

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 магістра
(бакалавра, магістра)

студента Філатова Андрія Валерійовича
(ПІБ)

академічної групи 184М-19-1 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 буріння й обладнання геотехнологічних свердловин для умов Токарівського родовища будівельного піску з удосконаленням системи гідравлічного руйнування
(назва за наказом ректора)

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

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 12 » жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ**на кваліфікаційну роботу****ступеня** магістра

(бакалавра, магістра)

студенту Філатову Андрію Валерійовичу академічної групи 184М-19-1 ГРФ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 184 Гірництво

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин»на тему Розробка технології буріння й обладнання геотехнологічних свердловин для умов Токарівського родовища будівельного піску з удосконаленням системи гідравлічного руйнування

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.11.2020 р. № 947-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Технологічний</i>	<i>Географічна та літолого-геологічна характеристика ділянки проведення робіт. Проектування технології буріння і експлуатації свердловин гідравлічного видобутку корисних копалин в умовах Токарівського родовища будівельного піску</i>	04.11.20 р.
<i>Спеціальна частина роботи</i>	<i>Розробка ефективних систем гідравлічного руйнування і транспортування, що забезпечують високі показники буріння і видобутку</i>	26.11.20 р.
<i>Організація та економіка бурових робіт</i>	<i>Розробка організаційних заходів розвідки та видобутку корисних копалин</i>	02.12.20 р.
<i>Охорона праці та навколишнього середовища</i>	<i>Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей його негативного впливу на навколишнє природне середовище</i>	10.12.20 р.

Завдання видано _____ Ігнатов А.О.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)Дата видачі 12.10.2020 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 11.12.2020 р.Прийнято до виконання _____ Філатов А.В.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 с., 18 рис., 18 табл., 3 додатки, 34 джерела.

КОРИСНА КОПАЛИНА, СВЕРДЛОВИНА, ГЕОТЕХНОЛОГІЯ, ЕРЛІФТ, ГІДРОЕЛЕВАТОР, ШВИДКІСТЬ ПІДЙОМУ, ТЕХНОЛОГІЯ, ПОКЛАД, БУДІВЕЛЬНИЙ ПІСОК, ТИСК.

Сфера застосування розробки – буріння і експлуатація видобувних геотехнологічних свердловин.

Об'єкт розроблення – технологія виконання бурових і експлуатаційних робіт при спорудженні геотехнологічних свердловин (на прикладі Токарівського родовища будівельного піску Сумської обл.) з удосконаленням системи гідравлічного руйнування і транспортування.

Мета роботи – підвищення та забезпечення сталості показників геотехнологічного методу розробки корисних копалин при спорудженні і експлуатації свердловин гідравлічного видобутку в умовах Токарівського родовища будівельного піску, що досягається за рахунок вдосконалення режимних параметрів та технології виконання свердловинних та допоміжних робіт.

Новизна одержаних результатів – обґрунтовано вибір технологічної схеми відпрацювання родовища; виконано розрахунок основних процесів свердловинного гідравлічного видобутку; надано рекомендації щодо забезпечення робіт наземним і свердловинним обладнанням; здійснено вибір способу та технічних засобів буріння і експлуатації видобувних свердловин. Запропоновані технологічні рішення базуються на даних щодо геологічного розрізу та гідрогеологічних умов родовища. Розроблено елементи комплексного підходу до проектування ефективних систем гідравлічного руйнування і транспортування.

Практичні результати – створено вдосконалені методики буріння і експлуатації геотехнологічних свердловин, що базуються на прогресивних техніко-технологічних прийомах і засобах.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення продуктивності та ступеню надійності здійснення бурових і експлуатаційних робіт за рахунок вдосконалення режимних параметрів та виконавчих технологій.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	5
Розділ 1	Загальні положення про геотехнологічні свердловинні методи видобутку корисних копалин та геолого-технічна характеристика об'єкту розробки.....	7
1.1	Визначення сутності геотехнологічних процесів.....	7
1.2	Геологічні умови об'єкту робіт і властивості корисної копалини.....	14
1.3	Гірничо-геологічні особливості споруджування геотехнологічних свердловин на проектній ділянці.....	19
1.4	Програма розробки родовища.....	22
Розділ 2	Техніко-технологічна частина.....	24
2.1	Вибір і обґрунтування конструкції геотехнологічних свердловини.....	24
2.2	Вибір способу та технічних засобів буріння.....	29
2.3	Попередження ускладнень при бурінні геотехнологічних свердловин.....	37
2.4	Наземне і свердловинне обладнання об'єкту гідравлічного видобутку корисної копалини.....	41
2.5	Розрахунок основних процесів свердловинного гідравлічного видобутку.....	46
2.6	Система забезпечення свердловинних робіт.....	50
Розділ 3	Проектування удосконаленої системи гідравлічного руйнування.....	56
Розділ 4	Охорона праці.....	62
Розділ 5	Охорона навколишнього середовища.....	67
Розділ 6	Організація та економіка свердловинних геотехнологічних робіт.....	72
	ВИСНОВКИ.....	78
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
	ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	82
	ДОДАТОК Б Розрахунок ерліфтного підйому.....	83
	ДОДАТОК В Відзив на кваліфікаційну роботу.....	84

Вступ

Навіть поверхневий аналіз прийомів і методів, що застосовуються в гірничо-видобувній галузі України і інших держав з розвиненою сировинною базою, свідчить про широке застосування в процесах виймання корисних копалин капітальних гірничих виробок різної номенклатури. Проте, останнім часом спостерігається стала тенденція переорієнтації окремих ланок видобувної промисловості на застосування так званих геотехнологічних методів.

Необхідність використання геотехнологічного вилучення корисних копалин викликана як прагненням до скорочення витрат на процеси виймання корисних копалин з надр, так і неможливістю застосування класичних способів виконання гірничих робіт.

Геотехнологічні методи дозволяють переводити корисні копалини на місці залягання в рідкий, газоподібний або дисперсний стан з подальшим транспортуванням на земну поверхню за допомогою свердловин. Розплавлення сірки і вилуговування металів, термічні способи підвищення нафтовіддачі пластів – це далеко не повний перелік можливих сфер застосування геотехнологічних методів.

Переваги геотехнології стають особливо яскравими за можливості рентабельної розробки навіть некондиційних і позабалансових запасів корисних копалин.

Геотехнологічні методи поєднують в собі відносно нескладність усіх основних та допоміжних операцій з будівництва видобувного підприємства і освоєння родовища та допускають повну механізацію і автоматизацію робіт, поліпшення умов праці і високі показники вилучення корисних компонентів.

Не дивлячись на різноманіття гірничо-геологічних умов застосування та вид корисної копалини, кожен геотехнологічний метод включає основні, допоміжні і забезпечуючі процеси. До основних відносяться процеси, пов'язані з видобутком корисних копалин (процеси переведення корисної копалини в рухливий стан, доставки робочих агентів в місце видобутку, транспортування про-

дуктивних флюїдів на поверхню). Процеси забезпечення включають в себе операції, що пов'язані з пошуком, розкриттям і підготовкою родовища до видобутку, сюди також відноситься приготування робочих агентів, переробка продуктивних флюїдів, контроль і управління параметрами видобутку. Іншими словами, реалізація процесів забезпечення є необхідною умовою виконання процесів безпосереднього видобутку корисних копалин. До допоміжних процесів відносяться наступні: енергопостачання, ремонт устаткування, геолого-маркшейдерське обслуговування робіт.

Відмітними особливостями геотехнологічних методів розробки корисних копалин є наступне: розробка родовища ведеться через свердловини, які є каналом розкриття, підготовки і видобування корисної копалини; розроблюване родовище комплексує в собі функції з видобутку і переробки корисної копалини, оскільки технологія передбачає селективне витягання корисного компонента; геотехнологічне підприємство включає такі основні елементи: блок підготовки робочих агентів, поле видобутку корисної копалини, блок переробки продуктивних флюїдів; інструментом видобутку є робочі агенти – носії фізичної, хімічної та інших видів енергії, що вводяться в поле безпосереднього видобутку корисної копалини; під впливом робочих агентів корисна копалина змінює свій агрегатний стан або перетворюється на іншу речовину, утворюючи продуктивні флюїди, які мають легку рухливість і можливість переміщення; розробка родовища має зональний характер і переміщається в часі відносно свердловин і контурів родовища; управління видобутком корисних копалин здійснюється з поверхні, шляхом зміни характеристики і параметрів подачі робочих агентів.

Таким чином геотехнологія передбачає фізичну, хімічну, біохімічну і мікробіологічну дію на продуктивний поклад з метою переведення корисних копалини в рухливий стан і наступного витягання їх через свердловини.

Метою даної роботи є проектування прогресивної геотехнології з розробки Токарівського родовища (Сумської області) будівельного піску, придатного для виготовлення будівельних розчинів та використання в дорожньому будівництві, з удосконаленням системи гідравлічного руйнування.

Розділ 1. Загальні положення про геотехнологічні свердловинні методи видобутку корисних копалин та геолого-технічна характеристика об'єкту розробки

1.1 Визначення сутності геотехнологічних процесів

Практика гірничо-видобувних робіт сучасного етапу розвитку промисловості багатьох провідних держав свідчить про сталу тенденцію залучення до розробки відносно незначних за вмістом корисних компонентів і розташованих на значних глибинах родовищ зі складними геологічними умовами [1], не є виключенням і Україна. Саме за таких умов застосування свердловинного вилучення корисних копалин є єдино виправданим, та навіть можливим, способом виконання гірничих робіт з видобутку, що дозволяє, за рентабельності основних техніко-економічних показників, переводити корисні копалини, безпосередньо на місці їх залягання, в рідкий, газоподібний чи диспергований стан з подальшою видачею на земну поверхню [2]. Названі процеси і науці та техніці об'єднуються під загальноприйнятим визначенням – геотехнологія; остання поєднує в собі нескладність основних операцій, відносно низьке за витратами будівництво підприємства, швидке освоєння родовища, повну механізацію і автоматизацію робіт, поліпшення умов праці (безлюдне виймання) і високий коефіцієнт вилучення корисних компонентів. Останнім часом, до вже традиційних прийомів і методів геотехнології, залучаються прогресивні фізико-хімічні і мікробіологічні процеси, що значно підвищують ефективність розробки родовищ.

Розплавлення сірки і вилуговування металів, термічні способи підвищення нафтовіддачі пластів, свердловинне розчинення солей, підземна газифікація твердих горючих копалин, свердловинний гідравлічний видобуток корисних копалин – це ефективні технології гірничих робіт, використання яких сприяє розробці навіть некондиційних і позабалансових запасів [3].

В табл. 1.1 приведені узагальнені відомості про особливості використання геотехнологічних способів розробки родовищ корисних копалини.

Таблиця 1.1

Відомості про галузі застосування геотехнологічних способів видобутку

Спосіб	Об'єкти промислового освоєння	Об'єкти напівпромислових і лабораторних досліджень
Підземна виплавка	Родовища самородної сірки	Сірка в непроникних рудах, бітум, озокерит, сірка вулканогенних родовищ, метали
Підземне вилуговування	Родовища міді і нікелю, урану, золота	Родовища марганцю, сульфідні родовища міді, свинцю, цинку і нікелю, фосфоритів, титану і вапняку
Термічні способи підвищення нафтовіддачі пластів	Родовища високов'язких нафт	Вилучення важких нафт та залучення до відпрацювання малорозмірних глибинних покладів
Підземне розчинення	Родовища кам'яної, калійної солі	Родовища бішофіту, глауберової солі
Внутрішньопластове горіння	Родовища важких нафт	Відпрацювання глибинних покладів високов'язких нафт
Свердловинний гідровидобуток	Родовища фосфоритів, будівельних пісків	Осадкові родовища металів, гравій. Титан, каситерит, вугілля, м'які боксити, залізо

Підземна виплавка корисних копалин заснована на здатності останніх плавитися або змінювати свою в'язкість при нагріванні. За температури близька 120°C сірка переходить з твердого стану в рідкий, для інших копалин, таких як озокерит, температура трансформації складає $50 - 80^{\circ}\text{C}$, бітум – 100°C , при цьому вони не розчиняються у воді.

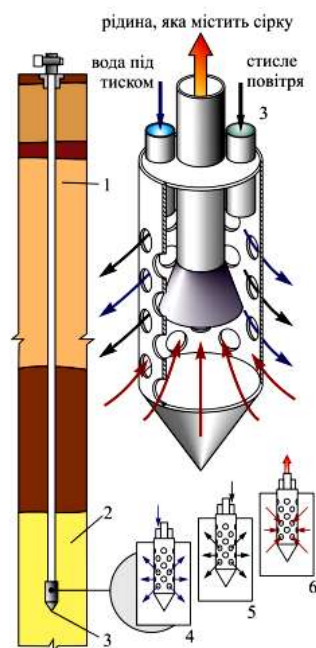


Рисунок 1.1. Принципова схема виплавки сірки: 1 – свердловина, 2 – пласт сірки, 3 – робоча голівка, 4 – подавання нагрітої води, 5 – подавання стиснутого повітря, 6 – відкачування робочого розчину

Технологічна схема виплавки сірки (рис. 1.1) характеризується тепловою і гідродинамічною взаємодією сірконосного пласта з теплоносієм [2]. Через свердловини в сірконосний пласт нагнітається теплоносій, у ролі якого використовується перегріта вода. Розплавлена сірка піднімається по іншій свердловині (можлива комбінація водоподавання і підйому розплавленої сірки по одній свердловині). Піднята на поверхню сірка через відстійні резервуари направляється в фільтрувальні агрегати для очищення і далі на склад готової продукції.

Процес вилуговування супроводжується зміною корисної копалини як хімічної сполуки і переведенням її в розчин. Способом вилуговування ведеться витягання з руд металів, їх солей і оксидів. В якості агентів, що вилуговують корисні копалини, використовують кислоти і водні розчини солей (рис. 1.2) [3].

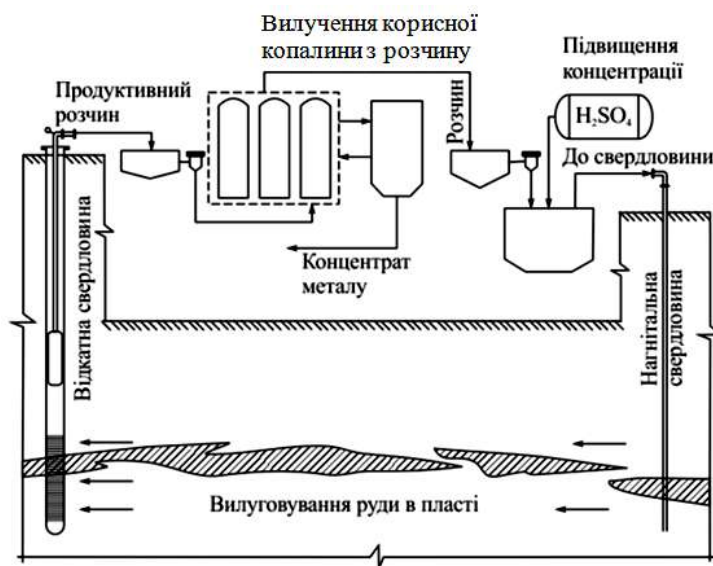


Рисунок 1.2. Принципова схема процесу вилуговування

Процес вилуговування складніший, ніж процес розчинення. Методи хімічного витягання мінералів, засновані на вилуговуванні, передбачають зазвичай селективне витягання корисного компонента.

При підземному вилуговуванні до розчинника пред'являються наступні вимоги: забезпечення відносно повного переведення корисного компонента в розчин; дешевизна і доступність реагенту; селективність в процесі вилуговування; забезпечення корозійної стійкості вживаної апаратури і матеріалів; виключення умов, що призводять до кольматації пір і капілярів у оброблюваній

рудній масі; можливість здійснення процесу без нагріву, додаткового подрібнення, перемішування і тому подібне.

Найбільш застосовуваним розчинником для вилуговування є сірчана кислота.

Термічні методи застосовують, як правило, при видобутку середньої і важкої нафти, а також при розробці родовищ бітумінозних пісків.

Під час нагнітання в пласт, наприклад, водяної пари схема розповсюдження тепла в ньому і процес витіснення нафти показані на рис. 1.3 [4]. Температура в пласті при цьому поділяється на кілька зон. У першій з них вона змінюється від температури нагнітання до температури насиченої пари (точки кипіння води в пластових умовах), у другій - зоні сконденсованої пари - відбувається витіснення нафти гарячою (нагрітою) водою, у третій - зоні води з пластовою температурою - відбувається витіснення нафти при цій температурі, у четвертій - зоні, що не охоплена тепловою дією, - нафта витісняється конденсатом, що виділився у першій зоні, і, по мірі переносу його сюди, прохоллов.

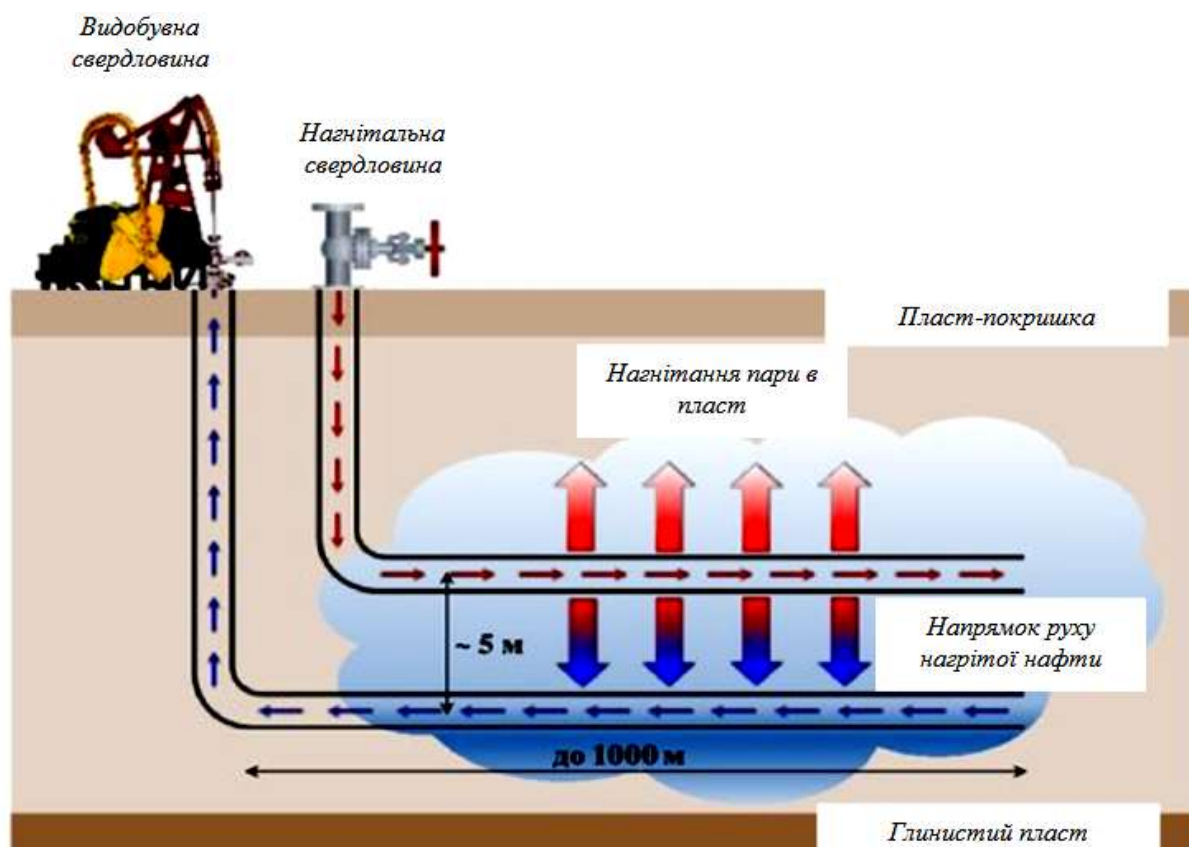


Рисунок 1.3. Схема розробки родовищ вуглеводнів за умов використання пари для витіснення нафти

Додатковий видобуток нафти пояснюється дією трьох основних факторів: зниженням в'язкості нафти, покращенням прояву молекулярно-поверхневих сил і тепловим розширенням скелету пористого середовища та флюїдів, що його насичують. Витіснення нафти парою, виходячи з механізму прогрівання та зниження в'язкості нафти, рекомендовано застосовувати на родовищах з в'язкістю нафти понад 50 - 100 мПа·с, де за звичайного заводнення нафтовилучення не перевищує 15 - 17% [5].

