Послідовність та зміст розрахунку цементування визначається схемою, що представлена на рис. 2.4.

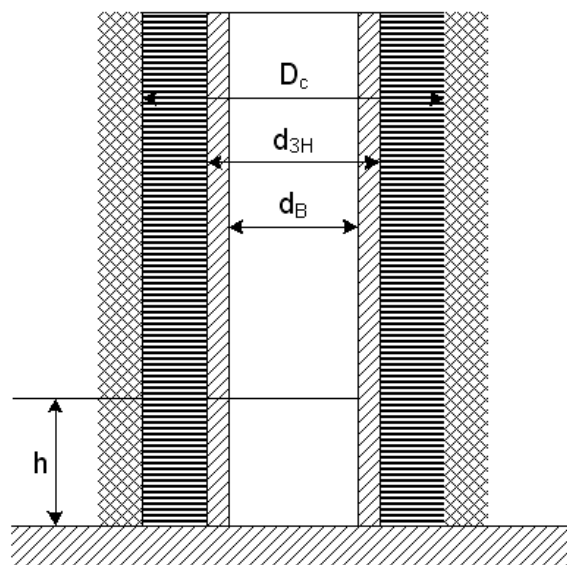


Рисунок 2.4. Розрахункова схема цементування свердловини.

1. Густина цементного розчину, кг/м^3 :

$$\rho_{цр} = \rho_{ц} \cdot \rho_{в} \cdot (1+m) / (\rho_{в} + m \cdot \rho_{ц}), \quad (2.39)$$

де $\rho_{в}$ - густина води; $\rho_{ц}$ - щільність цементу; m - водоцементне відношення;

$$\rho_{цр} = 3100 \cdot 1000 \cdot (1 + 0,5) / (1000 + 0,5 \cdot 3100) = 1830, \text{ кг/м}^3.$$

2. Питома витрата сухого цементу, кг/м^3 :

$$q_{ц} = \frac{\rho_{цр}}{(1+m)} = \frac{1830}{1+0,5} = 1220. \quad (2.40)$$

3. Об'єм цементного розчину, м^3 :

$$V_{цр} = 0,785 \cdot [(K_1 \cdot D_c^2 - D^2) \cdot h_{ц} + d^2 \cdot h], \quad (2.41)$$

де K_1 - коефіцієнт, що враховує можливе збільшення діаметру свердловини; D_c - діаметр свердловини, м; D - зовнішній діаметр обсадних труб, м; d - внутрішній діаметр обсадних труб, м; $h_{ц}$ - висота підйому цементного розчину в затрубному просторі, h - висота цементного стакану.

$$V_{цр} = 0,785 \cdot [(1,2 \cdot 0,3492^2 - 0,273^2) \cdot 448 + 0,259^2 \cdot 5] \approx 28 \text{ м}^3.$$

4. Необхідна кількість сухого цементу, т:

$$Q_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V_{цр}, \quad (2.42)$$

де $K_{ц}$ - коефіцієнт, що враховує втрати цементу.

$$Q_{ц} = 1,1 \cdot 1,22 \cdot 28 \approx 38 \text{ т.}$$

5. Необхідний об'єм води, м^3 :

$$V_{в} = \frac{m \cdot Q_{ц}}{K_{ц} \cdot \rho_{в}} = \frac{0,5 \cdot 38}{1,1 \cdot 1} = 17,3. \quad (2.43)$$

6. Об'єм протискувальної рідини, м^3 :

$$V_{пр} = 0,785 \cdot K_2 \cdot d^2 \cdot (h - h_{ц}), \quad (2.44)$$

де K_2 - коефіцієнт, що враховує стисливість рідини.

$$V_{пр} = 0,785 \cdot 1,05 \cdot 0,259^2 \cdot (448 - 5) \approx 24,2 \text{ м}^3.$$

Для закачування цементного розчину будуть застосовані насоси, що входять до складу бурової установки УБВ-600: 9МГр - 61 (2 насоси), подача насосів - 32 л/с, тиск - 15 МПа.

В результаті проведених розрахунків отримано параметри процесу цементування та необхідні кількості компонентів цементного розчину.

2.8 Розкриття і освоєння водоносного горизонту свердловини

Основне завдання при відновленні дебіту свердловин на воду, обладнаних фільтрами – видалення кольматуючих відкладень з фільтра і з прифільтрової зони [20, 24]. При цьому основні труднощі полягають у видаленні кольматанту з зовнішньої поверхні фільтра і з гравійного обсіпання.

Реагентні методи пов'язані з розчиненням кольматанту. Завдання технологічного процесу – підбор виду реагенту, його кількості, вибір методу контролю ходу обробки і критерію для оцінки її закінчення. Застосовують в основному рідкі і газоподібні реагенти. Найбільш універсальний серед них – соляна кислота. Порошкоподібні – зручні в транспортуванні.

Імпульсні методи повинні забезпечити збереження фільтра при руйнуванні кольматуючих утворень. Вони включають способи, засновані на створенні усередині фільтра й у прифільтрової зоні миттєвого перепаду тиску, що приведе до ударних навантажень і створення фільтраційних потоків змінного напрямку при значних градієнтах.

Імпульсний вплив на свердловини – найбільше часто застосовуваний метод ремонту. Це обумовлено: простотою устаткування; істотним збільшенням дебіту; малою трудомісткістю робіт.

Використовують: вибух торпед з детонуючого шнура (ТДШ); електрогідравлічний удар; пневмовибух; пульсуюче прокачування ерліфтом; пуск і зупинки заглибних насосів; свабування; гідравлічні удари у фільтрі від скидання желонки; створення вибухової суміші газів над вибоєм свердловини.

Найчастіше використовують вибух ТДШ і електрогідравлічний удар у свердловинах.

Імпульсні і реагентні методи забезпечують велику ефективність через створення рівномірної водопроникності порід по вертикалі шару.

Імпульсно-реагентні методи ремонту свердловин – наслідок малого витягу кольматанта з прифільтрової зони в багатьох випадках. Розрізняють три види імпульсно-реагентних методів: вибух ТДШ, електрогідрудар чи пневмовибух з наступною реагентною обробкою; поєднання реагентної обробки з одночасним імпульсним впливом через відносно великі проміжки часу; реагентно-імпульсний вплив з імпульсом невеликої інтенсивності, але таким, що має вібраційні параметри. До них відносять використання механічних вібраторів, електровібрування і реагентно-акустичні способи.

2.9 Монтаж фільтру і водопідіймальної установки

Завершальні роботи у водозабірних свердловинах складаються з наступних операцій: монтаж фільтру, обладнання свердловини зануреним електричним насосом ЕВВ [21]. Забороняється: включати електронасос безпосередньо від мережі; здійснювати багатократні повторні запуски електронасоса; здійснювати запуск електронасоса, електродвигун якого не залитий водою; включати в роботу не заповнений і не занурений у воду електронасос, що призводить до неминучої аварії.

Монтаж фільтру проводиться таким чином (рис. 2.5): спуск фільтрової колони здійснюється на колоні бурильних труб, які приєднуються до фільтрової на лівому перехіднику. Після установки фільтрової колони, на забій подається піщано-гравійне обсипання, а після його розміщення, монтується глиняний або гумовий сальник. Після цього бурильну колону повертають вліво і підводять, тим самим від'єднуючи її від фільтрової колони. Сальник служить для запобігання потрапляння неочищеної води і породи із зони продуктивного пласта в експлуатаційну колону.