Розчинення протікає в результаті дифузії і міжмолекулярної взаємодії без порушення хімічного складу корисної копалини. Процес розчинення лежить в основі свердловинного видобутку розчинних у воді солей: галіту, сильвіну, бішофіту та ін. (рис. 1.4) [2].

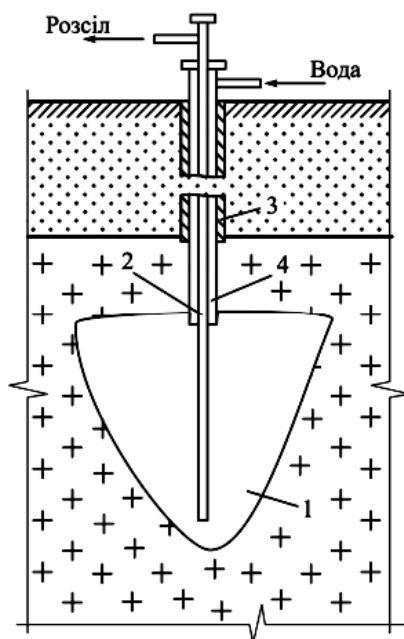


Рисунок 1.4. Технологічна схема підземного розчинення: 1 – камера розчинення; 2 – вода подавальна колона; 3 – цементне кільце; 4 – розсолідопійна колона

Процес розчинення включає такі етапи: подавання розчинника до поверхні речовини, що розчиняється; взаємодія розчинника і корисної речовини (міжфазні процеси); видалення розчиненої речовини від поверхні взаємодії (дифузійний процес).

Процес внутрішньопластового горіння - спосіб розробки і метод підвищення нафтовіддачі продуктивних пластів, заснований на використанні енергії,

отриманої при частковому спалюванні важких фракцій нафти (коксу) в умовах пластів при нагнітанні окисника (повітря) з поверхні (рис. 1.5) [6]. Це складне перетворення, яке швидко протікає і супроводжується виділенням теплоти та використовується для інтенсифікації видобутку нафти і збільшення нафтовіддачі в основному на покладах нафти з в'язкістю більше 30 мПа·с.

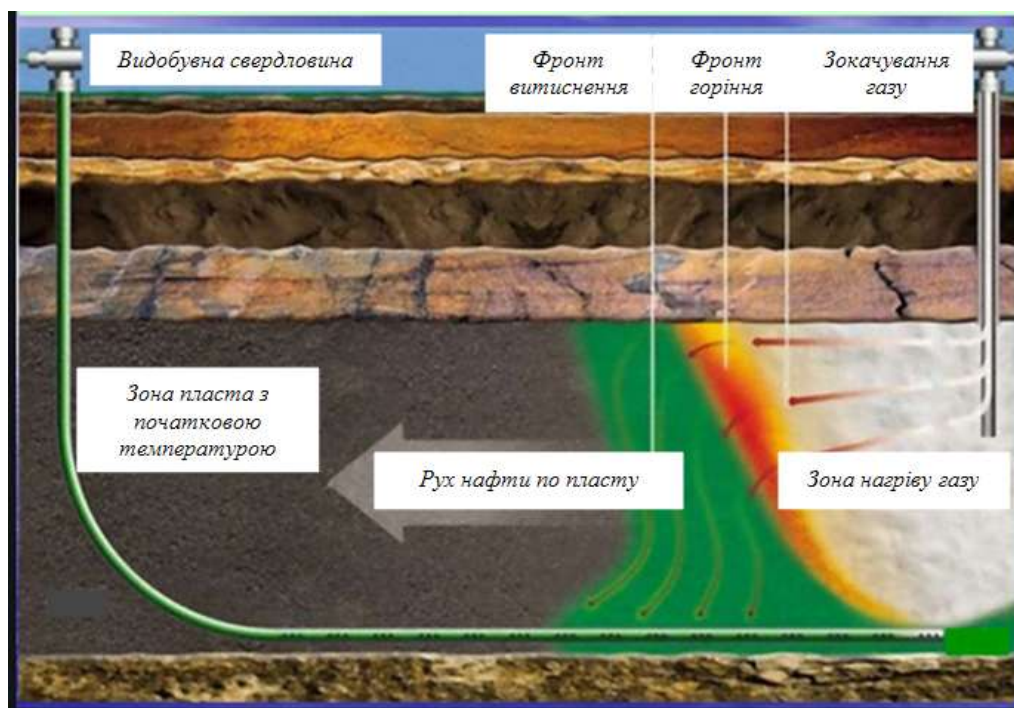


Рисунок 1.5. Схема розробки родовищ вуглеводнів за умов використання внутрішньопластового горіння для витиснення нафти

Основа горіння - екзотермічна окислювально-відновна реакція органічної речовини з окисником. Для початку реакції потрібний первинний енергетичний імпульс, найчастіше нагрівання нафти. Тому процес внутрішньопластового горіння починається з підпалу деякої кількості нафти за допомогою забійного нагрівача (електричних або вогневих пальників). Після утворення стійкого вогнища горіння в пласт закачують через нагнітальну свердловину окисник або суміш окисника і води. Кисень з'єднується з паливом (нафтою), утворюючи CO_2 і воду з виділенням тепла. Заздалегідь розігріта порода далі нагріває рухомий через неї окисник до температури вище за займання коксу і нафти. При нагнітанні окисника розігріта зона (вогнище горіння), температура якого підтримується високою за рахунок згорання частини нафтопродуктів,

просувається углиб пласта. Частина пластової нафти (10 - 15%) згорає, при цьому газ, пара і інші горючі продукти згорання, що виділяються в результаті горіння, просуваючись по пласту, ефективно витісняють нафту з пласта-колектора. Процес автотермічний, тобто триває безперервно за рахунок утворення продуктів для горіння (типа коксу).

Свердловинний гідровидобуток зводиться до наступних операцій: гідророзчленовування, гідровідбій, гідропідйом, гідротранспорт [7].

Гідророзчленовування підвищує проникність масиву за рахунок розриву пласта робочою рідиною під великим тиском.

Гідровідбій здійснюється струменями робочої рідини високого тиску, формованими спеціальними свердловинними гідромоніторами з гнучкими і телескопічними наконечниками.

Гідропідйом здійснюється за рахунок: енергії робочого агента, що нагнітається на забій свердловини; енергії стисненого повітря, яке вводиться у свердловину, роботи занурених насосів і гідроелеваторів.

Гідротранспорт - транспортування зруйнованої породи у вигляді пульпи - суміші твердого і рідкого в певному співвідношенні.

Гідромоніторний струмінь є робочим органом для руйнування, змиву, підйому гірської маси. Він характеризується розміром окремих структурних елементів, початковим тиском води на вильоті з насадки, силою тиску на забій на різних відстанях від насадки.

Гідромоніторні струмені поділяються на: низького (до 1 МПа), середнього (до 4 МПа) і високого тиску.

Руйнування струменем в основному застосовується при розробці слабо-зв'язних і рихлих гірських порід і рідше напівскельних.

Переміщення зруйнованої струменем гірської маси до всмоктувального пристрою відбувається в потоці, по забою камери руйнування, самопливним або напірним потоком води.

Під'їм гірської маси по свердловині може бути здійснений гідроелеватором, ерліфтом або їх комбінацією. Транспортування матеріалу (від видобувної

свердловини по трубах) здійснюється землесосом або завантажувальним апаратом. При гідроелеваторному підйомі робоча вода з насадки гідроелеватора, створюючи вакуум в приймальній камері, засмоктує потік гідросуміші і, змішуючись з ним через дифузор, по трубах видає її на поверхню.

Ерліфтний підйом, незважаючи на низький к. к. д. (10 - 30%), широко застосовується для відкачування пульпи, зважаючи на свою простоту, надійність і можливість вільного винесення абразивних часток.

Землесоси є найбільш поширеними апаратами гідравлічного транспортування найрізноманітніших гірських порід і відносяться до різновиду турбомашин, конструкція яких має специфіку, обумовлену наявністю твердого матеріалу в гідросуміші, що транспортується за їх допомогою.

1.2 Геологічні умови об'єкту робіт і властивості корисної копалини

Відповідно до геолого-структурних даних [8], будівництво промислового майданчику зі свердловинної розробки Токарівського родовища будівельного піску, передбачається в Сумському районі Сумської області, на відстані в 0,7 км на захід від с. Токарі біля східної околиці м. Суми (територія Токарівської сільської ради), на ділянці площею 10,64 га, зайнятою пасовищами, сінокосами та заболоченими ділянками.

Проектована ділянка вільна від забудови та зелених насаджень. В 2-х км від ділянки планованої діяльності проходить автодорога «Суми - Полтава» (Н-12). Рельєф ділянки рівний із загальним нахилом у західному напрямку з перепадом висот 165,50 - 170,50 м. Конфігурація ділянки має неправильну форму, багато кутів зламу, що не дає можливості максимального використання площі. Ділянка розташована у межах правого водо-роздільного схилу долини у верхів'ї р. Крупець. Рельєф навколишньої території рівнинний, з пологим схилом у бік р. Крупець. Згідно з картою фізико-географічного районування України, ділянка проєктованих робіт відноситься до лісостепової зони, східноукраїнського краю, сумської схилово-височинної області (рис. 1.6) [9].

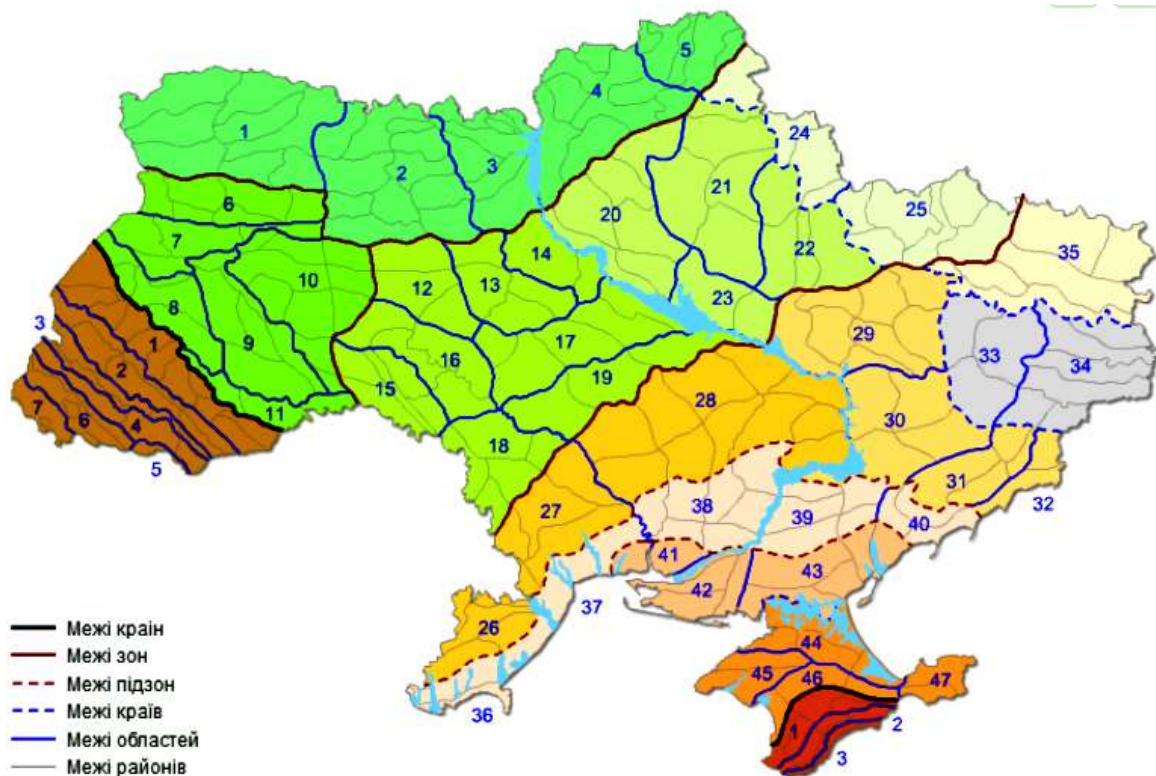


Рисунок 1.6. Мапа фізико-географічного районування України (24 - Сумська схилово-височинна область)

Клімат району помірно континентальний з теплим тривалим літом і відносно холодною зимою. Середня річна температура повітря складає $-6,6^{\circ}\text{C}$, середньомісячна температура самого теплого місяця (липня) – $19,2^{\circ}\text{C}$, самого холодного (січня) – $-7,7^{\circ}\text{C}$. Перехід температури повітря через 0° спостерігається навесні в середньому у двадцятих числах березня, восени – в другій декаді листопада. В окремі спекотні дні температура повітря може підвищуватись до 38°C (спостережний максимум), а в дуже холодні сурові зими знижуватись до -37°C (спостережний мінімум) [10].

Ландшафт району планованої діяльності лісостеповий, Поєднання широколистянолісових і лучно-степових ландшафтів. У геоморфологічному плані ділянка приурочена до схилу водороздільного простору з абсолютними відмітками поверхні від 209 м до 166 м.

Несприятливі фізико-геологічні процеси і явища в межах ділянки не спостерігаються [11].

Проведені геолого-бурові роботи свідчать про розповсюдженість на проєктованій ділянці верхньо-четвертинних суглинків, що з поверхні гумусовані. Підстеляються вони неогеновими та палеогеновими утвореннями.

Неогенові відклади представлені пісками мілкими малого ступеню водонасичення жовтого, білого кольору, залягають вони з глибини 0,6 до 8,4 м.

Палеогенові відклади розповсюджені в нижній частині розрізу, представлені алевритами та суглинками легкого та важкого механічного складу. В нижній частині розрізу розповсюджені глини легкі. Залягають вони з глибини 8,4÷15 м. Поширення ґрунтів та їх літологічний склад відображені на геолого-літологічних розрізах (рис. 1.7)

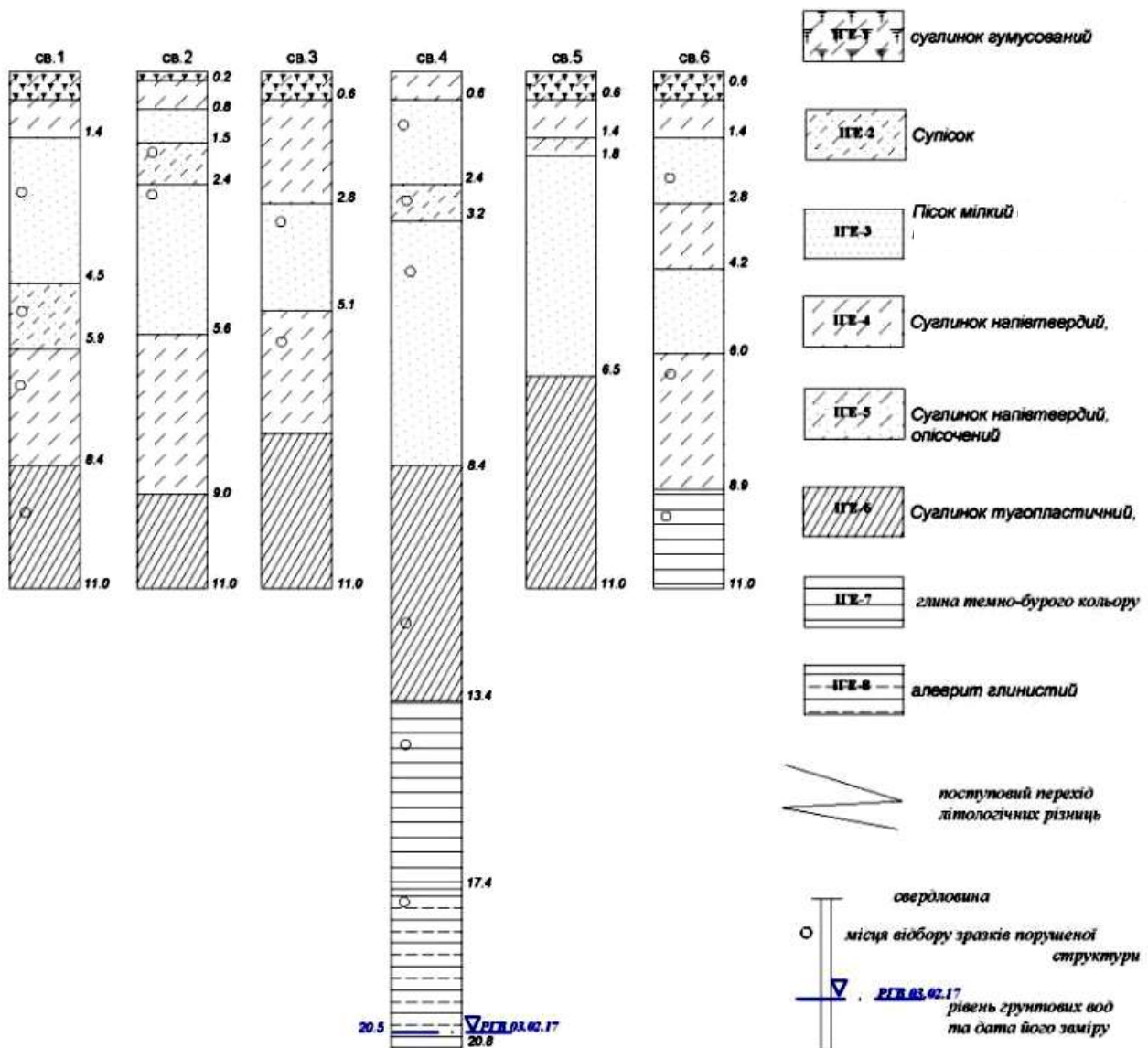


Рисунок 1.7. Геолого-літологічні розрізи Токарівського родовища будівельного піску

У межах ділянки розповсюджений водоносний горизонт ґрунтових вод у палеогенових відкладах.

Флора і фауна носить перехідний характер від лісостепової до степової зони, характерною ознакою яких є чергування незначних ділянок хвойних, листяних лісів із значними масивами степу.

Озера, струмки, річки та інші види природних водойм на території розміщення ділянки відсутні.

Район провадження робіт в економічному відношенні сільськогосподарський, з розвиненим землеробством і тваринництвом.

Територія ділянки та її нормативна санітарно-захисна зона знаходяться на землях з цільовим призначенням – для розміщення та експлуатації основних, підсобних та допоміжних будівель і споруд технічної інфраструктури (виробництво та розподілення газу, постачання пари та гарячої води, збирання, очищення та розподілення води). Категорія земель – земля промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики та іншого призначення.

Пісок є рихлою незцементованою осадовою породою, що складаються з різною мірою обкатаних уламків гірських порід і мінералів розміром від 0,05 до 5 мм; його фізичні й технічні властивості визначаються величиною, мінеральним складом, формою та характером поверхні зерен [12].

Піски поділяються на мономінеральні (складаються переважно із зерен одного мінералу), олігоміктові (двох-трьох мінералів) і поліміктові (уламків гірських порід і мінералів різного складу). За речовинним складом виділяються теригенні, карбонатні і пірокластичні різновиди. За співвідношенням кварцу, польових шпатів і уламків порід вони поділяються на кварцові піски, аркози (кварц-польовошпатові) і грауваки (з суттєвим вмістом темно-кольорових мінералів і уламків порід). Форми зерна піску поділяють на округлі, округлокутасті, кутасті, за ступенем обкатаності – на обкатані, напівобкатані й гострокутні, а за характером поверхні – на зерна з рівною, нерівною та шерехатою поверхнями.

Пісок застосовується: як заповнювач бетонів, будівельних розчинів, асфальтобетонних та бітумо-мінеральних сумішей для будівництва доріг; у скляному виробництві; при ливарних роботах (формувальні піски); у виробництві цементу, силікатної цегли, виробництва бетонів, тонкої та будівельної кераміки, вогнетривких речовин, абразивів, фільтрування водопровідної води, при рекреації земель тощо [13].