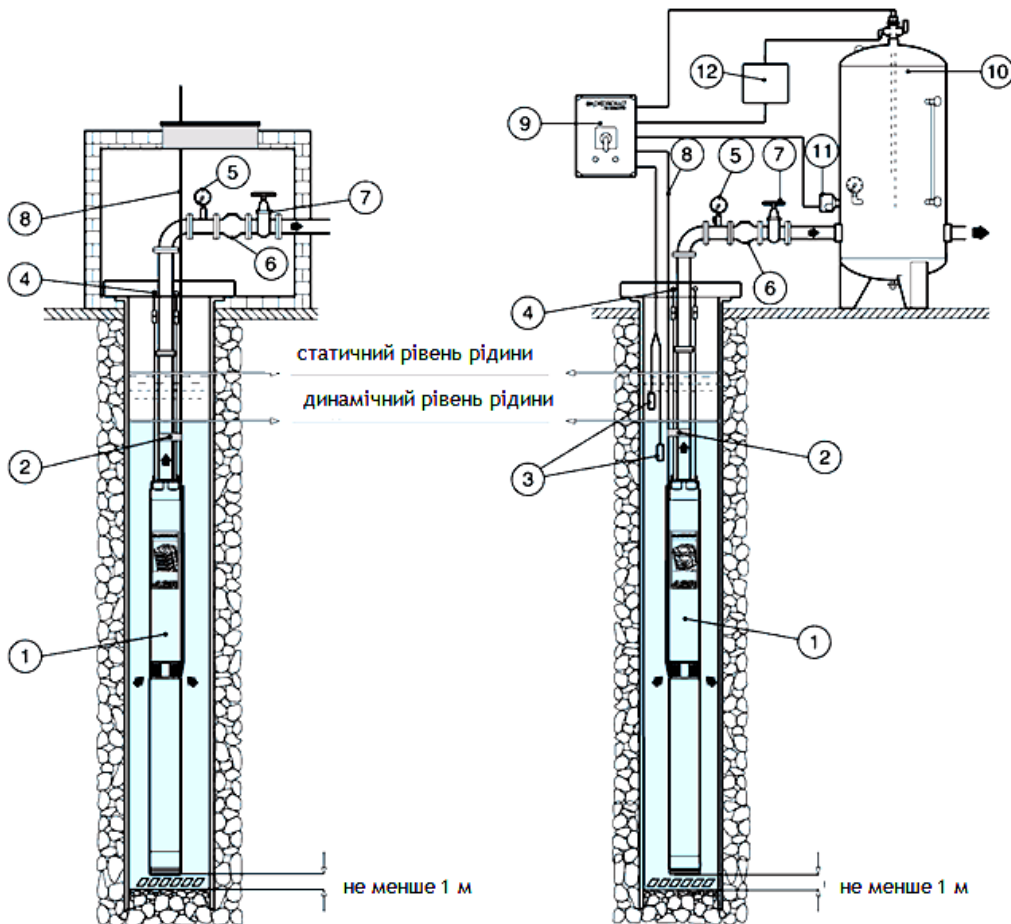


Рисунок 2.5. Схеми встановлення заглибних насосів: 1 – свердловинний електронасос; 2 – хомути кріплення; 3 – датчики контролю рівня (захист від роботи насухо); 4 – анкерування кріпильних тросів електронасоса на кришці свердловини; 5 – манометр; 6 – зворотний клапан; 7 – заслінка регулювання витрати; 8 – кабель електроживлення; 9 – пульт управління; 10 – місткість системи підтримки тиску; 11 – реле тиску; 12 – електроклапан.

Перед встановленням насоса ЕВВ, свердловину необхідно прокачати ерліфтом, оскільки наявність в ній піску і стороннього сміття неминуче приведе до аварії.

До спуску насоса в свердловину слід перевірити, чи немає в ньому заїдань і перекосів, які могли виникнути в результаті необережного транспортування.

Монтують агрегат таким чином.

1. Живлячий кабель сполучають з вивідними кінцями електродвигуна пайкою в сполучній гільзі, місця пайки ретельно ізолюють.

2. Трубу з муфтою вкручують у верхній патрубок насоса повністю і застопорюють двома гвинтами.

3. Монтажний хомут закріплюють на трубі у торця муфти і під'єднують металевими стропами до крюка талі або блоку. Після цього агрегат піднімають у вертикальне положення і опускають у свердловину. У різьблення муфти вкручують трубу і у такій послідовності продовжують спускати насос.

Живлячий кабель слід укласти уздовж колони труб, закріплюючи його спеціальними скобами через інтервал не більш 3 м. У місцях кріплення до труб, кабель слід обернути гумовою або ізоляційною стрічкою.

Електронасос необхідно опустити на 3 - 5 м нижче за динамічний рівень води у свердловині, але не ближче ніж на 2,5 м від забою свердловини.

2.10 Розробка технології проведення інженерно-геологічних вишукувань

Не дивлячись на те, що глибини інженерно-геологічних свердловин незрівнянно малі у зіставленні з багатьма іншими різновидами останніх, вони мають свою, досить складну, номенклатуру типових конструкцій. Свердловини групи інженерно-геологічних, можуть мати як відкритий стовбур на всьому інтервалі буріння, так і потребувати кріплення обсадними трубами окремих ділянок, в деяких випадках названі свердловини отримують доволі громіздку систему обсадних колон [10].

Таблиця 2.3

Характеристика гірських порід за складністю отримання представницького керну

Коротка геолого-технічна характеристика порід	Категорія порід за буримістю	Приблизний вихід керна при бурінні одинарною колонковою трубою з промивкою	Рекомендовані технічні засоби і методи відбору керна
Слабозв'язні, такі, що легко руйнуються під впливом потоку рідини, вібрацій і ударів	III - V	0 - 40%	Снаряди, що виконані за принципом подвійних колонкових труб і у разі застосування промивних рідин – направлене регулювання властивостей
Незв'язні, сипкі, схильні до активної взаємодії із водою або фільтратом промивної рідини і такі, що легко руйнуються під впливом потоку рідини	I - III	0 - 20%	Безнасосне буріння, затирання порід «всуху», спеціальні ґрунтоноси або подвійні колонкові труби

Насамперед, конструкція інженерно-геологічних свердловин повинна відповідати сучасному рівню методик вишукувань, враховувати технічну оснащеність відповідних виробничих структур, допускати застосування прогресивних способів буріння та сприяти мінімізації витрат на своє спорудження – при одночасному забезпеченні повного виконання геологічного завдання.

В табл. 2.3 наведено інтерпольовану до умов проектної ділянки робіт характеристику гірських порід (що складають геологічний розріз проєктованих свердловин), відносно складності отримання зразків – кернів [14].

Спираючись на наведені дані (табл. 2.3), які свідчать про те, що гірські породи ділянки проєктованих робіт, за умов використання стандартних прийомів (насамперед наявність промивання), практично не допускають отримання представницького керну, приймаємо способом буріння свердловин – колонковий, із затиранням порід «всуху». Успішність використання зазначеної технології, полягає в необхідності ведення процесу буріння скороченими рейсами, при цьому довжину колонкової труби приймаємо у межах 1500 мм (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Основні конструктивні параметри, прийнятих до застосування, колонкових і обсадних труби ніпельного з'єднання (за ДСТ 6238-77)

Зовнішній діаметр труби і ніпеля, мм	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр ніпеля, мм	Номінальний діаметр різьби, мм	Довжина різьби без збігу і проточки, мм	Теоретична маса, кг	
					1 м труби	ніпеля
108,0	5,0	95,5	103,0	50	12,70	2,4
127,0	5,0	114,5	122,0	50	15,04	2,6

Примітка. Труби випускають таких довжин: 1500, 3000, 4500, 6000 мм.

Для оцінки репрезентативності бурових робіт приймаємо такий підхід до методики відбору проб: щоб керн був представницьким, тобто достатнім для проведення інженерно-геологічної експертизи порід, нарівні з якістю керна потрібне ще й одержання його у визначеній кількості [15].

У практиці інженерно-геологічного буріння використовують наступні показники виходу керна V_k , %:

лінійний вихід керна

$$V_{\text{к.л.}} = \frac{l_{\text{к}}}{l_{\text{р}}} \cdot 100, \quad (2.45)$$

де $l_{\text{к}}$ – довжина витягнутого керну, м; $l_{\text{р}}$ – проходка за рейс, м;
ваговий вихід керна

$$V_{\text{к.в.}} = \frac{1,27 \cdot m}{\gamma \cdot d_{\text{к}}^2 \cdot l_{\text{р}}}, \quad (2.46)$$

де m – маса керна, г; γ – щільність гірської породи, г/см³; $d_{\text{к}}$ – діаметр керна, см;
об'ємний вихід керна

$$V_{\text{к.об.}} = \frac{1,27 \cdot (Q - q)}{d_{\text{к}}^2 \cdot l_{\text{р}}}, \quad (2.47)$$

де Q – об'єм мірної судини, дм³; q – об'єм води залитої в мірну посудину з керовною масою, дм³.

Значення щільності гірських порід – типових представників маркувальних різниць проектного геологічного розрізу наведено в табл. 2.5 – вони є необхідними для підрахунку показників виходу керну [14].

Таблиця 2.5

Орієнтовні показники щільності деяких гірських порід

Назва гірської породи	Орієнтовні показники щільності, кг/м ³
Глина	1300 - 2500
Мергель глинястий	1700 - 1800
Пісок сухий	1400 - 1600
Сланці глинясті	2400 - 2600

Особливістю проектування режимів буріння за умов застосування методу затирання порід «всуху» є необхідність визначення такого значення осьового навантаження на породоруйнівний інструмент, при якому будуть подолані опори породи на стискування та нівельовано вплив прояву коефіцієнта сухого тертя.