Вимоги до якості піску для різних цілей його використання визначаються державними та галузевими стандартами або технічними умовами.

Серед родовищ пісків і гравію виділяють алювіальні, льодовикові, морські, озерні, елювіальні, делювіальні, пролювіальні та еолові [14].

Для алювіальних родовищ характерна видовжено-лінзоподібна форма покладів, довжина яких сягає декількох кілометрів при потужності до десятків метрів. Зерновий і мінеральний склад піщаного матеріалу по розрізу, як правило, невитриманий.

Льодовикові родовища бувають флювіогляціальними та мореними. Флювіогляціальні (водно-льодовикові) родовища приурочені до специфічних форм льодовикового ландшафту – оз, камів, зандрових долин і рівнин.

Морські та озерні родовища поділяються на сучасні та давні (дочетвертинні). Просторово вони приурочені до берегових валів і донних відкладів, вирізняються хорошим сортуванням і обкатаністю матеріалу, відносно однорідним зерновим складом. Родовища, пов'язані з озерними осадами, як правило, складені більш дрібнозернистими глинистими пісками, ніж родовища морського генезису і займають меншу площу.

Еолові родовища представлені дюнами та барханами, рідше – лінзоподібними покладами, складеними пісками, відносно рівномірного зернового складу (від дрібно- до середньозернистих, зі значною домішкою глинистого матеріалу). Еолові піски найкраще сортовані, великі за розміром зерна майже повною мірою відсутні.

Значні запаси піску в Україні зосереджені в межах Передкарпатського крайового прогину і в західній частині Українського щита [8].

1.3 Гірничо-геологічні особливості споруджування геотехнологічних свердловин на проектній ділянці

Розробка родовищ за гідравлічного видобутку корисних копалин полягає у створення гірничих виробок (в даному випадку їх підкласу - свердловин), які забезпечують доступ до корисних копалин з поверхні і призначені для їх подальшої підготовки та розробки [2].

Будівництво геотехнологічних комплексів починається з буріння розвідувальних свердловин; за отриманими із їх допомогою даними, проектується техніко-технологічна схема відпрацювання родовища.

Розкриття родовищ здійснюється вертикальними похилими орієнтованими (похило-спрямованими) свердловинами та їх комбінацією, а також з використанням підземних гірничих виробок. Вибір способу розкриття залежить від глибини залягання родовища, його потужності і кута падіння, розмірів геотехнологічного поля, технологічної схеми розробки, рельєфу місцевості, властивостей корисних копалин і бічних порід, техніко-економічних показників, наявності джерел енерговодопостачання та утилізації відходів, відстані від постачальників до споживачів та ін. Для свердловин гідравлічного видобутку будівельних матеріалів характерне вертикальне розташування видобувних свердловин [7].

Вибір конструкції геотехнологічної свердловини залежить від геолого-літологічних особливостей будови родовища, властивостей порід не продуктивних товщ, необхідної продуктивності процесу видобутку, призначення свердловини, способу буріння.

Для запобігання руйнування стовбура свердловини застосовують його кріплення колонами обсадних (металевих і неметалевих) труб із заповненням тампонажним розчином затрубного простору або без нього [3].

За кількістю обсадних колон, що розташовуються у стовбурі свердловини, їх конструкції бувають одно-, дво- і триколонні.

Свердловини для гідровидобутку корисних копалин, на відміну від ін-

ших, мають доволі значний діаметр 350 – 400 мм (із подальшим розширенням призабійної зони) і глибину до 200 м. Характерну конструкцію свердловини та основні етапи її спорудження показані на рис. 1.8 [2].

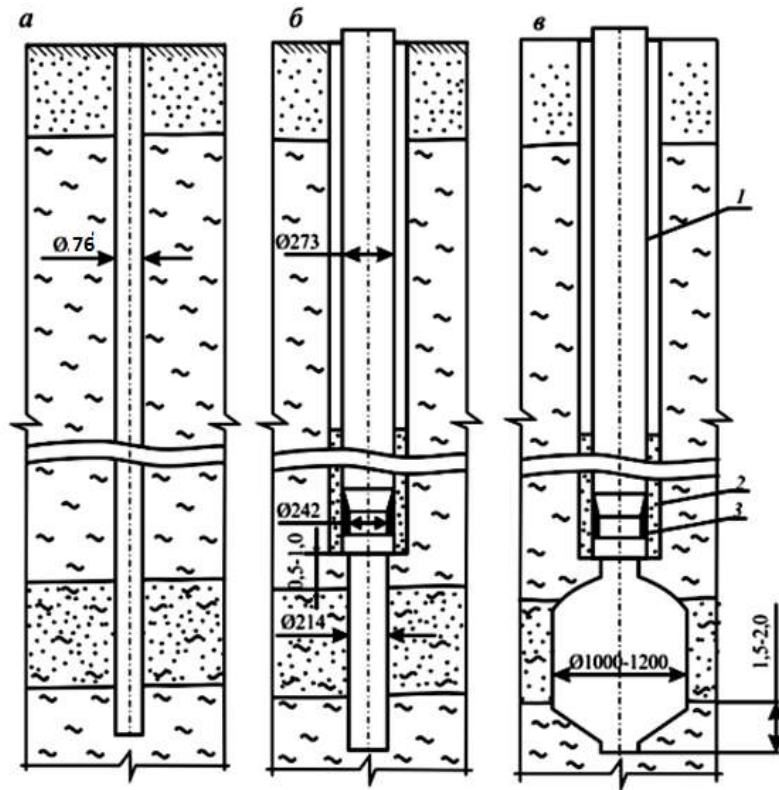


Рисунок 1.8. Послідовність робіт та схема експлуатаційної свердловини для умов гідровидобутку: а – розвідувальна свердловина; б – етап спорудження свердловини; в – підготовлена до експлуатації свердловина; 1 – експлуатаційна колона; 2 – пакер; 3 – цементний стакан

Оскільки геологічний розріз на проєктованій ділянці робіт представлений м'якими осадовими породами, схильними до виникнення ускладнень (осипів, набухань, звужень стовбура свердловини), необхідне кріплення свердловин (розвідувальних і експлуатаційних) обсадними трубами.

В практиці свердловинного гідровидобутку набули розповсюдження такі типи експлуатаційних свердловин [1]. Для свердловин першого типу виготовляють, монтують і спускають гідромоніторний вузол разом з корпусом снаряда. Гідромонітор з гідроелеватором розташовують у нижній частині видобувного снаряда, який переміщається уздовж зовнішньої труби на довжину, що перевищує потужність пласта корисних копалин. За іншого випадку, йдуть по шляху

роздільного виготовлення, монтажу і спуску гідромоніторного вузла і корпусу снаряда. Гідромоніторний вузол подають на забій у раніше опущеній обсадній трубі і разом з внутрішньою трубою, яка використовується для подачі води на вибій і підйому пульпи, опускають і встановлюють на металевий пакер. Пульпа надходить із камери на поверхню по міжтрубному простору.

В табл. 1.2 наведено орієнтовний геологічний розріз проектованої ділянки Токарівського родовища будівельного піску.

Таблиця 1.2

Літологічна характеристика геологічного розрізу проектованої ділянки

Шкала глибин, м	Укрупнена літологічна характеристика	Максимальна категорія порід		Можливі ускладнення
		за твердістю	за абразивністю	
1-3	Суглинок гумусований	I	I	
4-6	Пісок дрібнозернистий	II	II	Осипи, обвали
7-12	Суглинок щільний	III	II	
13-22	Глина щільна	IV	II	Набухання, звуження стовбура свердловини
23-29	Алеврити	IV	II	Осипи та обвалення стінок свердловини
30-34	Глина щільна	IV	II	
35-39	Пісок середньозернистий алювіального типу	II	II	

Способи буріння геотехнологічних свердловин ідентичні тим, що застосовуються в практиці розвідувального й експлуатаційного буріння [15]: обертальний з прямим (у поодиноких випадках – зворотним) промиванням, обертальний з продуванням (можливий у тих випадках, коли в геологічному розрізі відсутні зони водопроявлень); гідродинамічним, ударно-обертальним (або канатним), вібраційним.

Пріоритет належить обертальному бурінні з прямим промиванням за допомогою породоруйнівного інструменту – доліт (коронок – при бурінні розвідувальних свердловин) та із застосуванням бурових установок роторного або шпіндельного типу.

1.4 Програма розробки родовища

Аналіз геологічної будови і умов проводки свердловин вказує на те, що ділянка проєктованих робіт є доволі складною з точки зору забезпечення раціональних умов відпрацювання родовища. Головна увага в таких умовах повинна бути приділена забезпеченню уникнення будь-яких ускладнень при спорудженні (розвідувальних і експлуатаційних) та експлуатації (добувних) свердловин.

Типова схема побудови геотехнологічного підприємства з гідравлічного видобутку корисних копалин, представлена на рис. 1.9.

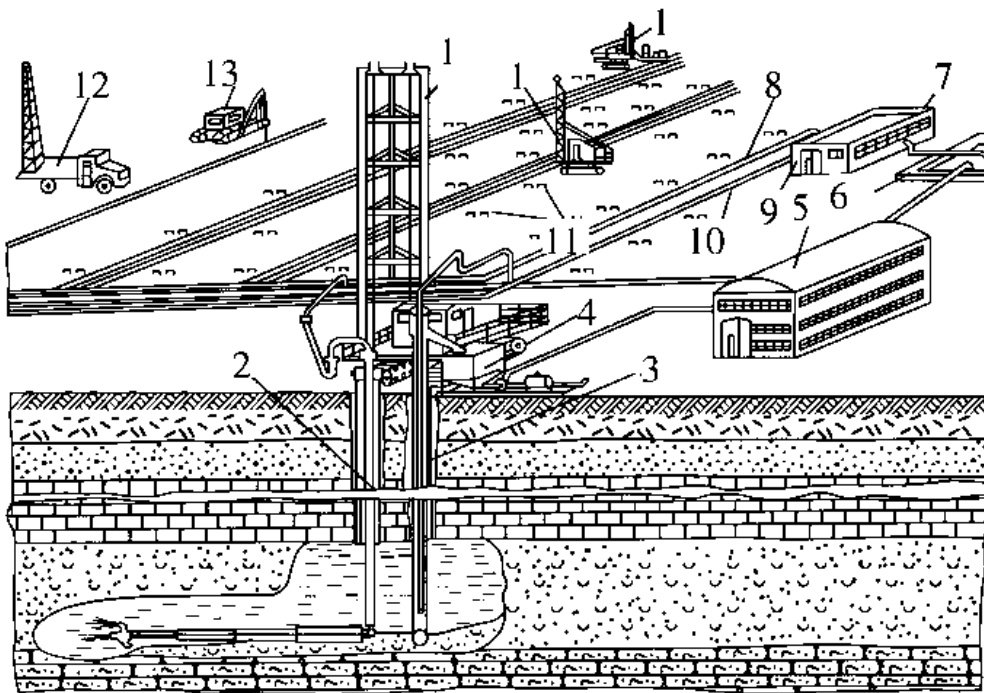


Рисунок 1.9. Схема ділянки гідровидобутку: 1 – видобувний агрегат; 2, 11 – експлуатаційні свердловини; 3 – пульпо підйомний трубопровід; 4 – відкачний агрегат; 5 – збагачувальна фабрика; 6 – водоприймальна ємність; 7 – насосна станція; 8, 10 – трубопроводи; 9 – компресорна станція; 10 – відкачний агрегат; 12 – бурова самохідна установка; 13 – трубоукладач

Свердловинний видобуток піску на проєктованій ділянці, розроблюється як альтернатива відкритому способу видобутку, що, за оціночними підрахунками, потребує відбирання та переміщення таких об'ємів порід: розкриті породи – ґрунтово-рослинний шар – 28,3 тис.м³, глинисті породи – 37,3 тис.м³, супіски

і піски глинисті – 96,3 тис. м³. Технологічна схема відкритих видобувних робіт передбачає розробку корисної копалини плавучим землесосним снарядом МЗ-16Е із подачею піску напірним гідротранспортом. Загальний об'єм розкривних порід в межах ділянки розробки – 155,9 тис. м³.

За проектованої альтернативної схеми, з метою усунення порушення вимоги правил безпеки НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом» (викликані відсутністю водопору над алювіальними відкладеннями), пропонується здійснювати свердловинне виймання піску з поступовим контрольованим опусканням гірської маси.

З огляду на зазначене, конструкція розвідувальних свердловин повинна бути запроектована виходячи з умов геологічного розрізу з урахуванням виникнення можливих ускладнень в процесі буріння; вона повинна забезпечувати [16]: повне виконання геологічного завдання; надійну ізоляцію всіх проникних горизонтів і вимоги охорони надр і навколишнього середовища; мінімум витрат на спорудження. Конструкція експлуатаційних свердловин повинна мати [15]: відповідну міцність і довговічність на увесь період роботи; надійну ізоляцію всіх проникних горизонтів (згідно вимог нормативних документів з охорони надр і навколишнього середовища); мінімум витрат на одиницю видобутої продукції; сталі показники досягнення проектних режимів експлуатації; передумови проведення необхідних досліджень.

Видобуток корисної копалини на Токарівському родовищі є передумовою покращення соціального середовища (за рахунок забезпечення зайнятості частини місцевого населення на видобувних роботах) та збільшення відрахувань до місцевого бюджету за використання надр; крім того, очікується збільшення відрахувань до бюджету у вигляді податків та соціальних внесків. Робота запланованого об'єкту забезпечить сировиною будівельні об'єкти м. Суми та Сумської області. Все це в цілому підвищить соціально-економічний рівень як на місцевому так і на регіональному рівнях.

Розділ 2. Техніко-технологічна частина

2.1 Вибір і обґрунтування конструкції геотехнологічних свердловини

Роботи в області розвідувального буріння спрямовані, в основному, на забезпечення збереження керна, витягнутого зі свердловини, а основним засобом пошуків і розвідки корисних копалин і інженерно-геологічних досліджень, що дають можливість витягати із земних надр зразки гірських порід у вигляді кернів, є колонкове буріння.

Колонкове буріння - обертальне буріння, при якому руйнування породи здійснюється не за усією площею забою, а по кільцю із збереженням внутрішньої частини породи у вигляді керна.

Оскільки геологічний розріз свердловини представлений сипкими, малозв'язними та глинистими породами, очікується ускладнення умов відбору в них якісного керну [17].

Вибір і обґрунтування конструкції свердловини є найважливішим початковим моментом при проектуванні і грає вирішальну роль в успішному проведенні свердловини до проектної глибини з кращими техніко-економічними показниками, в забезпеченні оптимальних умов буріння і випробування.

Під конструкцією свердловини розуміють характеристику бурової свердловини, що визначає зміну її діаметру з глибиною, також діаметри і довжини обсадних колон. Початковими даними для побудови конструкції свердловини колонкового буріння є фізико-механічні властивості гірських порід, наявність пористих і нестійких інтервалів, і, головне, кінцевий діаметр буріння. Конструкція свердловини впливає на усі види робіт, що становлять процес буріння, і визначає їх вартість і якісне виконання геологічного завдання.

При бурінні на різні види корисних копалин застосовуються різні конструкції свердловин залежно від допустимого діаметру керна. Кінцевий діаметр свердловини визначається мінімально допустимим діаметром керна конкретної корисної копалини (у нашому випадку будівельного матеріалу - піску).

Обґрунтування конструкції свердловини: керуючись рекомендаціями по мінімально допустимих діаметрах керна корисної копалини [18], приймаємо – кінцевий діаметр 112 мм з резервним - 93 мм. У інтервалі залягання глин та алевритів (13 - 29 м) очікуються набухання, звуження стовбура свердловини, осипи та обвалення стінок свердловини, тому після перебудовки цей інтервал обсаджується тимчасовою обсадною колоною діаметром - 127 мм. У верхньому інтервалі свердловини (0 - 8 м) встановлюється напрям діаметром 146 мм для обладнання системи промивання і завдання первинного напрямку проектованій свердловині. Проектна конструкція свердловини приведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Параметри конструкції проектованої свердловини

Інтервал буріння, м	Діаметр буріння, мм	Інтервал обсадження трубами, м	Діаметр обсадної труби, мм		Тип з'єднань	Інтервал цементування, м
			Внутрішній	Зовнішній		
0 - 8	151	0 - 8	146	136	ніпельний	-
8-30	132	0 - 30	127	117	ніпельний	-
30-39	112	-	-	-	-	-

З метою підвищення інформативності процесу буріння, на ділянці проєктованих робіт передбачається також застосування комплексів із гідротранспортом керна – КГК [19]; останні забезпечують буріння свердловини в один рейс (за рахунок застосування подвійної колони бурильних труб) та виключають необхідність кріплення стовбура свердловини, разом з тим, за застосування КГК, дещо ускладнюються умови ліквідації розвідувальних свердловин.

В основі технології буріння з гідротранспортом керна і шламу лежить метод безперервного видалення із забою вибуреного порідного матеріалу і транспортування його на поверхню потоком очисного агента, що забезпечується при використанні подвійної концентричної колони бурильних труб, спеціальних забійних приладів і конструкцій породоруйнівного інструменту.

В загальному вигляді технологічний процес буріння свердловин із застосуванням подвійної бурильної колони відрізняється від традиційного колонкового способу буріння відсутністю періодичного підйому на поверхню забійного

приладу для витягання з колонкової труби керна. Прилад піднімають лише для заміни породоруйнівного інструменту, що прийшов в непридатність, або в аварійних ситуаціях [20].

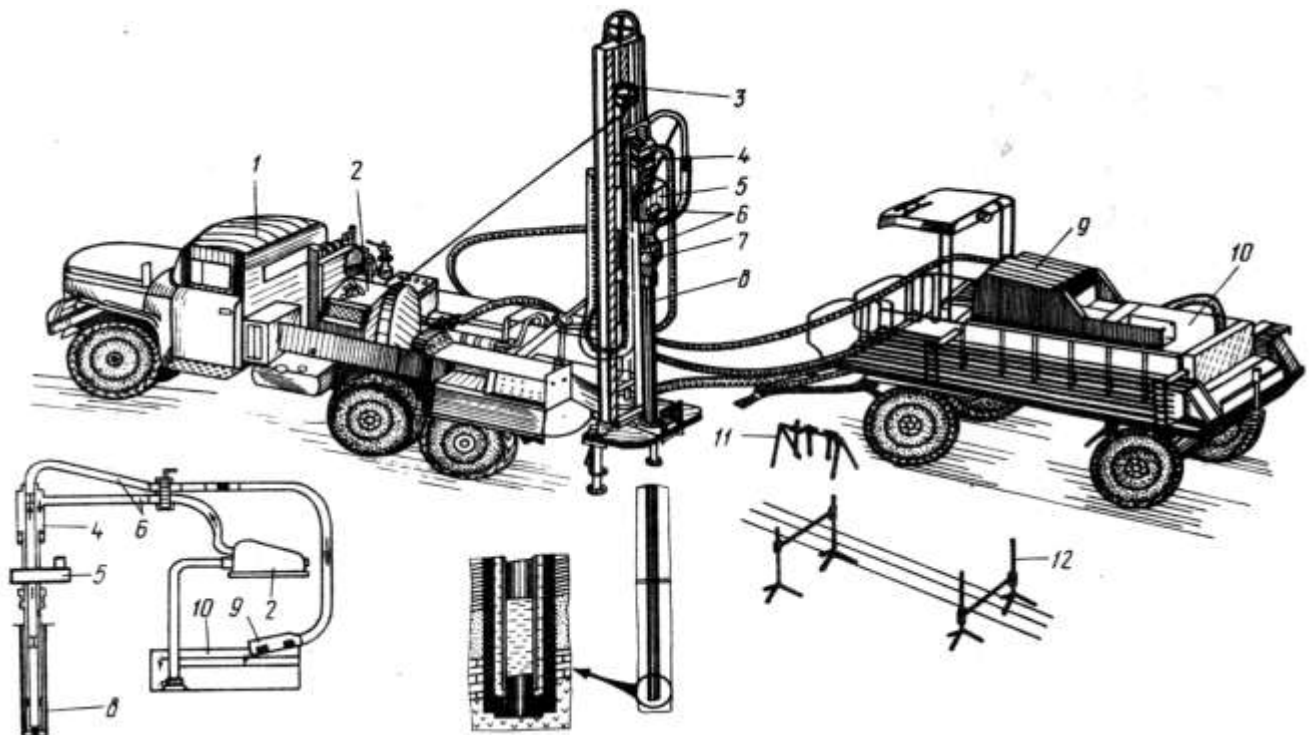


Рисунок 2.1 Комплекс технічних засобів КГК

1 - бурова установка УРБ-2А-ГК; 2 - буровий насос НБ 4; 3 - щогла; 4 - сальник; 5 - рухливий обертач; 6 - промивальний рукав; 7 - елеватор; 8 - бурильні труби; 9 – кекрноприймальний пристрій; 10 - причіп - місткість; 11 - допоміжний інструмент; 12 - спеціальний стелаж

Ця особливість пред'являє певні вимоги до відпрацювання породоруйнівного інструменту, особливо в розрізах з прошарками твердих абразивних порід. Так, при великому зменшенні зовнішнього діаметру породоруйнівного інструменту зростає час, що витрачається на розбурювання звуженої ділянки свердловини, і виникає небезпека заклинювання і прихвату інструменту.