Таблиця 2.6

Приблизні межі міцності порід на одноосьове стискування

Гірська порода	Межа міцності, МПа
Глинясті і піщанисті сланці, мергелі	40 - 100
Глини	1 - 2,5

Дані табл. 2.6 дають уяву про орієнтовні значення межі міцності порід на одноосьове стискання [11, 14].

В табл. 2.7 наведено значення коефіцієнтів тертя, за умов контакту із поверхнею металевих труб гірських порід різного мінералогічного складу та фізичного стану [25].

Таблиця 2.7

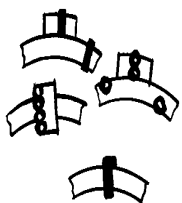
Приблизні значення коефіцієнтів тертя метала об породи

Гірська порода	Стан поверхні гірської породи		
	Суха	Змочена водою	Покрита глинястим розчином
Глина піщана	0,25 - 0,28	0,20 - 0,26	0,18 - 0,22
Глинястий сланець	0,20 - 0,25	0,15 - 0,20	0,11 - 0,13
Мергель	0,20 - 0,27	0,18 - 0,25	0,20 - 0,24
Пісок	0,32 - 0,42	0,27 - 0,40	0,25 - 0,35

При бурінні будуть використовуватися стандартизовані типи бурових твердосплавних коронок типу М (ребристі коронки для буріння м'яких порід I-IV категорій за буримістю: М1, М2, М5; М6), особливістю конструкції останніх є наявність ребер на короночному кільці, що збільшують діаметр коронки на один розмір.

Таблиця 2.8

Характеристика твердосплавних ребристих коронок

Тип	Вид з торця на основні різці	Передній кут різця (від вертикалі), град.	Розворот різців відносно радіуса	Тип основних різців, розмір, тип твердого сплаву	Вихід різців по торцю, мм	Діаметри коронок, мм	Особливі ознаки
М1		0	-	0203А; 3x8x10; ВК8	3; уступ ребер 8	151 - 93	бокові ребра
М2		0	-	Г53; 5x10; ВК8	2,5; уступ ребер 8	151 - 93	бокові ребра
М5		0	-	241/3 з отвором 5x10; ВК8	2,5	151 - 93	вварені в корпус ребра
М6		0	-	пластина 5x19,5 із спеціальним виступом	5	151 - 93	вварені в корпус ребра

Необхідно підкреслити, що наявність ребер для коронок типу М забезпечує збільшення проміжку між колонковою трубою і стінками свердловини - це сприяє попередженню прихоплень снаряда при бурінні в м'яких, липких, таких, що набрякають породах [15]. Технічна характеристика означених коронок приведена в а табл. 2.8.

Методика розрахунку параметрів колонкового буріння

Осьове навантаження на твердосплавну коронку визначається на такою формулою [18]

$$C = m\eta, \text{ Н} \quad (2.48)$$

де m – кількість основних (об'ємних) різців чи вставок, шт.; η – рекомендоване осьове навантаження на 1 різець, Н.

Для твердосплавної коронки частоту обертання визначають з наступного співвідношення

$$n = \frac{60V_0}{\pi D_c}, \text{ об/хв} \quad (2.49)$$

де V_0 – рекомендована окружна швидкість коронки, м/с; D_c – середній діаметр коронки, м.

$$D_c = \frac{D_z + D_v}{2}, \text{ м} \quad (2.50)$$

де D_z і D_v – відповідно зовнішній та внутрішній діаметри коронки, м.

Дані щодо прийнятих типів коронок та їх конструктивні особливості, наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Породоруйнівний інструмент для буріння проєктованих свердловин

Інтервал застосування інструменту, м	Тип ребристої коронки	Число різців, шт. / внутрішній діаметр, мм для коронок з зовнішнім діаметром, мм	
		151	132
0 - 4	M2	16/113	16/93
4 - 10	M5	24/112	24/91

При розрахунку частоти обертання коронок, необхідно дотримуватися вимог щодо обмеження граничних показників останньої (табл. 2.10) за колонко-

вого інженерно-геологічного буріння.

Таблиця 2.10

Граничнодопустимі частоти обертання для твердосплавних коронок

Зовнішній діаметр коронки, мм	Частота обертання, об/хв. для коронок типу М
151	300
132	350

Рекомендовані до застосування, при обчисленнях режимних параметрів процесу поглиблення інженерно-геологічних свердловин, значення питомого осьового навантаження на основний різець та окружної швидкості обертання коронки, наведені в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Рекомендовані параметри режиму буріння твердосплавними коронками типу М

Тип коронки	Категорія порід за буримістю		
	I - II	III	IV
Рєбристі	Осьове навантаження на основний різець, Н		
М2	300 - 400	400 - 500	500 - 700
М5	1200 - 1600	1600 - 2000	2000 - 2800
	Окружна швидкість 0,6 - 2,5 м/с		

Отримані розрахункові значення уточнюються у відповідності до наявного бурового обладнання, в нашому випадку, для спорудження проєктованих свердловин, приймаємо самохідну бурову установку, із рухомим обертачем, типу УРБ-2А2 [22], яка призначена головним чином для буріння геофізичних і структурно-пошукових свердловин на нафту і газ, розвідки родовищ твердих корисних копалини, будівельних матеріалів і підземних вод, інженерно-геологічних досліджень, буріння водозабірних і вибухових свердловин.

Бурові установки УРБ-2А2 прості і зручні в експлуатації. Буріння свердловини здійснюється обертальним способом, при цьому вона може промиватися спеціальним розчином або продуватися стисненим повітрям. Гідравлічне управління значно полегшує роботу обслуговуючому персоналу. Оператор спостерігає за роботою бурової установки за показниками контрольних приладів, а управляє нею за допомогою регулювальників зусилля швидкості підйому і частоти обертання. Обертач, що переміщається по щоглі, з гідроприводом викорис-

товується при бурінні, нарощуванні бурильного інструменту без відриву від забою і виконує спільно з гідропідйомником роботу по спуску/підйому інструменту і його подачу при бурінні. Обертач переміщається по щоглі за допомогою гідроциліндра і талевої системи. Управління буровою установкою повністю гідрофіковано і сконцентровано на пульті бурильника. На пульті знаходяться контрольні прилади і регулювальники зусилля на забій, швидкості подачі і підйому, а також частоти обертання шпинделя обертача.

У табл. 2.12 приведені основні технічні параметри установки УРБ-2А2.

Таблиця 2.12

Технічна характеристика самохідної бурової установки для обертального буріння

Найменування бурової установки	УРБ-2А2
Глибина буріння, м	
- свердловин із продувіанням	30
- свердловин із промиванням	100
- структурно-пошукових та інженерно-геологічних свердловин	300
- із застосуванням шнеків	30
Діаметр: початковий/кінцевий, мм	190/76
Тип обертача	рухомий з гідроприводом
Частота обертання, об/хв.	140; 225; 325
Зусилля натягнення канату лебідкою, кН	рухомий обертач
Оснастка талева	спеціальна
Швидкість підйому гаку, м/с	0 - 0,6
Висота щогли, м	8,37
Довжина свічки бурильних труб, м	4,5
Номінальне навантаження на гаку, кН	40
Тип подачі	гідравлічна з поліспастом
Зусилля подачі, кН	26
Хід подачі	5,2
Буровий насос	НБ - 32
Транспортна база	ЗИЛ - 131
Силовий привід	ЗИЛ - 131
Потужність, кВт	44
Крутний момент, Нм	2010; 1210; 830

Остаточні результати обчислень режиму буріння, уточнені у відповідності до вимог табл. 2.6 - 2.7, зведено до табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Режимні параметри для спорудження проектованої свердловини

Перебуваний інтервал, м	Колонковий породоруйнівний інструмент	Параметри режиму буріння	
		С, Н	n, об/хв
0 - 4	M2-151	4600	140
4 - 10	M5-132	8200	140

Якщо в процесі буріння якість кернових проб буде незадовільною, до застосування рекомендується подвійний колонковий набір (табл. 2.14) [15].

Таблиця 2.14

Рекомендації по застосуванню подвійного колонкового набору ТДН-2/0-93

Колонковий набір	Параметри режиму буріння		
	С, Н	n, об/хв	Q, л/хв
Труби ТДН-2/0-93	3000	140	40

Недоліком застосування означеного пристрою, є неможливість отримання кернових проб значного розміру, навіть у випадку забезпечення найприйнятніших умов, поперечні розміри зразків породи не перевищуватимуть 60 мм.

Розробка раціональної методики проведення геологічних вишукувань в цілому, та її невід'ємної складової – технології буріння інженерно-геологічних і технічних свердловин – зокрема, неможлива без врахування всієї гами природничих умов здійснення відповідних операцій [11, 37].

Буріння свердловин в осадових породах супроводжується виникненням різного роду ускладнень, найпоширенішим з них є прихоплення – непередбачувані аварії у свердловині, що характеризуються частковим або повним припиненням руху бурильного інструмента, металевих обсадних труб або геофізичних (гідрогеологічних) приладів і пристроїв [26]. Прихоплення є найскладнішими і найтрудомісткими аваріями в бурінні. Виділяють три основних типи прихоплення: 1) бурильних колон; 2) обсадних труб; 3) породоруйнівних інструментів і

колонкових наборів.

В табл. 2.15 наведені конкретні рекомендації щодо вибору ефективних промивних систем для спорудження свердловин в товщах м'яких осадових порід [14], у заломленні до проектного геологічного розрізу ділянки робіт.

Таблиця 2.15

Рекомендації щодо вибору очисних агентів для складних умов буріння

Ускладнення	Типові породи	Рекомендовані очисні агенти
Обвали, розмив	Піски	Глинясті і крейдяні розчини з підвищеною кількістю твердої фази, обважнені розчини
Обвали, набухання, пластична течія, розмив	Суглинки, глини, піщано-глинясті ґрунти	Інгібовані глинясті розчини, крейдяні, сапропелеві розчини
Обвали, осипи, слабе набухання, пластична течія, розмив	Сланці глинясті	Інгібовані глинясті і крейдяні розчини, із зниженою водовіддачею. В окремих випадках глинясті розчини
Обвали, осипи, слабкий розмив, вивали	Сланці піщано-глинясті	Глинясті і крейдяні розчини. Розчини на основі вибурих порід, силікатно-гумінові, полімерні, комбіновані

При наявності в розрізі свердловини глинистих порід, насамперед їх здатність до набрякання визначає ступінь складності процесу спорудження стовбура свердловини [26]. Глини, що містять монтморилоніт, називають бентонітовими. При набряканні вони можуть збільшуватися в об'ємі до 14 разів. Існуюча практика буріння доводить, що застосування саме глинистих бурових розчинів дозволяє в більшості випадків попередити можливі ускладнення в стовбурі свердловини, пов'язані із проявом різноманітних фізико-хімічних властивостей осадових порід і в даному випадку глин. Разом з тим, ефективність застосування глинистих розчинів може бути максимальною лише за умов піддавання глинистих бурових розчинів спеціальній обробці, яка передбачає фізичну та хімічну обробку дисперсійного середовища [23].

З бентонітових глин навіть без усякої хімічної обробки виходять кращі по стабільності й інших показниках розчини. Каолінітові глини погано розпускаються у воді. Стабільність каолінових розчинів дуже незначна. Іллітові мінерали дають розчин, який по якості займає проміжне положення.

При приготуванні глинистих розчинів необхідно контролювати наступні

їх основні технологічні параметри (табл. 2.16).

Таблиця 2.16

Типи і параметри деяких видів промивальних рідин на основі глини

Тип промивальної рідини, розчина	Основні технічні параметри				
	Густина ρ , кг/м ³	Умовна в'язкість T , с	Водовіддача V , см ³ /30 хв.	Напруга зсуву, Па	
				динамічна	статична
Нормальний глинистий	1070 - 1130	20 - 24	20 - 30	17 - 20	7,4 - 13
Нормальний глинистий з підвищеною кількістю глини	1150 - 1200	25 - 30	25 - 35	18 - 20	8 - 14
Покращений глинистий	1060 - 1100	19 - 23	12 - 15	19 - 21	8,2 - 15
Малоглинистий полімер-бентонітовий	1040 - 1060	16 - 33	3 - 12	2 - 4	1 - 3
Обважений баритом глинистий	1600 - 1900	25 - 60	5 - 6	17 - 25	17 - 24
Розчин на основі вибурених глинистих порід необроблений	1020 - 1050	16 - 20	25 - 30	8 - 12	2,5 - 6

При приготуванні глинистого розчину здійснюють додаткове диспергування глини. Ступінь дисперсності глинистих часток залежить від інтенсивності здрібнювання, фізико-хімічного і мінералогічного складу глини. Найбільшу дисперсність мають монтморилоніти, найменшу – каолінові глини. Фракція більш 1 мкм у відсотках по вазі для бентоніту складає біля 15%, а для каолініту – 60%; менш 50 мкм для бентонітів – близько 40%, каолініт такої фракції не дає.

Сальнікоутворення характерне при бурінні свердловин у глиняних породах при наявності інтервалів з інтенсивним утворенням рихлих фільтраційних кірок. Для попередження можливостей виникнення прихопленонебезпечних умов у свердловині необхідно вжити наступних заходів.

Рекомендовано також приймати швидкість висхідного потоку бурового розчину в кільцевому просторі в інтервалах нестійких глини на рівні до 1,2 м/с, а у випадку появи сальників - до 2,5 м/с і більше. Якщо продуктивність насосів недостатня, то з метою кращого очищення стовбура свердловини від шламу необхідно періодично піднімати бурильну колону над забоем на довжину тягової труби і спускати з обертанням. У разі вимушених зупинок проходки та немож-

ливості промивання свердловини, бурильну колону необхідно підняти в обсаджено або неускладнену частину стовбура.

Буровий розчин і хімічні реагенти, яких застосовують для його оброблення, мають забезпечити утворення тонких міцних фільтраційних кірок. Водночас в'язкість і статичне напруження зсуву розчину повинні мати мінімальні значення.

Якщо тиск у нагнітальній лінії підвищився, то поглиблення свердловини припиняють. Шляхом інтенсивного промивання, розходжування з натягом, рівним власній вазі бурильної колони та її обертанням колони з частотою 1,2 об/с у стовбурі свердловини створюють нормальні умови для відновлення буріння. Виникнення затяжок при підніманні інструмента сигналізує про його припинення. За умови обережного відновлення циркуляції з поступовим її збільшенням проробка місця затяжки повинна проводитись обережно, без затяжок, посадок і підвищення тиску на насосах.

У випадку затягування колони в сальник необхідно розвантажити бурильну колону на вагу труб, що знаходяться у відкритій частині стовбура; відновити циркуляцію спочатку при одному клапані насоса з поступовим збільшенням подачі до звичної; спробувати до 4 разів повернути бурильну колону на допустиме розраховане число обертів при розвантаженому на 30 - 40 кН нижче власної ваги інструменті; у випадку повного або часткового вивільнення колони сальник необхідно зруйнувати шляхом обертання з інтенсивним промиванням; вивільнення бурильної колони розходжуванням при натягу її понад власну вагу не припускається, оскільки це ускладнює процес ліквідації прихоплення.

Знеміцненню порід в стінках свердловини також сприяє розвиток втомних явищ, що відбуваються під впливом гідродинамічних ударів і змінного тиску в стовбурі при спускопідіймальних операціях.

Чинники, що впливають на сипучість глин, можна розділити на наступні групи: механічні, гідратація глин і інші [15]. До механічних чинників, які впливають на сипучість глин, відноситься в основному ерозія, викликана рухом бурового розчину, його турбулентністю і в'язкістю.

Розділ 3. Охорона праці

Проектування і виконання робіт, що пов'язані із спорудженням та введенням в експлуатацію свердловин, повинно проводитися у повному дотриманні всіх норм і правил викладених у наступних документах: НПАОП 74.2-1.02-90 «Правилах безпеки при геологорозвідувальних роботах»; СНтаП 3.05.04-85 «Зовнішні мережі і споруди водопостачання та каналізації»; СНтаП 3.02.01-87 Земляні споруди, основи та фундаменти»; СНиП 12.03.99 «Безопасность труда в строительстве»; Закон України «Про охорону праці».

Загальні положення

Підприємства, що виконують бурові, суміжні та ремонтно-відновні роботи, зобов'язані, не пізніше ніж за один місяць до початку робіт, зареєструватися у територіальних управліннях Державної служби України з питань праці. Заново створені підприємства повинні отримати у територіальних управліннях Державної служби України з питань праці дозвіл на початок робіт [27].