Розробка конструкції експлуатаційної свердловини (рис. 2.2) здійснюється на підставі визначення кінцевого діаметру свердловини (інтервал корисної копалини). Виходячи з умов забезпечення стійкості відкритого стовбура свердловини та можливості розташування в даному інтервалі видобувного обладнання, приймаємо кінцевий діаметр $d_{BC} = 243$ мм.

Уточнюємо діаметр долота для буріння відкритого стовбура свердловини за ДСТ на долота: $d_{BC}^{\partial} = 243$ мм.

Внутрішній діаметр експлуатаційної колони:

$$d_{ек} = d_{BC}^{\partial} + 6 = 243 + 6 = 249 \text{ мм.} \quad (2.1)$$

Внутрішній та зовнішній діаметри експлуатаційної колони уточнюють за ДСТ на обсадні труби [19]:

$$d_{ек}^{вн} = 259 \text{ мм.}$$

$$d_{ек}^{зн} = 273 \text{ мм.}$$

Діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону:

$$d_{ек}^{\partial} = d_{ек}^M + 2\delta, \quad (2.2)$$

де $d_{ек}^M$ - діаметр муфти експлуатаційної колони; (δ - проміжок між стінками свердловини і зовнішньою поверхнею муфти [3].

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

Діаметр долота для буріння під експлуатаційну колону уточнюють за ДСТ:

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

Внутрішній діаметр направляючої колони:

$$d_{н}^вн = d_{ек}^{\partial} + 50 = 349,2 + 50 = 399,2 \text{ мм.} \quad (2.3)$$

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

$$d_{н}^{вн} = 406 \text{ мм.} \quad d_{н}^{зн} = 426 \text{ мм.}$$

Вибирають діаметр долота для буріння під напрям:

$$d_{н}^{\partial} = d_{н}^{зн} + 50 = 426 + 50 = 476 \text{ мм.} \quad (2.4)$$

Діаметр долота для буріння під направляючу колону уточнюють за ДСТ на долота [20]:

$$d_n^{\partial} = 490 \text{ мм.}$$

Глибина буріння під направляючу колону приймається рівною:

$$L_n = 8 \text{ м}$$

Довжина експлуатаційної колони

$$L_{ек} = H_{кр} + H_3 = 34 + 1 = 35 \text{ м.} \quad (2.5)$$

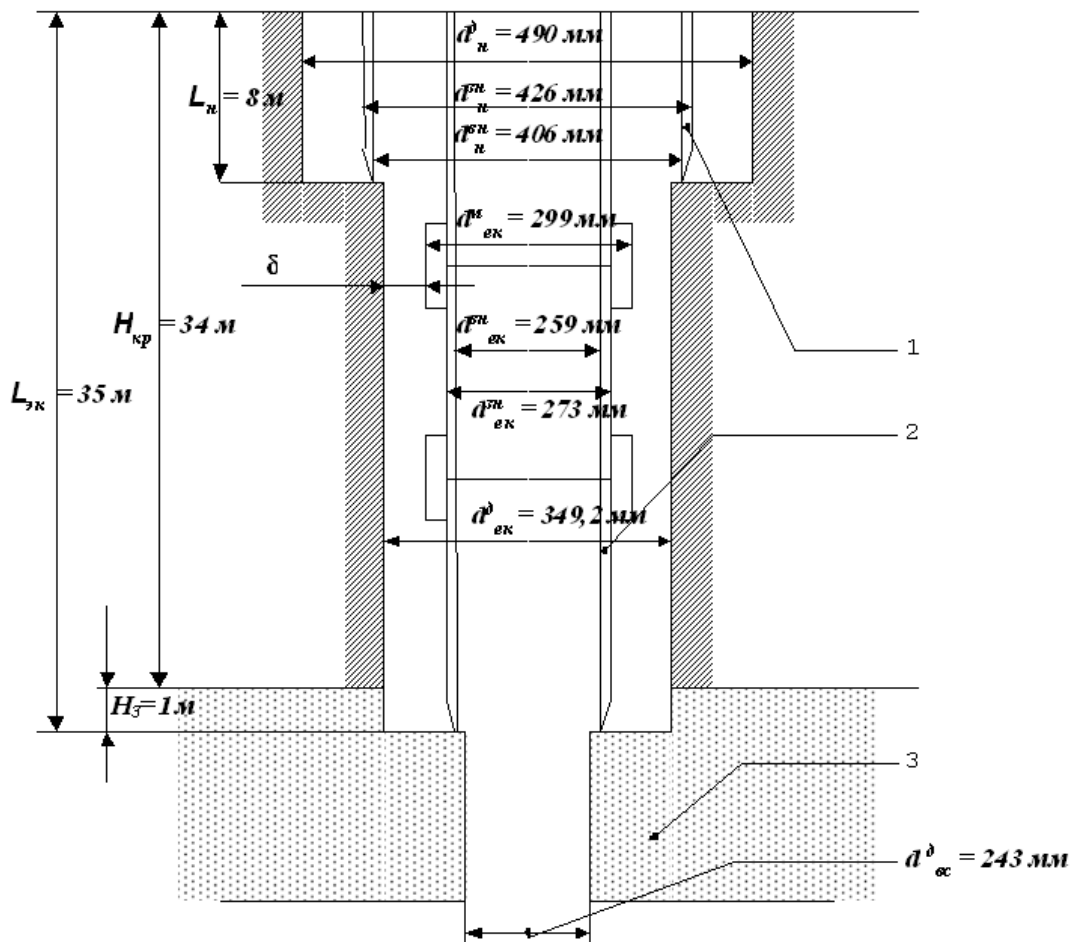


Рисунок 2.2. Розрахункова конструкція свердловини: 1 - направляюча труба; 2 - експлуатаційна колона; 3 – продуктивний горизонт

В результаті проведених розрахунків отримано вичерпні і обґрунтовані дані щодо конструкцій розвідувальних і експлуатаційних свердловин для умов Токарівського родовища будівельних пісків.

2.2 Вибір способу та технічних засобів буріння

Основні вимоги до вибору способу буріння визначаються необхідністю забезпечення успішної проводки стовбура свердловини при можливих ускладненнях з високими техніко-економічними показниками [15, 17].

При поглибленні свердловини порода може руйнуватися дованням, свердлінням або (та) стиранням. Кожному з цих видів руйнування відповідають основні методи буріння: ударний, обертальний, ударно-обертальний.

Проте найбільше застосування отримало саме обертальне буріння. При цьому способі циліндричний стовбур формується долотом або коронкою, що безперервно обертаються. Розбурені частки в процесі буріння також безперервно виносяться на поверхню циркулюючим буровим розчином. При обертальному бурінні долото (коронка) занурюється в породу в результаті одночасної дії осьового зусилля (навантаження), спрямованого перпендикулярно до площини забою, і окружного зусилля від обертового моменту.

У випадку застосування в якості породоруйнівного інструмента доліт обертального типу (пікобури, лопатеві, алмазні і шарошкові), гірська порода руйнується по всьому забою; в іншому випадку - застосуванні коронок (алмазні і твердосплавні) - вибурюється тільки кільцевий забій, а в центрі свердловини залишається ціла колонка породи, тобто керн. Керн використовується в геології для вивчення структури і речовинного складу породи [16].

Відносно використовуваних технічних засобів, розрізняють такі основні способи обертального буріння:

1) буріння з використанням поверхневого двигуна: роторне буріння, при якому двигун, що приводить в обертання породоруйнівний інструмент на забої за допомогою колони бурильних труб, знаходиться на поверхні; шпindelне, за якого, окрім обертання, є можливість створення додаткового осьового навантаження на породоруйнуючий інструмент - завдяки спеціальній конструкції шпиделя бурового верстата, оснащеного затискними патронами і гідравлічними циліндрами високого тиску.

2) буріння з використанням забійного (занурюваного) двигуна, при цьому останній (турбобур, гвинтобур, електробур) розміщується безпосередньо біля вибою свердловини – над долотом.

Для буріння розвідувальних свердловин (з огляду на значну кількість свердловин, невисоку категорію порід за буримістю, відносно невелику глибину свердловин та пересіченість місцевості), у якості технічних засобів приймаємо самохідну роторну бурову установку УРБ-2А2 та її модифікацію, для буріння із гідротранспортом, УРБ-2А-2 ГК (табл. 2.2) [16, 18].

Таблиця 2.2

Технічна характеристика самохідної бурової установки для обертального буріння

Найменування бурової установки	УРБ-2А2 (УРБ-2А-2 ГК)
Глибина буріння, м	200
Діаметр: початковий/кінцевий, мм	190/76
Діаметр бурильних труб, мм	60,3
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
Тип гідромотору	200/160

Основні дані щодо технічної характеристики бурового насосу НБ - 32, наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики насосної установки

Найменування насосної установки	Максимальна подача, л/хв.	Максимальний тиск, МПа	Діаметри втулок, мм	Число поршнів, шт.	Потужність приводу, кВт
НБ - 32	294; 384; 486; 594	4,0; 4,0; 3,2; 2,6	80; 90; 100; 110	2	32

Виходячи з даних про фізичні властивості гірських порід проектного геологічного розрізу обираємо колонковий породоруйнівний інструмент та розраховуємо для нього основні параметри режиму буріння (табл. 2.4) [21].

Методика розрахунку параметрів колонкового буріння

На твердосплавну коронку осьове навантаження визначаємо, як

$$C = m q, \text{ даН} \quad (2.6)$$

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

Для твердосплавної коронки частоту обертання визначаємо, як

$$n = \frac{60V_0}{\pi D_c}, \text{ об/хв} \quad (2.7)$$

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

$$D_c = \frac{D_z + D_v}{2}, \text{ м} \quad (2.8)$$

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

Витрату промивальної рідини при бурінні твердосплавними коронками визначають із наступного співвідношення

$$Q = Q_{\Pi} \cdot D_k, \text{ л/хв} \quad (2.9)$$

де Q_{Π} – питома витрата рідини на 1 мм діаметру коронки, л/хв; D_k – діаметр коронки, мм.

Результати обчислень зводимо до табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Колонковий породоруйнівний інструмент та режимні параметри для спорудження проекрованої свердловини

Перебурюваний інтервал, м	Колонковий породоруйнівний інструмент	Параметри режиму буріння		
		C, даН	n, об/хв	Q, л/хв
0-8	M5-151	400	140	60
8-30	M6-132	800	140	80
30-39	M6-112	400	140	60 (при бурінні по корисній копалині відбір керну здійснюється без подавання промивальної рідини)

У випадку незадовільної якості кернових проб корисної копалини реко-

мендується до застосування подвійний колонковий набір (табл. 2.5) [22].

Таблиця 2.5

Рекомендації по застосуванню подвійного колонкового набору ТДН-2/0

Перебурюваний інтервал, м	Колонковий набір	Параметри режиму буріння		
		С, даН	п, об/хв	Q, л/хв
30-39	Труби ТДН-2/0	300	140	40

При бурінні з гідротранспортом керна слід розрізняти параметри режиму буріння, які встановлюються оператором, і показники процесу буріння, залежні від геолого-технічних умов, фізико-механічних властивостей порід, стану стовбура свердловини. До перших відносяться осьове навантаження, частота обертання і інтенсивність промивання, до других - механічна швидкість, крутний момент, зусилля підйому інструменту і тиск промивальної рідини [23].

Непрямими показниками правильності режиму буріння є інтенсивність та завантаження висхідного потоку промивальної рідини, а також рівень рідини в затрубному просторі і стан кернавого матеріалу.

У табл. 2.6 приведені технологічні параметри процесу буріння з гідротранспортом керна та шламу, яких необхідно дотримуватися при спорудженні розвідувальних свердловин на проектованій ділянці.

Таблиця 2.6

Параметри режиму буріння і ходіння, в породах розроблюваного родовища, за умов застосування комплексів КГК

Породи	Буріння			Ходіння	
	Частота обертання, с ⁻¹	Навантаження на забій, кг	Подача рідини, дм ³ /хв	Інтервал, м	Висота, м
В'язкі глини і суглинки	5,4	560 - 900	200 - 320	1 - 1,5	1 - 1,5
Піски, супіски	5,4	450 - 900	125	2 - 2,5	0,5
Алеврити	4,2	700 - 1200	180	0,0,3 - 0,5	0,0,1 - 0,5

У м'яких породах основним параметром, що характеризує процес буріння, є швидкість подачі.

В табл. 2.7 приведені циркуляційні характеристики насоса НБ 4 - 320/63, що поставляється в комплекті установок КГК, які дають орієнтовні уявлення про швидкість руху на поверхню шламового матеріалу [24].

Таблиця 2.7

Циркуляційні характеристики насоса НБ 4 - 320/63

Подача рідини, л/хв	Подача рідини, м ³ /с	Швидкість течії рідини у внутрішніх трубах подвійної бурильної колони, м/с
32	0,00053	0,39
55	0,00092	0,67
88	0,0015	1,09
125	0,0021	1,53
180	0,003	2,18
320	0,0053	3,85

Найефективніше і найменш енергоємне буріння спостерігається із застосуванням малих і середніх осьових зусиль на забій - приблизно 3000 - 7000 Н при частоті обертання інструменту 4,2 - 5,4 с⁻¹ і подаванні промивальної рідини 180 л/хв.

Буріння з винесенням керна принципово можливо і при подачі рідини у кількості 60 - 70 л/хв, оскільки при цьому забезпечується рух керна вгору із швидкістю 0,6 м/с. Проте слід мати на увазі, що при бурінні в рихлих породах з подачею води менше 100 л/хв можливі зашламування центрального каналу бурильної колони і збільшення частоти підклинювання в ній керна.

Таблиця 2.8

Технічна характеристика бурової установки УБВ - 600.

Параметри	Значення
Вантажопідйомність номінальна/максимальна, т	32/50
Глибина буріння, м	600
Рекомендовані діаметри свердловин початковий/кінцевий, мм:	490/214
Транспортна база	КрА3 - 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

Для буріння експлуатаційних свердловин приймаємо бурову установку УБВ - 600 (табл. 2.8) [25].

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

$$Q_{\Gamma} < [Q],$$

де

$$Q_{\Gamma} = q_1 \cdot L \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right) = 45,9 \cdot 49 \cdot \left(1 - \frac{1200}{7850}\right) \approx 1170 \text{ кг}; \quad (2.10)$$

$[Q] = 32000$ кг - номінальна вантажопідйомність; $1170 < 32000$ кг - умова вантажопідйомності дотримується.

Діаметр бурильних труб підбирається з умови:

$$d_{\text{обт}} = 0,45 \cdot d_{\text{д}}.$$

На інтервалі 0 - 30 м: $d_{\text{обт}} = 0,45 \cdot 0,3492 = 0,157$ м; приймаємо 168 мм (оскільки це максимально можливий з тих, що випускаються).

На інтервалі 30 - 39 м: $d_{\text{обт}} = 0,45 \cdot 0,243 = 0,11$ м; приймаємо 114 мм.

Діаметр обважених бурильних труб (м):

На інтервалі 0 - 30 м:

$$d_{\text{обт}} = 0,75 \cdot d_{\text{д}} = 0,75 \cdot 0,3492 = 0,262$$

Приймаємо ОБТ з діаметром - 273 мм (ОБТ С1 - 273, з вагою 1 м - 397,9 кг).

На інтервалі 30 - 39 м:

$$d_{\text{обт}} = 0,75 \cdot d_{\text{д}} = 0,75 \cdot 0,243 = 0,182$$

Приймаємо ОБТ з діаметром - 203 мм (ОБТ С2 - 203, з вагою 1 м - 214,6 кг).

Вибір конкретних типорозмірів породоруйнівного інструменту здійснюється залежно від властивостей гірських порід і діаметрів буріння за проектною

конструкцією свердловини з урахуванням існуючої номенклатури інструменту (табл. 2.9).

Методика розрахунку параметрів буріння експлуатаційної свердловини

Осьове навантаження на долота всіх типів

$$C = qD, \text{ даН} \quad (2.11)$$

де q – рекомендоване осьове навантаження на 1 см діаметра долота, даН; D – діаметр долота, см.

Частота обертання при бурінні долотами розраховується за формулою

$$n = \frac{60V_0}{\pi D}, \text{ об/хв.} \quad (2.12)$$

де D – діаметр долота, м.

Витрата промивальної рідини розраховується за формулою

$$Q = k \frac{\pi}{4} (D_c^2 - d_T^2) \bar{V}_{\text{вис}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.13)$$

де k – коефіцієнт, що враховує нерівномірність швидкості потоку по стволу свердловини через наявність каверн ($k = 1,1 \div 1,3$); D_c – діаметр свердловини (дорівнює діаметру породоруйнуючого інструменту або внутрішньому діаметру обсадних труб), м; d_T – діаметр колони бурильних труб, м; $\bar{V}_{\text{вис}}$ – швидкість висхідного потоку промивальної рідини в затрубному кільцевому просторі, м/с.

При промиванні свердловини водою швидкість потоку залежить від інструменту:

Шарошкові долота0,6÷0,8
Лопатеві долота.....0,6÷1,0

Результати обчислень зводимо до табл. 2.9 [22].

Таблиця 2.9

Породоруйнівний інструмент та режимні параметри для спорудження проектованої експлуатаційної свердловини

Перебурюваний інтервал, м	Породоруйнівний інструмент	Параметри режиму буріння		
		C , даН	n , об/хв	Q , л/хв
0-8	45Д490С	власна вага інструменту	105	220
8-30	ІІІ 349,2М-ЦВ	2600	183	220
30-39	ЗЛ- 243	4300	183	220

Забурювання свердловини здійснюється долотом діаметром 490 мм до глибини 8 м. Після чого, отриманий інтервал обсаджується трубами діаметром 426 мм з тимчасовим тампонуванням затрубного простору. Буріння по непродуктивних товщах в інтервалі 8 - 30 м ведеться долотом діаметром 349,2 мм з наступною установкою експлуатаційної колони діаметром 273 мм з тимчасовим тампонуванням затрубного простору. Подальше буріння ведеться у відкритому стовбурі долотом діаметром 243 мм до проектної глибини - 39 м.

Осьове навантаження при забурюванні свердловини 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.

Осьове навантаження на інтервалі буріння 8 - 30 м створюватиметься ОБТ діаметром 245 мм з вагою одного метра труби $q_1 = 232$ даН, тоді довжина необхідного комплексу ОБТ, $L_{ОБТ}$ (м) складатиме:

$$L_{ОБТ} = \frac{P \cdot k}{q_1 \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)}, \quad (2.14)$$

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

Визначення величини осьового навантаження на інтервалі буріння 8 - 30 м: $P = p \cdot D = 150 \cdot 34,92 = 5238$ даН, де p - питоме осьове навантаження, 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).

Визначення величини осьового навантаження на інтервалі буріння 30 - 39 м: $P = p \cdot D = 250 \cdot 34,92 = 8730$ даН. При глибині буріння менше 100 м осьове навантаження слід зменшити в 2 рази; приймаємо $P = 4300$ даН.

$$L_{\text{ОБТ}} = \frac{4300 \cdot 1,25}{397,9 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{7,85}\right)} = 15,6 \text{ м,}$$

приймаємо з урахуванням довжини свічки - 18 м (1,5 свічки).