У відповідності з вимогами вищевказаних нормативних документів, при виконанні робіт дозволяється застосовувати лише те обладнання, інструменти та апаратуру, що відповідають технічним умовам (ТУ), експлуатувати їх згідно з експлуатаційною та ремонтною документацією і підтримувати у справності і чистоті.

Під час організації будівельного майданчика необхідно визначити небезпечні для людей зони, у межах яких діє або потенційно може діяти небезпечний виробничий фактор. Небезпечні зони постійних факторів повинні бути огорожені, а потенційних факторів позначатися знаками відповідно до вимог ДСТ 12.4.059-78 та ДСТ 12.1.013-78 (електробезпека).

Пуск в роботу нових об'єктів, а також таких після капітального ремонту та реконструкції дозволяється лише після приймання їх комісією, яку призначає наказом керівник підприємства, з обов'язковою участю представників відомчої профспілки і органів Державної служби України з питань праці.

Кожен працівник, помітивши небезпеку, яка загрожує людям, будовам і майну, повинен вжити залежних від нього заходів для її усунення і негайно повідомити своєму безпосередньому керівнику або особі технічного нагляду. Керівник робіт або особа технічного нагляду зобов'язані вжити заходів щодо усунення небезпеки; у разі неможливості попередити небезпеку – припинити роботи, вивести працюючих у безпечне місце і повідомити старшу посадову особу.

Вимоги до бурового обладнання та виконавців робіт

Дозволяється застосовувати лише те обладнання (геофізичне, бурове, гірничопрохідницьке, гідрогеологічне, випробувальне і лабораторне), яке відповідає вимогам правил безпеки та інших нормативних документів з охорони праці.

Виробництво і введення в експлуатацію нової чи модернізованої геолого-розвідувальної та бурової техніки (обладнання, апаратура, механізми та інструмент) дозволяється здійснювати лише після її випробування, проходження експертизи на відповідність вимогам безпеки і затвердження у встановленому порядку.

Для роботи в умовах низьких і високих температур, підвищеної радіації, вологості, пилу, у вибухонебезпечному або іншому небезпечному середовищі дозволяється застосовувати обладнання, в паспорті і технічному описі (інструкції з експлуатації) якого відображена можливість роботи відповідних умовах або середовищі (з зазначенням параметрів і категорій). На самохідному і пересувному обладнанні (бурові установки, геофізичні станції, шурфопрохідні агрегати тощо) завод-виробник повинен передбачати спеціальні місця для розміщення касет з аптечкою, термосу з питною водою та засобів пожежогасіння. Касети і вогнегасник повинні знаходитись в легкодоступному місці із швидкозйомним кріпленням.

Під час вибору конструкції бурового обладнання необхідно передбачити забезпечення правильного укладання талевих і підйомних канатів (кабелів тощо) на барабан лебідки.

Підприємства, які експлуатують бурове обладнання, у разі виявлення його невідповідності вимогам правил безпеки, іншим нормативним документам або

технічним умовам, повинні припинити експлуатацію і направити заводу-виробнику акт щодо виявлених недоліків, копію якого слід направити органам Державної служби України з питань праці, що контролюють завод. Завод-виробник повинен повідомити організаціям, які експлуатують його вироби з недоліками, про методи їх усунення, а також вислати технічну документацію, матеріали, деталі і вузли, які необхідно замінити.

Застосування іноземного обладнання повинно здійснюватись за інструкціями виробника та з врахуванням місцевих особливостей і з отриманням дозволу на їх застосування у встановленому порядку.

До управління буровими станками, підйомними механізмами, гірничопрохідницьким обладнанням, геофізичною і лабораторною апаратурою, а також обслуговування двигунів, компресорів, електроустановок, зварювального та іншого обладнання та ведення робіт допускаються лише ті особи, які мають посвідчення на право ведення цих робіт.

Обслуговуючий персонал електротехнічних установок (пересувні електростанції, бурові установки з електроприводом, геофізична апаратура тощо) повинен мати відповідну групу з електробезпеки.

Обслуговування пересувних електростанцій потужністю до 125 кВт і компресорних установок продуктивністю до 10 м³/хв, призначених для забезпечення енергією одиничних виробничих об'єктів (бурових установок, місць ведення бурових робіт на поверхні, сейсмічних і насосних станцій та ін.), розташованих від них на відстані до 25 м, дозволяється особам з числа основного виробничого персоналу, атестованим у встановленому порядку.

Обладнання, що відпрацювало свій моторесурс (амортизаційний термін), допускається до подальшої експлуатації лише після проведення відповідних обстежень та технічної експертизи на відповідність вимогам нормативних документів з охорони праці комісією, призначеною керівництвом підприємства. Терміни періодичних оглядів і відбракування несправного інструменту затверджує керівник підприємства. Відбракований інструмент необхідно вилучати з використання.

Особа, яка здійснює пуск механізмів і вмикання апаратури та приладів, повинна попередньо переконатись у їх справності та у відсутності людей в небезпечній зоні і подати попереджувальний сигнал. Значення встановлених сигналів необхідно довести до відома всіх працюючих.

У разі огляду і поточного ремонту механізмів їх приводи необхідно вимкнути і вжити заходи, які б виключали помилкове або самовільне вмикання, а на пускових пристроях встановити або вивісити попереджувальні знаки «НЕ ВКЛЮЧАТИ - ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ».

Під час роботи необхідно: експлуатувати обладнання, механізми, апаратуру та інструмент з допустимими навантаженнями (тиск, сила струму, напруга тощо) згідно з паспортом; застосовувати за призначенням та використовувати справні обладнання, механізми, апаратуру, інструмент, пристосування та засоби захисту; не залишати без нагляду працююче обладнання, апаратуру, які потребують під час експлуатації постійної присутності обслуговуючого персоналу; проводити роботи за наявності та справності захисних загорож; обслуговувати обладнання і апаратуру в спецодезії.

Під час обслуговування працюючих механізмів забороняється: підніматись на них або виконувати будь-які роботи, знаходячись на них; змащувати їх рухомі частини непризначеними для цього пристосуваннями; знімати загорожі або їх елементи до повної зупинки рухомих частин; входити поза загорожі, переходити через рухомі неогорожені канати і торкатися їх; гальмувати рухомі частини механізмів, вдягати, скидати, натягувати або послаблювати пасові, клинопасові та ланцюгові передачі працюючих механізмів, направляти канат або кабель на барабані працюючої лебідки.

Монтувати і демонтувати бурове обладнання із застосуванням вантажопідійомних кранів слід згідно з вимогами «Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів».

Підтримувати і направляти обладнання, що переміщується з допомогою механізмів, необхідно лише з застосуванням відтяжок.

Устатковувати талеву систему і ремонтувати кронблок щогли, яка не має кронблочного майданчика, необхідно за умов опущеної щогли з використанням драбини або спеціальних майданчиків. З метою уникнення зміщення установки в процесі бурових робіт щогли самохідних і пересувних бурових установок, а також їх колеса, гусениці, полози в робочому положенні треба надійно закріпити.

Виконання свердловинних робіт

Апаратуру свердловин, а також устаткування, що застосовується у разі проведення відкачування ерліфтом і нагнітань, необхідно опресовувати на 1,5 робочих тиски. Результати опресувань оформляються актами.

Необхідно слідкувати за відсутністю зазубнів та ріжучих пружків на верхньому краю колони обсадних труб, якими закріплена свердловина.

Воду із свердловини необхідно відводити за межі робочого майданчика по трубопроводу або шлангу. Трубопровід або шланг відведення води необхідно укладати з ухилом не менше 1° і надійно закріплювати.

Під час досліджень забороняється знаходитися під трубою, по якій відводиться вода від свердловини, стояти напроти водовідвідної труби.

Під час заміру дебіту з допомогою вимірювальних баків необхідно встановлювати баки на спеціальний майданчик, що забезпечує їх стійкість, а у разі місткості баку понад 200 л - обладнати його спеціальними зливними пристроями.

Під час проведення відкачування для персоналу в літній час необхідно влаштовувати укриття від дощу і вітру, а взимку - приміщення, яке опалюється. Під час відкачування води із свердловини желонками її необхідно відводити за допомогою відвідного жолобу.

В свердловину можна опускати секції фільтрів, бурильні та обсадні труби довжиною не більше 0,8 висоти вишки або межевої висоти підйому крана. Встановлювати, спускати і піднімати фільтри у разі глибини свердловини понад 5 м, а також діаметра фільтру понад 75 мм необхідно за допомогою вантажопідйомних механізмів.