Вибір бурового устаткування і режимних параметрів процесу спорудження розвідувальних і експлуатаційних свердловин завершено.

2.3 Попередження ускладнень при бурінні геотехнологічних свердловин

Буріння свердловин в м'яких осадових породах (переважна більшість з яких представлена глинистими формаціями та їх різницями) 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 прихоплень: 1) бурильних колон (БК); 2) обсадних труб; 3) породоруйнівних інструментів і колонкових наборів.

Таблиця 2.10

Рекомендації щодо вибору очисних агентів для складних умов буріння

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

В табл. 2.10 наведені конкретні рекомендації щодо вибору ефективних промивних систем для спорудження свердловин в товщах м'яких осадових порід [22], у заломленні до проектного геологічного розрізу.

При приготуванні запропонованих розчинів необхідно контролювати наступні їх основні технологічні параметри (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Типи і параметри деяких видів промивальних рідин для складних умов буріння

Тип промивальної рідини, розчина	Основні технічні параметри		
	Густина ρ , кг/м ³	Умовна в'язкість T , с	Водовіддача B , см ³ /30 хв.
Сілікатно-гуміновий	1020 - 1040	16 - 18	5 - 8
Нормальний глинястий	1070 - 1130	20 - 24	20 - 30
Те ж з підвищеною кількістю глини	1150 - 1200	25 - 30	25 - 35
Покращений глинястий	1060 - 1100	19 - 23	12 - 15
Малоглинистий полімер-бентонітовий	1040 - 1060	16 - 33	3 - 12
Обважений баритом глинистий	1600 - 1900	25 - 60	5 - 6
Крейдяний	1100 - 1250	19 - 30	10 - 12
Сапропелевий	1030 - 1100	20 - 35	5 - 15
Розчин на основі вибурених порід	1020 - 1050	16 - 20	25 - 30

Окрім наведених основних технологічних параметрів бурових розчинів, необхідно також вимірювати реологічні характеристики промивальних агентів (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Реологічні властивості деяких промивальних рідин

Розчина та його склад	В'язкість, 10 ³ Па·с	Напруга зсуву, Па	
		динамічна	статична
Необроблений глинястий розчин на основі бентонітових глин	4 - 12	8 - 12	2,5 - 6
Глинистий емульсійний	22 - 25	19 - 21	8,2 - 15
Малоглинистий полімер-бентонітовий	7 - 12	2 - 4	1 - 3
Обважений баритом глинистий	24 - 80	17 - 25	17 - 24
Сілікатно-гуміновий	2 - 3	-	-

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.

Дотримання режиму промивання - основна умова попередження прихоплень. Рекомендовано приймати швидкість висхідного потоку бурового розчину в кільцевому просторі на рівні 0,4 - 0,6 м/с, а в інтервалах нестійких глин її збільшувати 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 неможливості промивання свердловини БК необхідно підняти в обсажену 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 БК, і 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 зтягування колони в сальник необхідно: у разі буріння під кондуктор розвантажити бурильну колону на її повну вагу, в інших випадках - 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 БК ротором 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 БК розходжуванням при натягу її понад власну вагу не припускається, оскі-

льки ускладнює процес ліквідації прихоплення.

При бурінні із гідротранспортом керну і шламу в більшості випадків використовується технічна вода, яка дозволяє бурити без ускладнень і з достатніми швидкостями в таких умовах, в яких при звичайному колонковому способі застосовується глинистий розчин [23]. При цьому витрата рідини знижується у декілька разів. Проте у міру ускладнення геолого-технічних умов - поява в розрізі нестійких порід і збільшення глибин - примушує застосовувати спеціальні рідини і схеми циркуляції.

Промивальні рідини для буріння з гідротранспортом керна в ускладнених умовах повинні характеризуватися високою виносною здатністю, при порівняно невеликій в'язкості, низькою фільтраційною витратою і хорошими кольматуючими властивостями (табл.2.13).

Таблиця 2.13

Промивальні рідини для геолого-технічних умов буріння на Токарівському родовищі

Характеристика порід в розрізі	Рецептура промивальної рідини	
	У колоні	У затрубному просторі
Глинисті породи, нестійкі слабозв'язні породи	Вода або водний розчин із вмістом 2% К - 9	Свердловинна вода (природний глинистий розчин)
Глинисті породи	Вода або водний розчин із вмістом 2 - 3% К - 9	Глинистий бентонітовий розчин в'язкістю до 30 с без полімерних добавок
Глинисті породи, суглинки, прошарки піску	Вода або водний розчин із вмістом 2 - 3% К - 9	Глинистий розчин в'язкістю до 35 с із вмістом К - 9 до 2,5%
Глинисті породи, прошарки алевритів	Глинистий розчин з добавкою 3 - 4% К - 9, в'язкість 30 - 35, густина до 1,1 г/см ³	Те саме, що і в колоні (закачування із забою і підливання через гирло)

Ефективність буріння залежить також від властивостей і рівня промивальної рідини в затрубному просторі і способу його підтримки.

При бурінні по корисній копалині необхідно забезпечити точну прив'язку відібраного керна до глибини свердловини і максимально зберегти структуру і об'ємний вихід керна. Ці дві основні вимоги забезпечуються спеціальними прийомами технології буріння. В цілях запобігання перемішуванню матеріалів в лотку при відборі проби по корисній копалині слід заздалегідь понизити подачу

рідини до 100 - 120 л/хв [24].

Для отримання керна з мінімально порушеною структурою з пластичних порід коронку вдавлюють в забій на 0,1 - 0,3 м без обертання з промиванням. Відрив стовпчика керна здійснюється включенням обертання.

Матеріал незв'язних порід, типу пісків, відбирається з коробчатих шламо-збірників, з піддону пристрою. При розставлянні етикеток в кернових ящиках необхідно враховувати, що в пластичних породах лінійний вихід керна може досягати 150 - 200 % і більше.

Зіставлення геологічних даних, отриманих за результатами буріння звичайним колонковим способом і з гідротранспортом керна, показує, що в останньому випадку можлива точніша побудова розрізу завдяки виявленню прошарків, що руйнуються при звичайному, у тому числі і безнасосному, способі буріння. Це підтверджується і геофізичними даними, які виявляють глибини і потужність прошарків різних порід з точністю не менше $\pm 0,2$ м, що знаходиться в межах точності інтерпретації каротажних діаграм. Керн при застосуванні методу буріння з гідротранспортом зразків породи не забруднений глинистим розчином, що підвищує його якість і, тим самим, достовірність аналізів.

2.4 Наземне і свердловинне обладнання об'єкту гідравлічного видобутку корисної копалини

Особливістю геотехнологічних методів видобутку корисних копалин є те, що основною розкривною виробкою є свердловина, крім того, остання забезпечує також підготовку покладу до розробки і служать для транспортування робочих і продуктивних флюїдів [2, 7].

Експлуатаційні (видобувні) свердловини за гідравлічного способу відпрацювання родовищ призначені для видобутку корисної копалини; вони обладнаються експлуатаційними колонами труб для доставки до продуктивного покладу робочого агента і вилучення з надр корисної копалини. Діаметр видобувної свердловини визначається конструктивними розмірами її обладнання, а

глибина – глибиною залягання корисної копалини.

Вибір місця закладення видобувної свердловини завжди пов'язаний з системою розробки, прийнятою на даній ділянці або родовищі. Відхилення від проектного місця закладення свердловини може порушити роботу суміжних свердловин і викликати підвищені втрати робочого агента і корисної копалини в надрах.

За гідравлічного видобутку корисних копалин, зазвичай, використовують окремі вертикальні свердловини (рис. 2.3), на гирлі яких встановлюють напрямок 2 (для закріплення верхнього інтервалу нестійких порід 1 та обладнання циркуляційної системи), експлуатаційну колону обсадних труб 3 опускають тільки до покрівлі покладу, що відробляється. Ділянка свердловини у продуктивній товщі 4 залишається без кріплення.

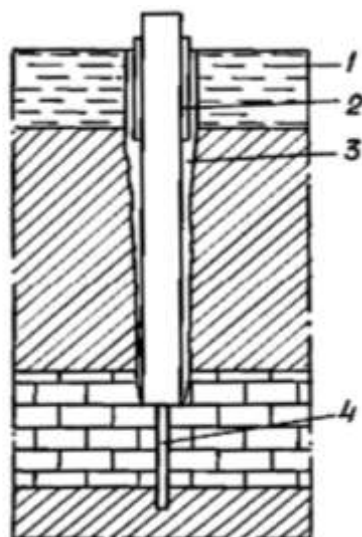


Рисунок 2.3. Принципова схема розкриття родовища окремими гідровидобувними свердловинами

При свердловинному гідровидобутку у забійній частині свердловини виконуються практично всі основні виробничі процеси, причому, вони практично ідентичні тим, що здійснюються і в очисному забої шахти і рудника: відбійка, доставка і управління покрівлею [28]. Відсутнім є тільки процес кріплення покрівлі.

Прийнято розрізняти такі технологічні схеми виймання корисної копали-

ни при свердловинному гідровидобутку: зустрічним забоем (напрямок руйнуючого струменя гідромонітора не співпадає з напрямком змиваючого струменя), попутним забоем (напрямок руйнуючого струменя гідромонітора співпадає повністю або частково з напрямком змиваючого струменя), суміщеним забоем (струмені бокових насадок гідромонітора попутним забоем руйнують пласт корисної копалини і змивають її до всмоктувального пульпопідйомного механізму, а струмені передніх насадок зустрічним забоем розробляють пласт) і комбінований спосіб (дві рядом розташовані камери відробляються по схемі зустрічними або суміщеними забоями, а відробку міжкамерного цілика і змив зруйнованої породи з підосви камери ведуться по схемі попутного забою) [29].

Необхідно зауважити наступне: при кутах падіння покладу менше 5° необхідно організувати примусову доставку зруйнованої копалини до всмоктувального вузлу пульпопідйомного механізму або створювати штучний нахилу у підосві забою; при кутах падіння покладу більше 5° , доставка зруйнованої копалини здійснюється самопливом.

В залежності від стадійності відробки покладу, розрізняють такі її технологічні схеми: суцільним забоем (пласт відробляють на всю потужність за один цикл, причому пласт може відроблятися гідромоніторним струменем на всю потужність, або він підрізується гідромоніторним струменем у підосві, а вище розташована товща обвалюється під дією гірського тиску), підосво-уступним забоем (пласт розробляють шарами зверху вниз) і стелеуступним забоем (пласт розробляють шарами знизу вгору) [7, 28].

В практиці прийнято розрізняти кілька класифікацій технологічних систем розробки, але найбільш розповсюдженою є класифікація по способу управління гірським тиском. За цією ознакою розрізняють: системи з відкритим очисним простором; системи з обваленням або плавною посадкою вміщуючих порід; системи з закладкою виробленого простору. Найбільш поширені варіанти систем свердловинного гідровидобутку з відкритим очисним простором.

Система розробки визначає напрямок відробки покладу в цілому і встановлює мережу розміщення свердловин. Основними елементами системи роз-

робки є: напрямок відробки, мережа свердловин, порядок введення свердловин в експлуатацію в часі і просторі. При виборі елементів системи розробки необхідно враховувати вплив наступних факторів: глибину залягання покладу; технологічність процесу видобутку; вилучаємість корисної копалини; продуктивність пласта; умови залягання; неоднорідність пласта; рельєф підшови покладу [7].

Методи руйнування масиву залежать від його міцності. Найбільш раціонально руйнувати породи гідромоніторним струменем води (рис. 2.4). Інтенсифікувати процес руйнування можна впливом вібрації, хімічним (мікробіологічним) розкладенням цементуючої речовини. Зруйнована порода подається до всмоктувача подавального пристрою самопливними або напірними потоками води, а потім видається на поверхню.

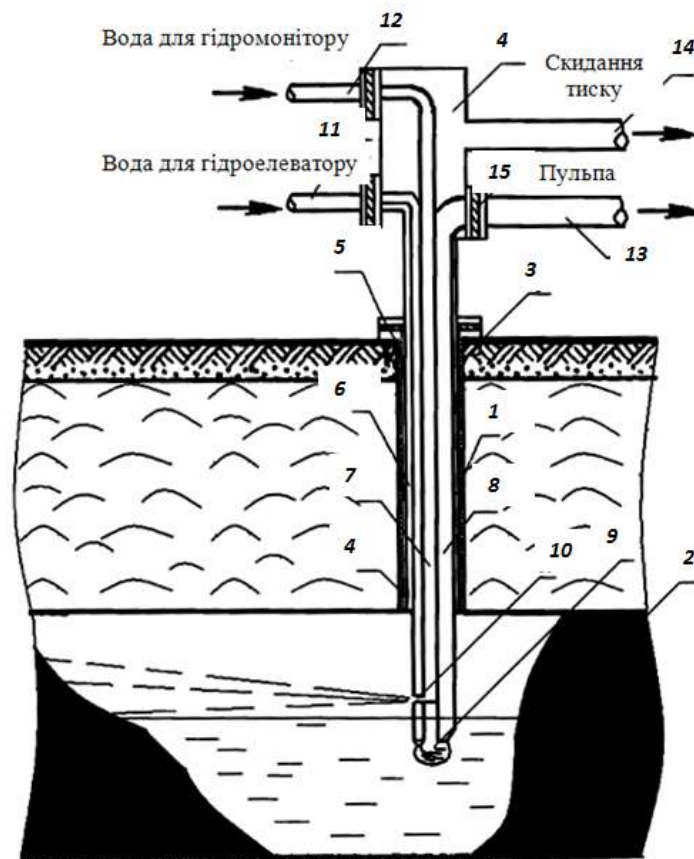


Рисунок 2.4. Принципова схема гідровидобутку: 1 – свердловина; 2 – пласт копалини; 3, 4 – герметичні камери; 5 – зазор між стінкою свердловини і циліндричною частиною камери; 6,7,8 – труби для подачі води на гідроелеватор, гідромонітор і видачі пульпи на поверхню; 9 – гідроелеватор; 10 – гідромоніторний ствол; 11- патрубки герметичної камери для подачі води і видачі пульпи; 14 – патрубков; 15 – прокладка

Розмив відбійної камери відбувається виведенням гідромоніторного ствола у горизонтальне положення (рис. 2.5).

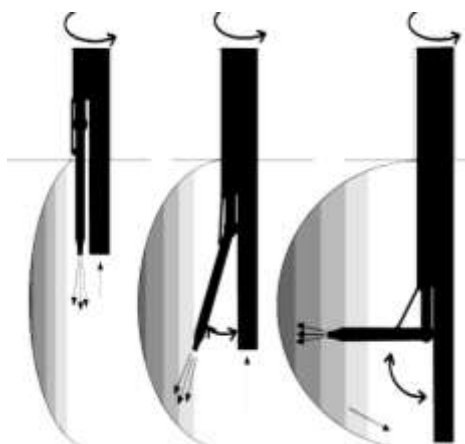


Рисунок 2.5. Схема розмиву камери з поступовим виведенням гідромоніторного ствола в горизонтальне положення

Робочим органом при гідровидобутку є гідромоніторний струмінь, що здійснює руйнування, змивання і підйом гірничої маси. Гідровидобуток ведеться затопленим вільним струменем, коли густина матеріалу струменя дорівнює густині середовища. Основними параметрами гідромоніторного струменя, визначуваними, у тому числі, конструкцією гідромоніторного вузлу (рис. 2.6), є швидкість вильоту струменя, витрата води і діаметр насадки [30].

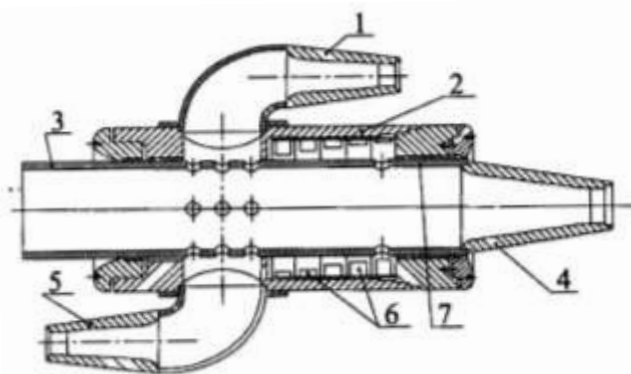


Рисунок 2.6. Гідромоніторна головка: 1 – відбійна насадка; 2 – корпус, що обертається; 3 – ствол; 4 – врубова насадка; 5 – транспортуюча насадка; 6 – гальмо; 7 – підшипник

Процес свердловинного видобутку копалини зводиться до наступного. На першому етапі буриться пілотна свердловина заданого діаметру. Буріння проводиться до розрахункової глибини, яка визначається проектом, з глинистим

розчином під тиском, що не перевищує 5 МПа. Промивальна рідина подається безпосередньо в буровий інструмент. На наступному етапі насосною установкою високого тиску до струменя-формуючої насадки подається вода під тиском 40 – 60 МПа. При цьому автоматично перекривається канал промивання, і відкривається канал живлення формуючої струмінської насадки (або насадок, якщо їх декілька) діаметром 0,8 – 3,0 мм. Причому, насадка орієнтована таким чином, щоб витікаючий струмінь був спрямований перпендикулярно осі бурильної колони. Включається обертання бурової колони і починається її переміщення до заданої відмітки. Вивідний гідромонітор має головку, що обертається, з системою насадок: центральну – врубову (20 - 40 мм), вона не обертається, бокову відбійну (15-20 мм), спрямовану у бік вибою під кутом 20 - 50⁰ до осі стовбура, і бокову транспортну (20 - 30 мм), спрямовану у протилежний бік від вибою і нахилена під кутом 10-15⁰ до осі стовбура. Ствол гідромонітору телескопічний: довжина у зібраному стані – 1,75 м; у робочому – 6 - 8 м. Переміщення зруйнованої маси до всмоктувального вузлу гідроелеватора або ерліфта відбувається у потоці води по підшві камери самопливом або напірним потоком.

2.5 Розрахунок основних процесів свердловинного гідравлічного видобутку

Відповідно до того, що робочим органом методу свердловинного гідровидобутку корисних копалин є гідромоніторний струмінь, який одночасно здійснює руйнування, змив і підйом гірської маси, методика проектування такої геотехнології базується на визначенні характеристик гідромоніторних струменів (низького, середнього або високого тиску), основними формуючими параметрами яких є: швидкість вильоту струменя; витрати рідини; діаметр гідромоніторної насадки [7].

Конструктивні особливості видобувних гідравлічних снарядів, які можуть створюватися за декількома схемами, безпосередньо визначають характер конструкції експлуатаційних видобувних свердловин.

Кріплення стовбура свердловин обсадними трубами, при застосуванні

метода монтажу і спуску гідромоніторного вузла спільно з корпусом снаряду, не передбачається через високу вартість. Застосування обсадних труб для запобігання обвалів стінок свердловин, складених глинистими породами, викликає збільшення діаметрів буріння, витрат часу на підготовку свердловин до роботи, підвищує трудомісткість спорудження. Це призводить до зниження продуктивності і підвищення вартості буріння та обладнання гідровидобувних свердловин, а в результаті і до зниження ефективності методу. Таким чином гідромоніторний вузол з гідроелеватором знаходиться в нижній частині видобувного снаряда і має поздовжнє переміщення відносно статичного положення зовнішньої труби на довжину, що перевищує потужність пласта корисної копалини. При цьому зовнішній діаметр гідромоніторного вузла дорівнює зовнішньому діаметру корпуса (труби) [2, 7].

Кріплення свердловин можливе за рахунок застосування, у якості обсадних труб, зовнішніх труб видобувного снаряду. За такого варіанту відбувається паралельний спуск двох концентрично розташованих труб, причому, разом з внутрішньою трубою, по якій подається на вибій вода для розмиву породи і підйому пульпи, гідромоніторний вузол опускається через зовнішню трубу до інтервалу продуктивного пласта. Проте, закріплення низу обсадних труб (зовнішніх труб видобувного снаряду), шляхом цементування або використання пакерних пристроїв є обов'язковим. При необхідності гідромоніторний вузол може вилучатись без підйому зовнішньої труби [30]. Пульпа подається на поверхню по міжтрубному просторі. Після завершення відпрацювання свердловини і відпрацюванні пласта корисної копалини необхідно передбачити вилучення експлуатаційної обсадної колони з метою її повторного використання.

Розробка заходів по вилученню обсадних труб при свердловинному гідровидобутку є важливим проблематичним завданням, зважаючи на вартість витратних матеріалів та на те, що радіус розмиву в існуючих конструкціях гідровидобувних снарядів не перевищує 8 м.

Розрахунок раціональних параметрів гідровидобування сприяє зниженню виробничих витрат на розробку родовищ корисних копалин. Параметри видо-

бування в значній мірі залежать від фізико-механічних властивостей гірських порід і характеристик видобувного обладнання.

Нормальне навантаження на пласт породи визначається наступною залежністю

$$G = \gamma_n \cdot g \cdot H, \text{ Па}, \quad (2.15)$$

де γ_n – щільність покриваючих порід, кг/м^3 ; g – швидкість вільного падіння, м/с^2 ; H – глибина залягання пласта, м.

Тиск в просторі пор гірської породи

$$P_{\text{гидр}} = \gamma_v \cdot g \cdot H, \text{ Па}, \quad (2.16)$$

де γ_v – густина ґрунтових вод, кг/м^3 .

Ефективні напруги в гірській породі

$$G_e = G - P_{\text{гидр}}, \text{ Па}. \quad (2.17)$$

Опір зсуву водонасичених порід

$$\tau_s = C_0 + G_e \cdot \text{tg} \varphi, \text{ Па}, \quad (2.18)$$

де C_0 – коефіцієнт зчеплення порід, Па; φ – кут внутрішнього тертя породи, град.

Мінімальна питома напруга удару струменя, що необхідна для руйнування породи

$$P_{y \text{ min}} > \tau_s, \quad (2.19)$$

Тиск води на вході в насадці

$$P_0 = P - \Delta P_c + \gamma_{pp} \cdot g \cdot H - \Delta P_{\Gamma}, \text{ Па}, \quad (2.20)$$

де P – тиск води, що розвиває насос (відповідно до технічної характеристики прийнятого обладнання), Па; ΔP_c – орієнтована втрата напору в технологічній сітці (обв'язуванні свердловини), $\Delta P_c = (0,020 \dots 0,050) \cdot 10^6$ Па; γ_{pp} – густина робочої рідини (води) $\gamma_{pp} = 1000$ кг/м^3 ; ΔP_{Γ} – орієнтовані втрати напору в гідромоніторі, $\Delta P_{\Gamma} = (0,4 \dots 0,7) \cdot 10^6$ Па.

Початкова швидкість вильоту струменя з насадки

$$U_0 = k_u \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot P_0}, \text{ м/с}, \quad (2.21)$$

де k_u – коефіцієнт швидкості, $k_u = 0,92 \dots 0,96$.

Витрата води в моніторі розраховується за формулою

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot U_0, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.22)$$

де α – коефіцієнт стиснення струменя; приймається $\alpha = 1$; d_H – діаметр насадки гідромонітора, м.

Коефіцієнт структури потоку струменя

$$a = \frac{1}{16 - 10^{-6} n P_{гидр}}, \quad (2.23)$$

де n – величина, що залежить від тиску гідромонітора (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Розрахункові коефіцієнти структури потоку струменя гідромонітора

Тиск в просторі пор гірської породи $P_{гидр}$, МПа	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
Параметр n	1,87	1,471	1,002	0,561	0,2

Відстань, від насадка до вибою, на якій можливе руйнування гірської породи

$$l = \frac{d \cdot 1060 U_0^2 - 0,29 \tau_s}{2 a \tau_s}. \quad (2.24)$$

Продуктивність гідравлічного руйнування гірських порід

$$\Pi = \frac{10^{-3} K \cdot P_0}{g}, \quad (2.25)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від діаметру насадки (табл. 2.15).

Таблиця 2.15

Розрахункові коефіцієнти продуктивності гідравлічного руйнування гірських порід

Діаметр насадки гідромонітора d_H , м	11	15	23
Коефіцієнт K	1,2	2,0	4,8

Таким чином розрахунок гідравлічного руйнування гірських порід зводиться до визначення мінімальної довжини струменя, витрати води і продуктивності свердловинного гідромонітора при відбійці корисних копалин; отримані

розрахункові дані зведені до табл. 2.16.

Таблиця 2.16

Результати обчислень гідравлічного руйнування гірських порід для умов Токарівського родовища будівельних пісків

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункове значення
Нормальне навантаження на пласт породи	G	МПа	0,41
Тиск в просторі пор гiрської породи	$P_{гiдр}$	МПа	0,21
Ефективні напруги в гiрській породи	G_e	МПа	0,2
Опір зсуву порід	τ_s	МПа	0,12
Тиск води на вході в насадці	P_0	МПа	2,06
Початкова швидкість вильоту струменя з насадки	U_0	м/с	60,9
Витрата води в моніторі	Q	м ³	0,028
Коефіцієнт структури потоку струменя	a	-	0,064
Відстань, від насадка до вибою, на якій можливе руйнування гiрської породи	l	м	6
Продуктивність гідравлічного руйнування гiрських порід	Π	т/год	1008

Розрахунок процесу гідравлічного руйнування завершено.

2.6 Система забезпечення свердловинних робіт

Система взаємопов'язаних технологічних процесів свердловинного гідравлічного видобутку включає в себе такі важливі складові, як пульпоутворення і всмоктування. Причому режим останнього, практично повністю визначається результатами попереднього, тобто гранулометричним складом зруйнованої породи [29].

Однак практика доводить таке: однією із слабких ланок методу гiдровидобутку є відсутність пристроїв, що управляють потраплянням у всмоктуючий отвір зруйнованої породи і недостатня зона захоплення останньої. В результаті відбувається заповнення робочої камери підйомного апарату (зокрема ерліфта) твердим матеріалом і формується аварійна обстановка при всмоктуванні, оскільки в ерліфт поступає, практично, тільки вода.

Зазначене викликає необхідність комплексного вирішення питання схеми

відробки продуктивного масиву, доставки розмитої (зруйнованої) породи до зумпфа ерліфта, створення рухливого стану для гірської маси з урахуванням заданої (або планованої) продуктивності ерліфта.

Процес всмоктування при гідровидобутку докорінно відрізняється від всмоктування з-під води ґрунтонасосами, землесосами або пісковими насосами. Там, всмоктуваний матеріал відразу замінюється новим - за рахунок переміщення земснаряду (наприклад, видобуток у водоймищах піщано-гравійного матеріалу) або постійного підгрибання матеріалу бульдозером, наприклад, в зумпф всмоктуючого пристрою (робота гідроелеваторів при розробці розсипів) [28]. Експлуатація морських земснарядів або ерліфтів також пов'язана з постійним переміщенням до всасу матеріалу спеціальними пристроями або технологічними прийомами, пов'язаними з горизонтальним переміщенням, наприклад скреперування.

Для того, щоб частку підняти необхідно зону всмоктування забезпечити механічними або гідравлічними розпушувачами (що зважують частку у всмоктуючому потоці). Гідравлічне розпушування гірської маси навколо всмоктуючого отвору можна ефективно використовувати при роботі підйомної труби ерліфту, зануреної в шар гірської маси. При цьому всмоктуваний потік, перш ніж він поступить в ерліфтну трубу повинен профільтруватися через шар гірської маси (рис. 2.7) [31].

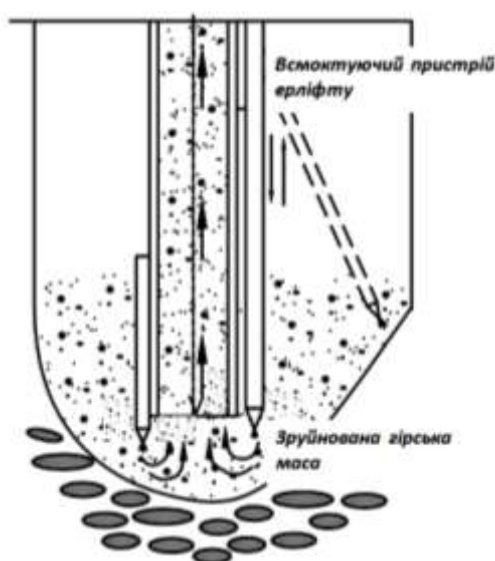


Рисунок 2.7. Схема ерліфтного гідротранспортування гірської маси

Швидкість фільтраційного потоку, значно більше швидкості потоку при вільному всмоктуванні, де сила потоку діє на частку з одного боку, а сила фільтраційного потоку впливає на частку з усіх боків, у тому числі і співісної з силою ваги частки, тим самим зважаючи її, що неможливо при вільному всмоктуванні. Якщо збільшувати продуктивність ерліфта, тим самим підвищуються швидкості фільтраційного потоку від ламінарного режиму через турбулентний до руйнівних швидкостей фільтрації.

Частка піску, при взаємодії з потоком рідини, характеризується гідравлічною крупністю, тобто швидкістю падіння у воді. Транспортування часток зруйнованої породи характеризується абсолютною швидкістю частки V_q , яка пов'язана з середньою швидкістю потоку рідини V_p співвідношенням

$$V_p = u + V_q, \quad (2.26)$$

де u - швидкість осідання частки шламу в нерухомій рідині, м/с.

Оскільки одна з величин V_p або V_q відома, то для визначення іншої необхідно знайти величину u .

Рівняння руху твердої частки складають виходячи із законів механіки: суму усіх сил, діючих на частку, прирівнюють до сили інерції. В умовах гідропідйому це зробити легко, тому, що траєкторія частки відома і напрями дії усіх сил співпадають з напрямом руху частки [32].

На тіло, яке занурюється в необмеженому об'ємі, окрім сили інерції діє сила тяжіння

$$G_T = \rho g V, \quad (2.27)$$

і Архімедова сила

$$P_A = \rho_p g V, \quad (2.28)$$

де ρ_p і ρ - відповідно густина рідини і щільність тіла, яке занурюється, кг/м³; g - прискорення сили тяжіння, м/с²; V - об'єм тіла, зануреного в рідину, м³.

При появі відносної швидкості між тілом і рідиною виникає сила опору

$$R = C_f \frac{\rho_p u^2}{2}, \quad (2.29)$$

де f - площа проекції поверхні тіла на нормаль до вектора швидкості (міделевий переріз), м^2 ; C - коефіцієнт опору, який залежить від форми тіла і режиму обтікання; u - швидкість тіла відносно рідини, м/с .

Рівняння руху тіла під дією цих сил можна записати у виді

$$G_T - P_A - R = m_T \frac{du}{dt}, \quad (2.30)$$

де m_T - маса тіла, що рухається у рідині, кг .

Підставляючи значення для G_T , P_A і R в рівняння (2.30) отримаємо

$$m_T \frac{du}{dt} = \rho_p g V \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right) - C f \frac{\rho_p u^2}{2}. \quad (2.31)$$

При несталому русі з'являється дія сили інерції, причому розрахунки показують, що тривалість початкового періоду руху тіла із стану спокою зазвичай мала, і його можна не брати до уваги. У загальному випадку розглядають рух сталим і тому силу інерції в рівнянні (2.31) прирівнюють нулю, тоді

$$\rho_p g V \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right) = C f \frac{\rho_p u^2}{2}. \quad (2.32)$$

Після перетворень з рівняння (2.32) отримуємо

$$u = \sqrt{\frac{V}{f} \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right) \frac{2g}{C}}. \quad (2.33)$$

Для частки кульової форми об'єм визначається по формулі

$$V = \frac{\pi d^3}{6}, \quad (2.34)$$

де d - діаметр кулі, м

Проекцією поверхні тіла у формі кулі на нормаль до вектора швидкості буде круг, площа якого визначається формулою

$$f = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (2.35)$$

Підставивши (2.35) і (2.34) в (2.33), після перетворень отримаємо

$$u = \sqrt{\frac{4g}{3C} d \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right)}. \quad (2.36)$$

Як було показано вище, співвідношення (2.36) отримане з умови, що частки зруйнованої породи мають кулясту форму.

Для розрахунку гідротранспорту пропонується користуватися не залежністю $C = f(Re)$ для кулі, а безпосередньо залежністю величини C від розміру матеріалу, що транспортується. Ця залежність знаходиться шляхом підстановки в рівняння (2.36) величини u з виразу числа Рейнольдса

$$u = \frac{\nu Re}{d}, \quad (2.37)$$

де ν - кінематична в'язкість рідини, m^2/s .

В результаті підстановки отримаємо

$$C = \frac{4g}{3Re^2 \nu^2} d^2 \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right). \quad (2.38)$$

Задаючись значеннями C і визначаючи величини Re , можна спочатку отримати залежність $C = f(d)$ у вигляді таблиці, а потім побудувати відповідний графік.

Режим всмоктування в умовах повного заповнення піском ерліфтної труби дозволяє постійно знаходитися часткам піску (незв'язної рудної маси) в площині всмоктування, тобто в зоні максимальних швидкостей. Всмоктувані частки піску з площини всмоктування заміщаються новими, такими, що інтенсивно поступають в гідрозваженому стані із загального об'єму гірської маси. Як вже було відмічено вище, стан рухливості (гідрозважування) піску (незв'язної гірської маси) забезпечується руйнівними швидкостями фільтрації по порових каналах і дією на пісок (незв'язну гірську масу) струменем гідромонітора максимально наближеним до забою [30].

Основною рушійною силою в процесі всмоктування є різниця тисків (градієнт тисків) зовні і усередині всмоктуючої труби. За рахунок градієнта відбувається переміщення рідини із зовнішнього потоку всередину всмоктуючої

труби. Причому, обов'язковою умовою ефективного протікання процесу всмоктування є рівність продуктивності агрегату гідровидобутку, витраті рідини, що підтікає до наконечника з оточення його простору. Невідповідність між собою продуктивності зовні і продуктивності усередині труби, веде або до всмоктування малонасиченої твердим матеріалом гідросуміші, або до забутування гірською масою всмоктуючого наконечника через невеликі швидкості всмоктуючого потоку, що не має достатньої транспортуючої здатності. Саме тому, у якості методу покращення умов руйнування і гідротранспортування гірської породи, пропонується до застосування процес примусового гідрозважування незв'язної рудної маси за рахунок використання гідравлічних струменів, формованих спеціальним гідромонітором.

Розділ 3 Спеціальна частина роботи – проектування удосконаленої системи гідравлічного руйнування

Процес гідророзмиву (гідроруйнування) є головною ланкою всього технологічного ланцюгу системи свердловинного гідровидобутку; він визначає продуктивність свердловинного видобутку в цілому.

Ефективність процесу гідророзмиву визначається: конструктивними особливостями і геометричними параметрами інструменту руйнування масиву - гідромонітора; витратно-напірними і фізичними характеристиками агента руйнування - напірної рідини; гідравлічними параметрами в камері розмиву і порядком ведення очисних робіт в ній [2, 30].

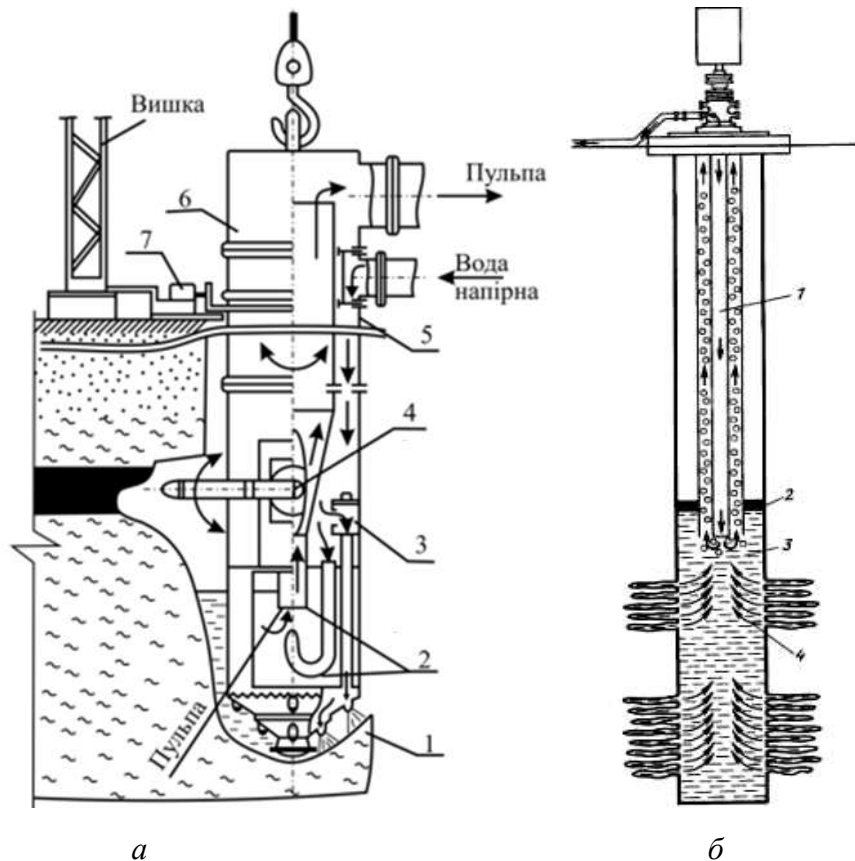


Рисунок 3.1. Схема гідродинамічного буріння (а) і свердловинного гідровидобування (б) корисних копалин: схема а 1 – гідробур; 2 – гідроелеватор; 3 – гідравлічний пристрій; 4 – насадка гідромонітора; 5 – проміжний відсік; 6 – вишка; 7 – пульпа; схема б 1 – газоподавальна труба; 2 – пакер; 3 – пульпа; 4 – напрямки руху суміші

Гідромонітор зазвичай складається із ствола і робочої насадки. забезпе-

чити гідромонітор мінімально необхідною довжиною ствола в межах діаметру свердловини (близько 300 - 350 мм) можливе тільки при використанні вивідного гідромонітора або гнучкого ствола. Вивідний гідромонітор, що приймає робоче горизонтальне положення за рахунок керованих сил реакції струменя найбільш ефективний при веденні процесу гідророзмиву в незатоплених камерах, або в затоплених камерах, але при невеликих глибинах розробки (не більше 80 - 100 м) і малих радіусах розмиву. Це пов'язано з тим, що втрати натиску робочого потоку рідини при подачі його по трубопроводах до насадки відносно невеликі. Причому, діаметр напірного водовода обмежений розмірами поперечного перерізу експлуатаційної свердловини.

Приймаємо такі геометричні дані для розрахунку процесу гідравлічного видобутку на етапі руйнування гірської породи: діаметр робочої насадки струминного апарата 5 мм, діаметри камери змішування 8 мм. Витрата робочої рідини 10 л/с.

1. Коефіцієнт інжекції струминного апарата

$$U = \frac{Q_i}{Q_p}, \quad (3.1)$$

де Q_i – інжектований потік; Q_p – робочий потік.

$$U = \frac{260}{10 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24} = 0,301.$$

2. Площі характерних перерізів струминного апарата

$$f = \frac{\pi}{4} d^2, \quad (3.2)$$

де f – площі робочого сопла на виході потоку, камери інжекції і камери змішування (відповідно f_p , f_i , f_3); d – діаметри робочого сопла на виході потоку, камери інжекції і камери змішування (відповідно d_p , d_i , d_3).

$$f_p = \frac{3,14}{4} 0,005^2 = 0,0000196 \text{ м}^2;$$

$$f_3 = \frac{3,14}{4} 0,008^2 = 0,00005024 \text{ м}^2;$$

$$f_i = 0,00005024 - 0,0000196 = 0,00003064 \text{ м}^2.$$

3. Безрозмірний напір струминного апарата

$$\frac{\Delta p_3}{\Delta p_p} = \frac{f_p}{f_3} \left(1,75 + 1,07 \frac{\rho_p f_p}{\rho_i f_3} U^2 - 1,07 \frac{\rho_p f_p}{\rho_i f_3} \left(\frac{U}{U_0} \right)^2 \right), \quad (3.3)$$

де Δp_3 – різниця тисків змішаного та інжектованого потоків; Δp_p – різниця тисків робочого та інжектованого потоків; ρ_p , ρ_i , ρ_3 – густини відповідно робочого, інжектованого і змішаного потоків.