У разі відкачування занурюваним насосом з електроприводом забороняється:

- монтувати водопіднімальну колону насосу із застосування відповідних пристроїв і хомутів для труб;
- проводити спуск і підйом насосу при кабелі після зняття напруги;
- прокладати кабель до електродвигуна насосу в бік бригади, що працює, чи лебідки;
- кабель живлення закріплювати на водопідйомній колоні скобами, розташованими на відстані не більше 1,5 м одна від одної; пускові механізми електронавантажувальних насосів встановлювати у будках чи в приміщеннях, які зачиняються на замок.

На вводі мережі живлення до насосних агрегатів (поряд з робочою площею дослідної установки) необхідно встановлювати загальний вимикач, за допомогою якого, в разі необхідності, може бути повністю знята напруга електрообладнання.

Насосна установка для нагнітання повинна бути обладнана двома манометрами: на насосі і на заливальній голівці тампонуєчого обладнання.

Трубопроводи для подачі води в свердловину у разі напору понад 5 ат (0,5 МПа) та відсутності інших природних опор необхідно прокладати на козелках. При утворенні у трубопроводах "пробки" дослід необхідно припинити і відновити його лише після її усунення.

Виконання ремонтно-відновлювальних робіт

При виконанні ремонтних робіт бурова установка або підйомник повинні бути ретельно відцентровані відносно осі свердловини [14].

У разі ремонтних робіт на свердловині, що розташована в надкаптажному будинку, необхідно забезпечити надійний зв'язок машиніста з особами, які працюють всередині будинку.

У разі чистки піщаних пробок желонкою забороняється: випорожнити желонку безпосередньо на підлогу робочого майданчика; спускати желонку у разі утворення слабину канату; останній повинен бути негайно вибраний на барабан

лебідки; стояти біля гирла свердловини під час спуску і підйому желонки; проводити роботи в фонтануючих свердловинах.

У випадку зіскакування тартального канату з відтяжного ролика або кроноблочного шківів необхідно припинити спуско-підйомні операції, канат, до заведення його в ролик (шків), надійно закріпити на гирлі свердловини.

Під час промивки піщаної пробки водою промивну рідину необхідно відводити, щоб запобігти її потрапляння в свердловину.

Склади для зберігання і видачі хімічних реактивів повинні розташовуватись тільки в окремо стоячих будинках (корпусах), які не є лабораторними чи виробничими. Стіни, підлогу і стелі приміщень складів необхідно опоряджувати матеріалом, стійким до хімічних впливів і зручним для миття. У кожному приміщенні повинні бути поливальний кран та приямки для нейтралізації стічних рідин.

У складських приміщеннях необхідно обладнувати вентиляцію і водяне опалення, гардероб, душ та умивальник, а також приміщення для зберігання робочого одягу.

Бутлі місткістю 10 л і більше з сильнодіючими кислотами та зі спиртом повинні утримуватись в корзинах. Простір між бутлем і корзиною слід заповнювати стружкою або іншим м'яким матеріалом.

Склади кислот і хімічних реактивів необхідно забезпечувати відповідними засобами захисту, протипожежними засобами та всім необхідним для першої допомоги у разі опіків і отруєння.

Обслуговуючий персонал повинен знати пожежну небезпеку, правила безпечного зберігання і особливості гасіння хімічних речовин та реактивів.

На складах має бути розроблений план розміщення хімічних речовин із зазначенням їх найбільш характерних властивостей: «Вогнебезпечні», «Отруйні», «Хімічно активні» тощо.

Зберігання хімічних речовин може здійснюватися в закритих сухих приміщеннях або під навісами у тарі в залежності від фізико-хімічних та пожежо-небезпечних властивостей продукції та кліматичних умов.

Експлуатація електроустановок

Експлуатувати електроустановки слід згідно вимогам чинних стандартів, «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ), «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів»(ПТЕЕС) і «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»(ПБЕЕС). Самохідні стрілові установки (бурові установки, автокрани тощо) необхідно обладнати сигналізаторами небезпечної напруги.

Геофізичне обладнання підключають до електричної мережі згідно з технічною документацією по експлуатації.

Освітлювальні електричні мережі і установки треба облаштовувати згідно з чинним ПУЕ, ПТЕЕС, ПБЕЕС. Застосовувати автотрансформатори для живлення переносних та стаціонарних світильників забороняється. Аварійне освітлення необхідно виконувати переносними електричними ліхтарями з акумуляторами або сухими елементами. Для освітлювальних мереж необхідно використовувати напругу не вище 220 В, а для живлення ручних переносних ламп не вище 42 В.

Влаштовувати і експлуатувати захисне і робоче заземлення, а також занулення потрібно відповідно до вимог ПУЕ, ПТЕЕС, ПБЕЕС. Заземлювати (занулювати) необхідно: металеві частини електротехнічних пристроїв, які можуть виявитися під напругою у випадку пошкодження ізоляції; вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів; струни (троси), на яких закріплені кабелі з незаземленою (незануленою) металевою оболонкою.

Проведення інженерно-геологічних досліджень

Проекти інженерно-геологічних досліджень повинні розроблятися відповідно до технічних вимог експлуатації устаткування.

Бурова установка має бути забезпечена механізмами і пристосуваннями, що підвищують безпеку робіт, у відповідності з нормативами.

Усі робітники, зайняті на бурових установках, повинні працювати у захисних костюмах.

При проведенні польових досліджень з визначення компресійних і зсувних властивостей гірських порід необхідно: а) перевіряти перед монтажем приладів справність канатів, хомутів, гачків і важелів, а в платформах навантажень також надійність кріплення установки; під час установки стійок і домкратів стежити за положенням ваговитих підвісних важелів, прийнявши заходи із запобігання їх падінню; б) здійснювати завантаження приладів зразками для визначення параметрів зрушення при відведених убік важелях; в) закріплювати стінки і покрівлю виробок, в яких проводяться дослідження, приймати заходи із запобігання затопленню виробок поверхневими і ґрунтовими водами; у виробках повинні знаходитися тільки особи, що безпосередньо беруть участь в проведенні досліджень; г) мати вільний вихід з гірської виробки, що забезпечує швидке видалення людей у разі аварії; д) тип установки і устаткування (конструкція штаму, профіль опорної балки, анкерні палі та ін.) для польових випробувань необхідно вибирати залежно від граничного розрахункового навантаження; при заглибленні в ґрунт анкерних паль здатність упорної балки, що несе має бути на 25% більше розрахункової.

При проведенні польових досліджень за визначенням компресійних і зсувних властивостей гірських порід забороняється: знаходження людей у виробці під час завантаження платформи; знаходження людей під вантажною платформою і важелями.

Якщо під час дослідження будуть виявлені несправності (в приладі і вимірювальній апаратурі, перекося в передавальних стійках і т. п.), проведення дослідження має бути припинене і відновлене тільки після усунення усіх несправностей.

Щоб уникнути попадання дощових і талих вод в шурфи останні мають бути обладнані щитами або наметами і обнесені валом з ґрунту на відстані не менше 1,0 - 1,5 м від краю шурфу.

При проведенні досліджень з визначення параметрів зрушення порід в гірській виробці, установка має бути укріплена в розпір не менше чим двома гвинтовими домкратами. При використанні дослідної установки із застосуван-

ням гідравлічних подушок і гвинтових домкратів, подушка повинна мати запобіжний металевий (знімний) кожух, а гвинтові домкрати - запобіжний металевий пояс.

Після проведення кожного дослідження камера має бути перевірена особою технічного нагляду і приведена в безпечний стан.

При проведенні польових визначень (досліджень) на стисливість і опір порід зрушенню у свердловинах за допомогою пресіометрів необхідно: а) перед початком визначень перевірити справність і стан шлангів, газового редуктора, вентиля, балонів; б) при проведенні визначень в зимовий час над гирлом свердловини спорудити опалювальне укриття; в) стежити за показами манометрів і не допускати підвищення тиску вище граничного; г) при роботі з електропневматичними пресіометрами персонал повинен дотримувати «Правил улаштування і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

Забороняється: в процесі проведення випробування знаходитися над гирлом свердловини; проведення випробування свердловин при несправності приладів, вимірювальної апаратури, витоках повітря, а також при зависанні клапана редуктора, аномальних показаннях покажчика деформації і т. п. При виявленні несправностей проведення випробування має бути припинене, джерело високого тиску відключене, а тиск в системах пресіометра знятий.