Перед початком руйнування ($U=0$)

$$\frac{\Delta p_3}{\Delta p_p} = \frac{0,0000196}{0,00005024} \left(1,75 - 1,07 \frac{0,0000196}{0,00005024} \right) = 0,52.$$

Процес руйнування гірської породи ($U=0,301$)

$$\frac{\Delta p_3}{\Delta p_p} = \frac{0,0000196}{0,00005024} \left(1,75 + 1,07 \frac{0,0000196}{0,00005024} 0,301^2 - 1,07 \frac{0,0000196}{0,00005024} \left(\frac{0,301}{U_0} \right)^2 \right) = 0,423.$$

4. Втрати тиску в колоні і в затрубному просторі

$$\Delta p^* = 2,8 \cdot 1,2 = 3,36 \text{ МПа}, \quad \Delta p^{**} = 2,8 \cdot 1,0 = 2,8 \text{ МПа}.$$

Для умов розроблюваного проекту приймаємо комбіновану ерліфтно-гідроелеваторну схему транспортування зруйнованої гірської маси [29].

Принципово, робота ерліфта полягає в штучному зменшенні густини рідини в його підйомній трубі за рахунок введення газу. Тому, продуктивність ерліфта залежить передусім від прийнятих геометричних параметрів: висоти підйому збагаченої рідини; відстані від рівня рідини у свердловині до відмітки виливу гідросуміші; глибини введення газу; довжини всмоктуючої лінії ерліфту (якщо така існує); загальної довжини підйомної труби ерліфта; діаметру підйомної труби ерліфта.

Струминний апарат (гідроелеватор) являє собою пристрій, що дозволяє всмоктувати і піднімати на деяку висоту рідину за рахунок кінетичної енергії подаваного до нього потоку робочої рідини, ініційованого поверхневим насосом [2, 29].

При прийнятій схемі відпрацювання родовища вимагають рішення такі завдання розрахунків: визначення механізму взаємодії часток зруйнованої породи із рідиною і отримання параметрів процесу транспортування гірської маси.

На рис. 3.2 представлено дані щодо граничних значень швидкості осідання часток породи при їх взаємодії із транспортуючою рідиною, які є базовими для визначення необхідної швидкості висхідного потоку в експлуатаційній колоні свердловини гідравлічного видобутку.

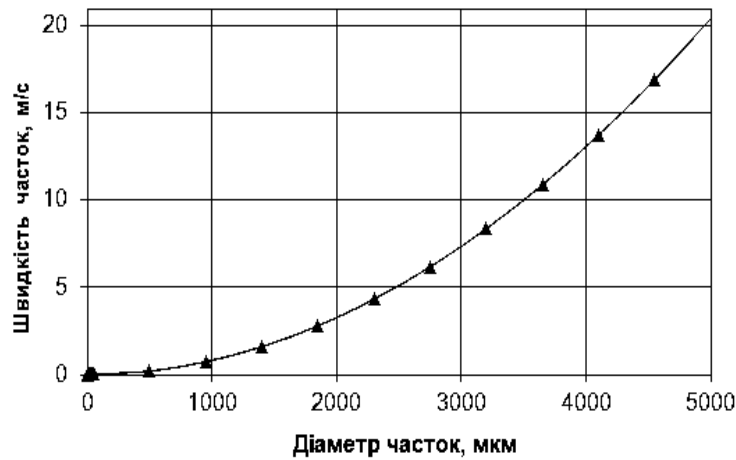


Рисунок 3.2. Визначення граничних значень швидкості осідання часток породи при їх взаємодії із транспортуючою рідиною

1. Втрата напору на врівноваження стовпів рідин з різною питомою вагою в транспортному каналі і затрубному просторі визначається за формулою

$$h_3 = \frac{1 - m \bar{F}_{\text{кол}}}{F_{\text{затр}}} l \left[\frac{\gamma_{\text{пород}}}{\gamma_p} \left(1 - \frac{V_{\text{в.п.}}}{V_k} \right) - 1 \right], \quad (3.4)$$

де m – відносний об'єм пустот між піщинками гірського маситву, що заповнений рідиною, $m=0,3$; $F_{\text{кол}}$ – площа перерізу експлуатаційної обсадної колони $F_{\text{кол}} = 176,7 \text{ см}^2$; l – потужність пласту корисної копалини, приймаємо $l=4 \text{ м}$; $\gamma_{\text{пород}} = 1,85 \text{ г/см}^3$ – щільність порід; $\gamma_p = 1 \text{ г/см}^3$ – густина промивальної рідини; $V_{\text{в.п.}}$ – швидкість вільного падіння піску в рідині (рис. 3.2).

Напір який врівноважує стовпи рідини в трубах і кільцевому просторі при промиванні піщаної пробки при роботі насоса на I швидкості

$$h_3 = \frac{1 - 0,3 \cdot 176,7 \cdot 400}{135} \left[\frac{1,85}{1,1} \left(1 - \frac{6,35}{37} \right) - 1 \right] = 995,1 \text{ см} = 0,1 \text{ МПа};$$

при роботі насосу на II швидкості

$$h_3 = \frac{1 - 0,3 \cdot 176,7 \cdot 400}{135} \left[\frac{1,85}{1,1} \left(1 - \frac{6,35}{70,2} \right) - 1 \right] = 1444 \text{ см} = 0,15 \text{ МПа}.$$

2. Гідравлічний опір, що виникає у відкачному шлангу орієнтовно приймаємо 0,05 МПа при роботі на I швидкості і 0,15 МПа при роботі на II швидкості.

3. Гідравлічний опір, що виникає у транспортному трубопроводі орієнтовно приймаємо 0,05 МПа при роботі на I швидкості і 0,15 МПа при роботі на II швидкості.

4. Гідравлічний опір, що виникає в нагнітальній лінії, довжина якої $l=40$ м при роботі насосу на I швидкості дорівнює

$$h_6 = \lambda \frac{lV^2}{d_{\text{тр}} 2g} = 0,035 \frac{40 \cdot 1,65^2}{0,062 \cdot 2 \cdot 9,81} = 3,14 \text{ м} = 0,032 \text{ МПа}; \quad (3.5)$$

при роботі насосу на II швидкості

$$h_6 = \lambda \frac{lV^2}{d_{\text{тр}} 2g} = 0,035 \frac{40 \cdot 3,15^2}{0,062 \cdot 2 \cdot 9,81} = 10,2 \text{ м} = 0,1 \text{ МПа}. \quad (3.6)$$

5. Загальний гідравлічний опір при роботі насосу на I швидкості

$$h_{\text{заг}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 = 1,5 + 0,05 + 0,1 + 0,05 + 0,05 + 0,032 \approx 1,8 \text{ МПа}; \quad (3.7)$$

при роботі насосу на II швидкості

$$h_{\text{заг}} = 5,43 + 0,18 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,1 \approx 6,2 \text{ МПа}. \quad (3.8)$$

6. Тиск на вибій свердловини на I швидкості $P = 7,6$ МПа; на II швидкості $P = 8,6$ МПа.

7. Потужність яка необхідна для забезпечення роботи насосу визначається за формулою

$$N_{\text{н}} = \frac{h_{\text{заг}} Q \gamma_{\text{р}}}{\eta}, \quad (3.9)$$

на I швидкості

$$N_n = \frac{1,8 \cdot 5 \cdot 1}{0,7} = 12,86 \text{ кВт};$$

на II швидкості

$$N_n = \frac{6,2 \cdot 9,5 \cdot 1}{0,7} = 84,12 \text{ кВт}.$$

10. Відсоток використання максимальної потужності насосу при роботі на I швидкості

$$K_{\text{вик}} = \frac{N_n \cdot 100}{N_m}; \quad (3.10)$$

$$K_{\text{вик}} = \frac{12,86 \cdot 100}{53} = 24,3 \text{ \%}.$$

Таким чином запропонована схема гідравлічного транспортування гірської породи забезпечується конструктивними і технологічними особливостями відповідного обладнання і інструменту.

Розділ 4. Охорона праці

Комплексна система управління охороною праці на підприємствах і в організаціях гірничо-видобувного комплексу України передбачає цикл організаційних, технічних, економічних і правових заходів спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці і є складовою частиною системи управління виробництвом.

Керівники всіх рівнів управління у відповідності з посадовими обов'язками вирішують виробничі завдання у комплексі з питаннями охорони праці і несуть повну відповідальність за інженерне, кадрове і матеріально-технічне забезпечення безпечних і здорових умов праці, а безпосередні виконавці робіт – за дотримання встановлених технологій, регламентів ведення робіт, чинних інструкцій, норм і правил охорони праці в межах посадових обов'язків.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Об'єкти свердловинного видобутку корисних копалин мають деякі особливості, які розглянемо на прикладі правил безпеки при виконанні бурових і допоміжних робіт самохідними установками [33].

Приймання в експлуатацію самохідних бурових установок, змонтованих на транспортних засобах, якщо при їх переміщеннях з однієї точки на іншу не потрібний перемонтаж обладнання, проводиться оформленням акту комісією підприємства перед початком польових робіт, після кожного капітального ремонту або реконсервації, але не рідше одного разу на рік.

Самохідні (на автомобільних причепах) бурові установки допускається обладнувати стелажми для виконання робіт з бурильними, колонковими та обсадними трубами. В такому випадку основний вихід з бурової установки повинен бути обладнаний трапами або сходами з поручами з обох боків.

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.

У разі експлуатації самохідних установок допускається прокладати кабелі на опорах по несучому тросу або з підвішуванням на козлах у місцях обмеженого доступу людей, транспорту і тварин. Прокладати кабелі на поверхні землі забороняється, якщо це не передбачено конструкцією машин.

Для кабельних ліній, які живлять самохідні установки, необхідно застосовувати гнучкі кабелі з мідними жилами. Зрощувати гнучкі кабелі допускається через з'єднувальні шинні коробки, спеціальні муфти тощо. Місця зрощування гнучких кабелів, виконані без спеціальної з'єднувальної арматури, необхідно завулканізувати. Після вулканізації їх необхідно випробувати на діелектричну міцність.

Самохідні установки (бурові установки, автокрани тощо) необхідно обладнати сигналізаторами небезпечної напруги.

Освітлювальну проводку в приміщеннях бурових, дизельних, насосних, компресорних, на бурових вишках (щоглах, триногах) можна виконувати лише ізольованими проводами, на самохідних бурових установках - гнучким кабелем або ізольованими гнучкими проводами для зовнішньої прокладки.

Металеві бурові вежі, щогли самохідних і пересувних установок з метою грозозахисту необхідно заземлювати не менше, ніж в двох точках.

Допускається на бурових установках об'єднувати заземлення захисту від прямих ударів блискавки, захисного заземлення (занулення) електроустаткування і заземлення захисту, від електростатичної індукції.

Допускається використовувати як струмовідводи металеві вежі і щогли самохідних і пересувних бурових установок, якщо опір заземлюючих пристроїв не перевищує 10 Ом.

Під час буріння необхідно свічки заводити за палець вишки (щогли), піднімати бурильні, колонкові та обсадні труби з приймального мосту і опускати їх на нього із швидкістю руху елеватора до 1,5 м/сек.

Очищати бурильні труби від глиняного розчину у разі підйому необхідно спеціальними пристроями.

Різниця в довжині свічок бурильних труб повинна бути не більше 0,5 м, При цьому свічки мінімальної довжини можуть виступати над рівнем підлоги робочого майданчику (полатів) не менше ніж 1,2 м, а свічки максимальної довжини - не більше 1,7 м.

Всі операції по згвинчуванню і розгвинчуванню сальника і бурильних труб необхідно виконувати із спеціального майданчика.

Якщо розмір діаметру сталевих бурильних труб 63,5 мм і більше для їх переміщення від гирла свердловини до підсвічника і назад, а також для підтягування труб за палець щогли у разі відстані від верхньої площадки до осі бурової вишки більшої 0,7 м, необхідно використовувати гачки.

Згвинчувати і розгвинчувати породоруйнуючий інструмент та витягувати керн з підвішеної колонкової труби необхідно з дотриманням наступних вимог: труба утримується на вазі гальмом, підвішування труби допускається лише на вертлюзі-пробці, кільцевому елеваторі або напівавтоматичному елеваторі при закритому і зафіксованому заціпкою затворі; відстань від нижнього кінця труби до підлоги необхідно витримувати не більше 0,2 м.

У разі використання напівавтоматичних елеваторів необхідно: підвішувати елеватор лише до вертлюга-амортизатора; застосовувати підсвічники, які мають по периметру металеві борти висотою не менше 350 мм; машиністу під

час підйому елеватора вгору по свічці знаходитись на відстані не менше 1 м від підсвічника.

Під час витягування керну з колонкової труби забороняється: підтримувати руками знизу колонкову трубу, яка знаходиться в підвішеному стані; перевертати рукою положення керну в підвішеній колонковій трубі; витягувати керн струшуванням колонкової труби лебідкою, нагріванням колонкової труби.

Монтувати та експлуатувати компресорні установки і повітропроводи слід відповідно до чинних вимог [34].

Компресорно-дотискуючі пристрої (КДП) перед пуском в експлуатацію та після ремонту треба опресовувати. Опресування необхідно проводити технічною водою на тиск, яким опресовують бурові насоси. Результати опресування оформляються актом.

На повітропроводі в межах бурової установки в зручних для спостереження місцях необхідно встановлювати манометр, який показує тиск повітря, вентиль для регулювання подачі повітря в свердловину та запобіжний клапан з відводом повітря в безпечний бік.

При бурінні свердловин із гідротранспортом керна захоплення елеватором труби під час спуско-підйомних операцій необхідно проводити після повної зупинки обертача. Для запобігання самовільного вмикання обертача рукоятку золотника управління обертачем необхідно встановити у фіксуюче нейтральне положення, а вентиль регулювання числа обертів – повністю відкрити.

Під час буріння свердловин забороняється: експлуатувати з'єднання системи промивки і рукавів, які мають механічні та інші пошкодження; переведення рукоятки вентиля системи промивки для зміни напрямку потоку рідини без зниження тиску в нагнітальній магістралі до нуля.

Контрольно-вимірювальні прилади для контролю за процесом буріння повинні перебувати в полі зору бурильника і бути захищеними від вібрації та атмосферних опадів.

Спуско-підйомні операції в процесі буріння проводяться з урахуванням технічного стану та характеристик бурового обладнання, стану свердловини, а також особливостей технологічних операцій, що виконуються.

При підніманні бурильної колони зовнішня поверхня труб повинна очищатися від бурового розчину за допомогою спеціальних пристроїв (обтираторів).

Ліквідація ускладнень у процесі піднімання або спускання бурильного інструменту проводиться відповідно до заходів щодо запобігання аваріям та згідно з нормативно-технічними документами.

На устя встановлюється пристрій, що запобігає падінню сторонніх предметів у свердловину під час спуско-підйомних операцій.

Бурова бригада щозміни повинна проводити профілактичний огляд підйомного обладнання.

Тип і властивості бурового розчину в комплексі з технологічними заходами і технічними засобами повинні забезпечувати безаварійні умови буріння з високими техніко-економічними показниками.

В інтервалах, складених глинами, аргілітами, глинистими сланцями, солями, схильними до втрати стійкості й текучості, густина, фільтрація, хімічний склад бурового розчину встановлюються, виходячи з потреби забезпечення стійкості стінок свердловини.

Компонування бурильної колони повинно відповідати розрахунку, закладеному в проекті.

Розділ 5. Охорона навколишнього середовища

Суттєвим є наступне: екологічні заходи підприємств з видобутку та переробки сировини повинні бути спрямовані на забезпечення ефективного функціонування і розвитку гірничо-видобувної галузі, зменшення негативного впливу на довкілля та екологічних ризиків у процесі виробничої діяльності, гармонізацію економічних інтересів з екологічними та соціальними інтересами суспільства, впровадження екологічних міжнародних та європейських стандартів.

Застосування геотехнологічних способів видобутку корисних копалин дозволяє помітно знизити їх негативний вплив на природне середовище. Геотехнологічний видобуток не пов'язаний зі значними порушеннями ландшафту і витяганням на поверхню величезних мас гірських порід, а використання кінцевих продуктів геотехнологічної розробки не пов'язано з утворенням шкідливих речовин. Все це дає підставу вважати геотехнологічний видобуток корисних копалин екологічно чистим [2]. Однак слід зазначити, що при невірному інженерному вирішенні технічних питань видобутку, очищення, транспортування, утворення й утилізації природних і штучних реагентів, природному середовищу може бути завдано серйозної шкоди. Тому природоохоронні заходи мають бути неодмінною складовою частиною геотехнології.

Практично всі геотехнологічні способи розробки родовищ корисних копалин засновані на використанні численних свердловин, які незалежно від призначення можуть розкривати кілька водоносних горизонтів.

Потенційними джерелами впливу на навколишнє середовище при розробці родовища є гірничі роботи - буріння свердловин та робота допоміжних механізмів.

Негативний вплив гірничих робіт на довкілля проявляється в порушенні рельєфу місцевості, погіршенні якості земельної ділянки, забрудненні атмосферного повітря пилом.

Робота механізмів та транспорту буде створювати шум, забруднювати атмосферне повітря відпрацьованими газами та пилом.

Всі вказані джерела впливу на довкілля є неорганізованими і будуть проявлятися лише в межах проектованої ділянки та її санітарно-захисної зони.

Джерелами викидів забруднюючих речовин при розробці родовища є: виїмально-навантажувальні роботи; транспортування корисної копалини; робота двигунів внутрішнього згорання.

При здійсненні планованої діяльності та робіт із рекультивації родовища після завершення діяльності можливий вплив на навколишнє природне середовище: аварійні розливи паливно-мастильних матеріалів (ПММ) із автотранспортної техніки - зокрема викидами та скидами забруднюючих речовин.

Площа території - мінімальна, інтенсивність та складність – мінімальні. При проведенні планованої діяльності викиди забруднюючих речовин від пересувних та неорганізованих джерел викидів забруднюючих речовин не перевищує нормативно-допустимих значень.

Відсутнє перевищення величин приземних концентрацій (з урахуванням фону) нормативів гранично-допустимих концентрацій (ГДК). Кліматичні фактори (у тому числі зміна клімату та викиди парникових газів) піддаються незначному та допустимому впливу. Зміни клімату в результаті планованої діяльності відсутнє. Викид парникових газів незначний.

Передбачаються наступні заходи з охорони довкілля: для забезпечення виїмки корисних копалин з мінімальними втратами і раціональним використанням площ, зайнятих під ґрунтами, планом розвитку гірничих робіт передбачається видобуток пісків проводити в контурі підрахунку запасів на всю глибину розвіданого шару; після завершення відпрацювання запасів корисної копалини родовища виконується рекультивація відпрацьованого простору ділянки робіт, навколишньої площі, що прилягає безпосередньо до ділянки робіт, промислового майданчика; проведення систематичного маркшейдерського та гірничо-технічного контролю за розробкою родовища; повний контроль за роботою механізмів і техніки із попередженням попадання в ґрунт паливно-мастильних матеріалів; на всіх механізмах з двигунами внутрішнього згорання, що є джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферу, передбачається установка нейт-

ралізаторів викидних газів; забезпечується повний збір, належне зберігання і передача відходів, що утворюються під час експлуатації родовища, на утилізацію спеціалізованим підприємствам.

Суттєвий вплив на довкілля можливий лише в результаті виникнення аварійних ситуацій.

Комплекс технологічних, технічних, організаційних рішень, забезпечує надійну безаварійну роботу технологічних об'єктів на родовищі. Проектні рішення забезпечують високий ступінь надійності функціонування технологічних споруд.

Аварійні ситуації під час здійснення планованої діяльності можуть виникнути на окремих виробничих процесах: при транспортуванні гірничої маси; при ремонті гірничого устаткування; при експлуатації, ремонті й обслуговуванні виробничих електроустановок; при забрудненні атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин при роботі двигунів внутрішнього згорання машин і механізмів; при пожежі.