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища

Вибір технології буріння та конструкції свердловини № 3868 обумовлений особливостями будови геологічного розрізу, гідрогеологічними умовами та санітарно-експлуатаційними вимогами [20], що пред'являються до свердловин господарсько-питного водопостачання.

Запобігання негативного впливу на геологічне середовище під час буріння свердловини передбачається за рахунок послідовного перекриття пробурених інтервалів до проектних глибин обсадними колонами та цементування обсадних колон до гирла.

Для попередження забруднення родючого шару ґрунту передбачено його зняття і складування у тимчасові відвали з наступним використанням для рекультивації порушених земель.

Доставка хімреагентів на майданчик передбачається в герметичній тарі, що дозволяє виключити негативний вплив на атмосферне повітря та працівників від випаровування, розпорошування хімреагентів при вантажорозвантажувальних роботах. Для зберігання запчастин, хімічних реагентів та глиномішалки передбачено спорудження тимчасових навісів.

Забруднення підземних вод проявляється у підвищенні їх мінералізації, загальній жорсткості, збільшенні вмісту хлору, сульфат-іона, заліза, появою нітратів, нафтових вуглеводів, важких металів (мідь, цинк, свинець, ртуть та ін.), в зміні температури, кольору, в появі неприємного запаху та інших показників погіршення якості води.

Для збереження питної якості води, а також попередження забруднення родовища підземних вод, у відповідності до діючого положення про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони (ЗСО) джерел водопостачання та водогонів господарсько-питного призначення (ДБН В.2.5.-74:2013), встановлюються зони санітарної охорони, в яких запроваджуються спеціальні заходи, що виключають можливість забруднення водозаборів та водоносних горизонтів у районах водозаборів (рис. 4.1).

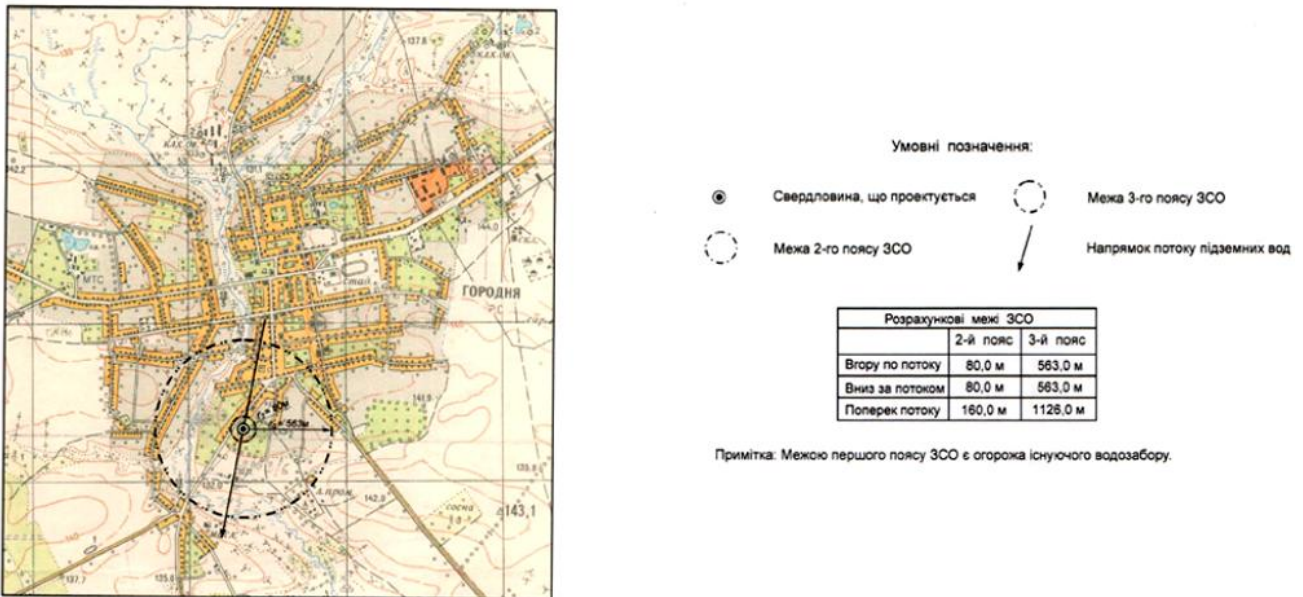


Рисунок 4.1. Оглядова карта зон санітарної охорони (ЗСО) (свердловина № 3868)

Робочим проектом будівництва даної свердловини визначені межі ЗСО проєктованого водозабору (рис. 4.1):

- I пояс ЗСО (суворого режиму) – зберігається в існуючих межах (територія існуючого водозабору – наявне існуюче огородження);
- II пояс - RII - вгору по потоку 80,0 м, вниз за потоком – 80,0 м, поперек потоку – 160 м; (з метою захисту від бактеріологічного забруднення);
- III пояс - RIII – вгору по потоку – 563,0 м, вниз за потоком - 563,0 м, поперек потоку – 1126,0 м; (з метою захисту від хімічного забруднення).

Гідрогеологічна будова району будівництва водозабору повністю виключає проникнення в намічений до експлуатації водоносний комплекс забруднюючих компонентів по вертикалі. Водоносний комплекс надійно захищений від поверхневого забруднення.

Для забезпечення дотримання санітарного режиму, в межах зон санітарної охорони, обов'язковим є виконання наступних заходів: щоденний огляд насосних станцій і I-го поясу зони санітарної охорони, один раз на місяць - II-го поясу ЗСО і один раз на рік - III-го поясу ЗСО; контроль санітарного стану прилеглої до водозабору території з метою своєчасного виявлення джерел потенційного забруднення; спостереження за якістю води шляхом проведення санітарно-

мікробіологічного, хімічного, радіологічного контролю і визначення отрутохімікатів, відповідно до санітарних норм і правил; недопускання розливу шкідливих речовин на ділянці робіт; дотримання основних вимог та рекомендацій санітарної служби та органів геоекологічного та гірничотехнічного контролю [21].

Враховуючи умови залягання наміченого до експлуатації водоносного горизонту, його надійну захищеність природними водоупорами (витримані за площею і потужністю шари мергелю) від поверхневого забруднення, представляється можливим встановити зону строгого режиму на проектованій експлуатаційній свердловині з радіусом 30 м [20, 28].

Другий пояс ЗСО призначений для захисту підземних вод від мікробних забруднень і визначається гідродинамічними розрахунками на період 200 діб (час просування мікробного забруднення до водозабору достатній для ефективного самоочищення води).

Третій пояс ЗСО призначений для захисту підземних вод від хімічних забруднень і також визначається розрахунками на період 10 000 діб, відповідний розрахунковому періоду експлуатації водозабору.

Межа другого поясу ЗСО визначається розрахунком виходячи з умов, що якщо за її межами через товщу перекриваючих порід або безпосередньо у водоносний горизонт поступлять мікробні забруднення, то вони не досягнуть водозабору.

В межах виділених ЗСО першого і другого поясів джерела забруднення підземних вод відсутні, тим більше що ЗСО другого поясу має невеликий радіус і укладається в межі огороженої території першого поясу, що охороняється. Проте в межах поясів ЗСО необхідно передбачити комплекс заходів, що перешкоджають можливості забруднення джерела водопостачання.

На території I поясу ЗСО водозабору:

- забороняються усі види будівництва, що не мають безпосереднього відношення до експлуатації, реконструкції і розширення водопровідних споруд, у тому числі прокладення трубопроводів різного призначення, розміщення жит-

лових і господарчо-побутових будівель, проживання людей, а також застосування отрутохімікатів і добрив, посадка високостовбурних дерев;

- територія має бути спланована для відведення поверхневого стоку за її межі та забезпечена охороною;

- водопровідні споруди, розташовані в цьому поясі, мають бути обладнані з урахуванням запобігання можливості забруднення питної води через оголовки і гирла свердловин, люки і труби переливань резервуарів і пристрою заливки насосів;

- водозабір має бути обладнаний апаратурою для систематичного контролю відповідності фактичного дебіту проектній продуктивності.

На території II поясу ЗСО водозабору:

- забороняється розміщення кладовищ, скотомогильників, ділянок асепізації і фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівницьких ферм і інших об'єктів, що обумовлюють небезпеку мікробного забруднення підземних вод;

- забороняється застосування усіх видів отрутохімікатів і добрив;

- відбувається виявлення та тампонування усіх старих, бездіяльних, дефектних свердловин, що представляють небезпеку в частині можливості забруднення водоносних горизонтів;

- буріння нових свердловин і нове будівництво пов'язане з порушенням ґрунтового покриву, здійснюється при обов'язковому узгодженні з центрами гігієни і епідеміології, органами екологічного і геологічного контролю;

- забороняється закачування відпрацьованих вод в підземні горизонти, створення горизонтів підземного складування твердих відходів і розробки надр землі;

- забороняється розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів виробничих стоків, шламосховищ і інших об'єктів, що обумовлюють небезпеку хімічного забруднення підземних вод;

- проводиться своєчасне виконання необхідних заходів щодо санітарної охорони поверхневих вод, що мають гідравлічний зв'язок з використовуваним водоносним горизонтом;

- здійснюється виконання заходів щодо санітарного облаштування території населеного пункту (обладнання каналізацією, створення водонепроникних вигребів, відведення поверхневого стоку та ін.).

На території третього поясу ЗСО виконуються ті ж заходи, що і для другого поясу; крім того допускається розміщення об'єктів (складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів виробничих стоків, шламосховищ) тільки за умови виконання спеціальних заходів щодо захисту водоносного горизонту від забруднення за узгодженням з центрами гігієни і епідеміології, органами екологічного і геологічного контролю.

Висновки

1. Наведено відомості щодо геологічної та гідрогеологічної характеристики Дніпровсько-Донецької западини у розрізі умов експлуатації водоносних горизонтів та проведення комплексних інженерно-геологічних вишукувань.

2. Здійснено обґрунтований вибір конструкцій водоприймальної частини (тип, геометричні розміри, матеріал обсіпання гравійного фільтру, схема свердловинного монтажу) і в цілому водозабірної свердловини та визначено параметри водопідіймального обладнання для тимчасових і постійних відкачувань.

3. Визначено номенклатуру основного і допоміжного бурового обладнання та породоруйнівного інструменту з обчисленням режимних параметрів застосування і перевірочними розрахунками на відповідність конкретним геолого-технічним умовам буріння.

4. Надано змістовну характеристику технології монтажу фільтрової колони та відцентрового насоса, а також методам і прийомам ефективного розкриття і освоєння водоносних горизонтів.

5. Розроблені в проекті техніко-технологічні рішення щодо проведення інженерно-геологічних вишукувань, базуються на вичерпних даних відносно літологічного складу (геологічної будови), фізико-механічних властивостей порід (ґрунтів), інших гірничо-геологічних і гідрогеологічних особливостей ділянки провадження означеної діяльності; для запобігання ускладнень при бурінні інженерно-геологічних свердловин, проектом передбачено низку заходів технологічного характеру, що повністю унеможливають виникнення позаштатних ситуацій.

6. Визначено вимоги до порядку облаштування та конкретні розміри зон санітарної охорони водоносного горизонту.

7. Надано змістовні рекомендації щодо організації робіт зі спорудження та експлуатації водозабірної свердловини.

8. Розглянуто питання охорони праці при виконанні бурових та суміжних робіт з облаштування комплексів експлуатації водоносних горизонтів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. – К.: Знання, 2006. – 511 с.
2. Геологія / Й.М. Свинко, М.Я. Сивий. – К.: Либідь, 2003. – 480 с.
3. Геологія з основами геоморфології / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, О.В. Чепіжко [та ін.]. – Чернівці: Букрек, 2010. – 398 с.
4. <https://novynarnia.com/2020/07/18/mara-rajonu/>
5. Немець Л.М. Економічна і соціальна географія України / Л.М. Немець, П.А. Вірченко, Ю.Ю. Сільченко. – Харків: ФОП Грицак С.Ю., 2014. – 276 с.
6. Екологічна геологія / За ред. д.г.-м.н. М.М. Коржнева – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2005. – 257 с.
7. Суярко В.Г. Основи геології / В.Г. Суярко, О.О. Сердюкова. – Полтава: ПолНТУ, 2012. – 151 с.
8. Костюченко М.М. Гідрогеологія та інженерна геологія / М.М. Костюченко, В.С. Шабатин. – К.: Київ. університет, 2005. – 159 с.
9. Максимов В.М. Справочное руководство гидрогеолога / В.М. Максимова. – Л.: Недра, 1967. – 592 с.
10. ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва.
11. Інженерні вишукування для водогосподарського та природоохоронного будівництва / За ред. А.М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2010. – 173 с.
12. Дудля М.А., Садовенко І.О. Техніка та технологія буріння гідрогеологічних свердловин. - Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2007. – 399 с.
13. Специальные работы при бурении и оборудовании скважин на воду / Башкатов Д.Н., Драхлис С.Л., Сафонов В.В., Квашнин Г.П. Справочник. – М.: Недра, 1988. – 268 с.
14. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. Справочник. – М.: Недра, 1990. – 336 с.

15. Разведочное бурение / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский и др. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – 748 с.
16. Белицкий А.С., Дубровский В.В. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. – М.: Недра, 1974. – 256 с.
17. Масленников И.К. Буровой инструмент. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 430 с.
18. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин / Под ред. Е.А. Козловского: В 2 т. – М.: Недра, 1984. – Т. 1. – 512 с.
19. Иогансен К.В. Спутник буровика. – М.: Недра, 1990. – 380 с.
20. Башкатов Д.Н. Справочник по бурению скважин на воду. – М.: Недра, 1979. – 565 с.
21. Бурение и оборудование гидрогеологических и водозаборных скважин / Г.А. Колпашников. – Минск: БНТУ, 2016. – 62 с.
22. Башкатов Д.Н., Панков А.В., Коломиец А.М. Прогрессивная технология бурения гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1992. – 286 с.
23. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирующие скважин: Справочное пособие. – М.: Недра, 1989. – 246 с.
24. Башкатов Д.Н., Роговой В.Л. Бурение скважин на воду. – М.: Колос, 1976. – 208 с.
25. Зоценко М.Л. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти / М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев та ін. – Полтава: ПНТУ, 2003. – 446 с.
26. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях. – М.: Недра, 1987. – 269 с.
27. Голінько В.І. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. посіб. / В.І. Голінько, О.В. Безщасний; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 218 с.
28. Бочеввер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов. – М.: Недра, 1969. – 315 с.

ДОДАТОК А
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.КР.21.04.ПЗ	Пояснювальна записка	68	
5					
6		НГІБ.КР.21.04.ДМ	Демонстраційний матеріали	13	
7					
8					
9			Геологічний розріз ділянки (родовища)	1	
10			Геолого-технічний проект	1	
12			Пропозиції з удосконалення технології буріння	1	

ДОДАТОК Б

ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу бакалавра на тему: «Розробка технології спорудження водозабірних та інженерно-геологічних свердловин для умов Городнянського району Чернігівської області»

студента групи 184-18ск-1 ГРФ, Єременка Олександра Олеговича

1. Метою кваліфікаційної роботи є оволодіння методами самостійного вирішення прикладних інженерних задач, обробка й узагальнення результатів дослідження шляхом комплексного використання отриманих у процесі навчання знань та умінь.

2. Розробка проекту буріння водозабірних свердловин з дрібнозернистими піщаними породами-колекторами та виконання відповідних інженерно-геологічних досліджень, є складовою частиною плану соціально-економічного розвитку міста Городня Чернігівської області. Його виконання забезпечить умови постачання населення питною водою відповідної якості.

3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра за спеціальністю 184 «Гірництво», освітньо-професійної програми «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин».

4. Тема та зміст роботи відповідає освітньо-професійній програмі підготовки магістра за спеціальністю 184 «Гірництво», зокрема в розділі проектування технології та супроводження процесів, пов'язаних з бурінням свердловин на воду.

5. Практичне значення та оригінальність технічних рішень полягає в наступному: розроблено цілісні технології спорудження гідрогеологічних та інженерно-геологічних свердловин, а також запропоновано удосконалений регламент проведення свердловинних робіт у водозаборах, які представлені піщаними породами-колекторами, що можуть бути впроваджені на ділянках з однойменними гідрогеологічними умовами; надано змістовну характеристику техніко-технологічному супроводженню проведення свердловинних робіт.

6. Роботу виконано із застосуванням, зокрема, пакетів прикладних програм Excel, Mathcad, Компас 3D.

7. Робота відповідає вимогам стандартів щодо оформлення.

8. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи високий.

9. За умов відповідного захисту, кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «відмінно» (90 балів).

10. Впливових недоліків, що були б підставою для зниження зазначеної оцінки, кваліфікаційна робота не містить.

Керівник кваліфікаційної роботи,
доц. кафедри НГІБ

_____ А.О. Ігнатів