Відповідно до статті 25 Закону України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» з метою захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру передбачено: планування і здійснення необхідних заходів для захисту працівників підприємства, об'єктів господарювання та довкілля від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; розроблення планів локалізації і ліквідації аварій (катастроф) з подальшим погодженням із центральними органами виконавчої влади, що забезпечують формування та реалізують державну політику у сферах цивільного захисту, пожежної і техногенної безпеки; підтримання у готовності до застосування сил і засоби із запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; створення та підтримання матеріальних резервів для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; забезпечення своєчасного оповіщення працівників підприємства про

загрозу виникнення або про виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

При бурінні свердловини не допускається порушення технологічних процесів, що можуть призвести до аварійних ситуацій.

Оскільки освітлення бурових майданчиків здійснюється таким чином, щоб освітленість відповідала нормам для безпечної роботи бурової бригади без зайвого розсіювання, світлового забруднення довкілля не очікується.

Наявність джерел електромагнітних хвиль і іонізуючого випромінювання в процесі буріння свердловин не передбачається.

Відповідно до Закону України “Про охорону атмосферного повітря” нафтогазові підприємства повинні забезпечувати проведення контролю гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, у тому числі контроль ефективності роботи газоочисного устаткування, а також контроль вмісту забруднюючих речовин на межі санітарно-захисної зони. Періодичність проведення таких досліджень (контролю) встановлюється безпосередньо дозволами на викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення. Крім того необхідно своєчасно проводити періодичний контроль якості води на відповідність встановленим санітарним нормам, а також контроль стічних вод, які скидаються у водні об’єкти після очисних споруд, на відповідність встановленим нормативам гранично допустимих скидів (ГДС). У скидах зворотних вод після очисних споруд не допускається перевищення нормативів, встановлених у відповідних ГДС. Контроль повинен проводитися із залученням акредитованих лабораторій.

Зважаючи на викладене можна зробити такі висновки: розробка Токарівського родовища пісків територіально обґрунтована; розробка родовища відіграватиме важливу роль у промисловій та будівельній галузі Сумської області, є економічно вигідною та екологічно допустимою; прийнята технологія видобування піску передбачає максимальну механізацію робіт і не допускає перевищення нормативів впливу на навколишнє природне середовище; розробка Токарівського родовища пісків має істотні переваги з точки зору логістики, так як

об'єкт розміщений максимально близько до обласного центру та більшості споживачів його продукції, що є додатковим фактором зниження техногенного навантаження на довкілля.

Виконання технічних рішень, передбачених проектом, виключає можливість виникнення аварійних ситуацій з екологічними наслідками.

Розділ 6 Організація та економіка бурових робіт

Родовище будівельного піску, що залучається до детального (остаточно-го) розвідування на стадіях пошукового і попереднього розвідування, повинно бути вивчено з метою визначення його використання як джерела більш дефіцитної сировини проти тієї, що заявлена.

Геологічна будова родовища повинна бути детально відтворена на графічних матеріалах для обґрунтування підрахунку запасів за формою і внутрішньою будовою покладів і умовами їх залягання.

Свердловини, згідно чинних вимог [8], проходиться без застосування глинистого розчину, хоча є досвід одержання керна в непорушеною структурою добре сортованих пісків із застосуванням густого розчину, що не проникає в тіло керна і створює після висихання тверду кірку, яка легко відокремлюється. У всіх випадках важливо виключити засмічення керна, особливо пісків, що лімітуються за хімічним складом. Проходка свердловинами обводнених пісків і піщано-гравійних порід здійснюється з випереджувальною обсадкою (15 - 20 см).

Вихід керна по свердловинах колонкового буріння повинен бути не менше 80 % по кожному рейсу. При непорушеній структурі керна визначається лінійний вихід; у випадку пухкого керна його вихід визначається зіставленням розрахункових і фактичних мас або об'ємів.

Кожне родовище несе тільки йому притаманні риси будови покладів, об'єктивна і достовірна оцінка яких потребує творчих рішень виконавців по розміщенню розвідувальних виробок (допоміжних, проміжних і оконтурювальних свердловин, структурних і контрольних виробок). Кінцевий варіант розвідувальної мережі повинен впливати із аналізу оперативних даних проходки виробок і не може бути попередньо встановленим. Крім того, у ринкових умовах господарювання видобувні і переробні підприємства можуть мати різні форми власності, отже, ставити свої умови щодо ступеня детальності розвідки родовищ або їх частин, вибору розмірів ділянок першочергової розробки, визначення співвідношень запасів різних категорій та ін.

Всі розвідувальні і експлуатаційні виробки, а також виходи тіл корисних копалин на поверхню документуються.

Повнота і якість первинної документації повинні систематично контролюватись (звірятись із натурою) відповідними геологічними службами, а результати порівняння оформлюватись актами.

Корисна копалина по всіх розвідувальних виробках і природних оголеннях випробовується пошарово-секційно. Довжина інтервалів відбору проб - не більше 4 м. Інтервали некондиційних порід, що не підлягають селективному відпрацюванню, включаються у суміжну пробу.

На стадіях детального розвідування, або при дорозвідуванні родовища, яке розробляється, інтервали випробування можуть бути збільшені до значення висоти експлуатаційних виступів, а при багат шаровій будові корисної товщі - до потужності шарів.

При відборі проб належить вживати заходів по запобіганню втрат дрібних фракцій і забрудненню від застосування інструментів і обладнання (залізо), а також органічною речовиною рослинного шару та ін.

У випадку сумнівів щодо вірогідності (представництву) керового матеріалу або випробування повинен застосовуватись для контролю більш надійний спосіб одержання представницьких проб.

Обробка і скорочення проб, які відібрані для вивчення хімічного складу корисної копалини, проводиться за схемами, що розробляються для кожного родовища.

В залежності від призначення і потрібного об'єму матеріалу проби можуть бути рядовими, груповими, технологічними і спеціальними.

Рядові проби відбираються пошарово-секційно по всіх пройдених розвідувальних виробках і природних оголеннях родовища для проведення мінімально необхідних лабораторних випробувань з метою визначення принципової придатності сировини для відповідного промислового призначення.

Групові (об'єднані) проби складаються із дублікатів наважок рядових проб однієї виробки пропорційно їх довжинам у кількостях, що обумовлені бу-

довою родовища і пред'явленим до сировини вимогам для визначення технологічних (промислових) типів сировини.

Технологічні проби відбираються із природних представницьких для родовища різновидів для визначення усього комплексу необхідних технологічних параметрів у лабораторних умовах (лабораторно-технологічні проби), а потім, при необхідності - у промислових або напівпромислових умовах (напівзаводська технологічна проба).

Спеціальні проби відбираються для вивчення специфічних властивостей пісків, гравію і валунів - радіаційно-гігієнічної оцінки, агрохімічних властивостей, петрографічного складу, наявності важких і рідкісних металів і каменів.

Вивчення якості піску і гравію необхідно проводити з урахуванням їх комплексної оцінки, визначення всіх можливих і найбільш раціональних напрямів використання. Комплексна оцінка якості пісків повинна виключати можливість застосування високоякісних пісків для виробничих цілей та інших пісків як будівельних.

Оцінка якості сировини проводиться на основі вивчення його зернового, хімічного і мінерало-петрографічного складу, фізико-механічних властивостей і за результатами технологічних випробувань у лабораторних і, при необхідності, промислових або напівпромислових умовах.

Комплексне вивчення повинно починатись з найбільш простих визначень мінерального та зернового складів, вмісту пиловидних і глинистих часток. Додаткові визначення проводять послідовно у порядку збільшення їх складності, вартості, трудомісткості при позитивних результатах попередніх визначень з метою встановлення придатності піску для конкретних призначень.

Випробування проводиться за скороченою або повною програмами в залежності від стадії геологорозвідувальних робіт та побудови корисної товщі. Скорочені випробування складаються з визначення зернового і петрографічного складу, а також показника, що має вирішальне значення в конкретній галузі застосування (наприклад, вміст пиловидних і глинистих часток для будівельних пісків, коефіцієнта фільтрації для пісків морозозахисного і фільтрувального

шарів автодоріг).

Повний комплекс випробувань вміщує у доповнення до скороченого всі визначення, які лімітуються відповідними нормативними документами стосовно до вимог галузей промисловості.

Хімічний склад пісків повинен бути вивченим з достатньою повнотою для оцінки сировини для всіх можливих напрямків використання. Хімічні аналізи проводяться за методиками, які затверджені відповідними нормативними документами.

Якість аналітичних робіт підлягає систематичному контролю відповідно до діючих методичних рекомендацій. Геологічний контроль аналізів (внутрішній, зовнішній, арбітражний) проб проводиться геологічним персоналом незалежно від лабораторного контролю.

Внутрішній контроль проводиться для визначення величини випадкових похибок шляхом аналізу зашифрованих дублікатів аналітичних проб у тій самій лабораторії, що виконує основні аналізи.

Зовнішній контроль проводиться для оцінки величин систематичних розходжень між результатами, які отримані в основній лабораторії, і виконується контролюючою лабораторією. На зовнішній контроль направляються дублікати проб, що пройшли внутрішній контроль. Проби, які направляються на внутрішній і зовнішній контроль, повинні характеризувати всі різновиди корисної копалини і класи вмістів компонентів.

На контрольні аналізи направляються 5% проб, але не менше 30 аналізів за період, що контролюється, а також всі проби з аномальним вмістом компонентів, що підлягають аналізам.

Обробка результатів зовнішнього і внутрішнього контролю по кожному класу вмістів компонентів проводиться за періодами (квартал, півріччя, рік), для яких число контрольних аналізів є статистичне достатнє для одержання надійних висновків. При виконанні основних аналізів різними лабораторіями обробка результатів проводиться окремо.

Арбітражний контроль проводиться лише при виявленні зовнішнім конт-

ролем систематичних розходжень між результатами аналізів основної і контролюючої лабораторій, що викликають необхідність введення поправочних коефіцієнтів або впливають на достовірність оконтурювання тіл корисної копалини і виділення промислових (технологічних) типів.

При оцінці гравійно-піщаних родовищ обов'язковим є розрахунок зернового складу корисної копалини з визначенням виходу гравію і піску по фракціях для наступного проектування технологічної схеми дробильно-сортувального підприємства.

Для формувальних пісків визначається газопроникність, а для щільно складених - міцність у вологому стані.

Мінеральний склад пісків не нормується вимогами стандартів, але має суттєве значення для оцінки придатності для окремих призначень.

У результаті мінералогічних визначень встановлюється мінеральний склад піску в цілому і за фракціями, дається кількісна оцінка розповсюдження окремих мінералів.

Підлягають вивченню всі основні водоносні горизонти, які обводнюють родовище. По кожному із них визначається потужність, типи колекторів та їх літологічний склад, умови живлення, взаємозв'язок з іншими водоносними горизонтами і поверхневими водами, положення рівнів і інші параметри, які необхідні для розрахунку можливих водопритоків у гірничі виробки та проектування водознижувальних і дренажних заходів. Слід також вивчити хімічний склад і бактеріологічний стан вод, їх агресивність до бетону, металів, полімерів, вміст у них корисних і шкідливих домішок; оцінити можливість використання цих вод для водопостачання, а також вплив їх дренажу на діючі у районі родовища водозабори.

Суттєві відмінності геотехнології від відкритої і підземної розробки обумовлюють певну специфічність способів порівняльної оцінки методів [2]. Основна відмінність у тому, що при геотехнології одержують готовий продукт, а при відкритій і підземній розробці – гірничу масу. При порівнянні необхідно враховувати витрати на всю переробку корисної копалини до кінцевого проду-

кту. Ефективність розробки ґрунтується на трьох основних показниках: питомі капіталовкладення, собівартість і продуктивність праці. Крім цих основних показників необхідно також враховувати рентабельність, термін окупності витрат, час будівництва підприємства, коефіцієнт фондівіддачі, річний економічний ефект, зниження потреби і дефіциту в устаткуванні і матеріалах.

Необхідно враховувати також соціальний фактор – умови охорони праці, при яких геотехнологія має переваги, тому що забезпечує виймання корисних копалин без присутності людей в очисному забої.

Недоліки традиційних методів у порівнянні з геотехнологією: не забезпечують високих техніко-економічних показників; незадовільна динаміка фондівіддачі через високу питому вагу пасивних фондів (гірничих виробок); висока фондоемність і капіталомісткість; необхідність регулярної підготовки протягом усього періоду експлуатації нових ділянок для видобування корисної копалини.

Висновки

1. Включення до розробки Токарівського родовища будівельного піску Сумської обл. є складовою частиною плану розвитку гірничо-видобувного комплексу України. Воно забезпечує сировиною галузеву будівельну промисловість і побутові потреби та сприяє вирішенню соціальної проблематики місцевого населення.

2. Розроблені в проекті спорудження свердловин техніко-технологічні рішення базуються на даних щодо геологічного розрізу та гідрогеологічних умов родовища; вони передбачають підвищення продуктивності та ступеню надійності здійснення бурових і експлуатаційних робіт.

3. При розробці проекту: виконано обґрунтування вибору технологічної схеми відпрацювання родовища; розраховано основні процеси свердловинного гідравлічного видобутку; надано рекомендації щодо забезпечення робіт наземним і свердловинним обладнанням; здійснено вибір способу та технічних засобів буріння і експлуатації видобувних свердловин; розроблено елементи комплексного підходу до проектування ефективних систем гідравлічного руйнування і транспортування корисної копалини.

4. Для запобігання ускладнень при виконанні робіт з буріння і експлуатації передбачено: вибір конструкції свердловини, яка забезпечує попередження руйнування стінок при проходженні глинистих товщ; застосування технічних засобів і режимних параметрів, що забезпечують сталість процесу відділення і транспортування корисної копалини.

5. Визначено методи та прийоми ведення розвідувальних бурових робіт, в умовах осадових товщ, що є надійним запобіжником: виникнення порушень технології відпрацювання родовища, можливості неповної виїмки корисної копалини.

6. Виконано огляд і обґрунтування заходів з попередження негативного впливу бурових і експлуатаційних робіт на геологічне середовище та визначено заходи з охорони праці на геотехнологічних об'єктах видобутку.

Перелік посилань

1. Маланчук З.Р., Маланчук Є.З., Корнієнко В.Я. Спеціальні технології видобутку корисних копалин. – Рівне: НУВГП, 2017. – 266 с.
2. Фізико-хімічна геотехнологія / М.М. Табаченко, О.Б. Владико, О.Є. Хоменко, Д.В. Мальцев – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 310 с.
3. Физико-химическая геотехнология / под общей редакцией В.Ж. Аренса. – М.: Издательство МГУ, 2010. – 575 с.
4. Юрків М.І. Фізико-хімічні основи нафтовилучення. - Львів, 2008. – 374 с.
5. Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ. - К.: Реал-Принт, 2004. - 695 с.
6. Бурже Ж., Сурио П., Комбарну М. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. Пер. с франц. - М.: Недра, 1989. - 422 с.
7. Маланчук З.Р., Боблях С.Р., Маланчук Є.З. Гідровидобуток корисних копалин. – Рівне: НУВГП, 2009. – 280 с.
8. Неметалічні корисні копалини України: Підручник / В.А. Михайлов, Г.Ф. Виноградов, М.В. Курило та ін. Видання 2-е, виправлене і доповнене. К.: ВЦ "Київський університет", 2007. – 506 с.
9. Гудзевич А.В. Регіональна фізична географія / А.В. Гудзевич. – Вінниця: Віндрук, 2005. – 464 с.
10. Корнус А.О., Удовиченко І.В., Леонтьєва Г.Г., Корнус О.Г. Географія Сумської області: природа, населення, господарство. Суми: ФОП Наталуха А.С., 2010. - 184 с.
11. Інженерні вишукування для водогосподарського та природоохоронного будівництва / За ред. А.М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2010. – 173 с.
12. Григорович М.Б., Немировская М.Г. Месторождения минерального сырья для промышленности строительных материалов. – М.: Недра, 1987. – 173 с.

13. Клюковский Г.И. Общая технология строительных материалов. – М.: Высшая школа, 1976. – 173 с.
14. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2007. - 512 с.
15. Технологія і техніка буріння / В. Войтенко, В. Вітрик. – К.: Центр Європи, 2012. – 708 с.
16. Разведочное бурение / А. Г. Калинин, О. В. Ошкордин, В. М. Питерский и др. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – 748 с.
17. Технология и техника разведочного бурения / Ф.А. Шамшев, С.Н. Тараканов, Б.Б. Кудряшов и др. – М.: Недра, 1983. – 565 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. Масленников И.К. Буровой инструмент. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 430 с.
21. Михайлова Н.Д. Техническое проектирование колонкового бурения. - М.: Недра, 1985. - 200 с.
22. Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки: навч. Посібник / П.П. Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. - 368 с.
23. Волков А.С., Волокитенков А.А. Бурение скважин с обратной циркуляцией промывочной жидкости. – М.: Недра, 1970. – 184 с.
24. Давиденко А.Н., Игнатов А.А. Прямая и обратная схемы очистки при бурении скважин. – Д.: РВК НГУ, 2012. – 101 с.
25. Калинин А.Г. Бурение нефтяных и газовых скважин. Учебник. – М: Изд. ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 848 с.
26. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях. – М.: Недра, 1987. – 269 с.
27. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирувание геологоразведочных скважин: Справочное пособие. - М.: Недра, 1989. – 246 с.

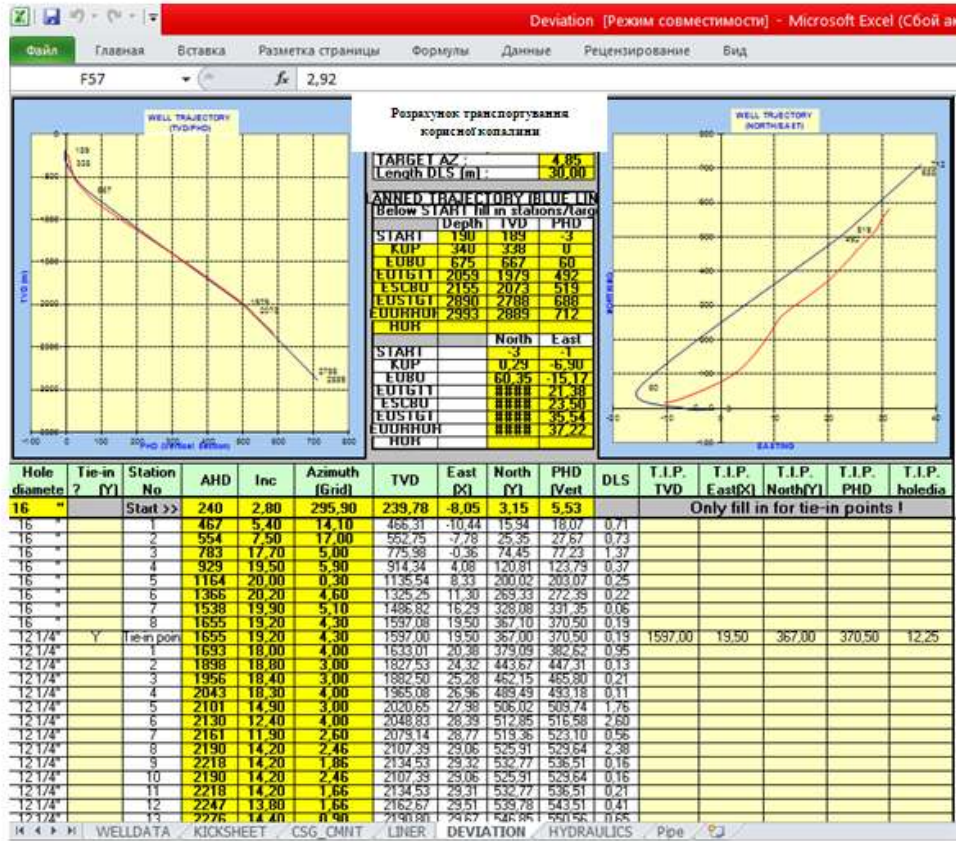
28. Шаровар И.И. Геотехнологические способы разработки пластовых месторождений. – М.: Изд. МГГУ, 1999. – 242 с.
29. Аренс В.Ж. Скважинная добыча полезных ископаемых (геотехнология) / В.Ж. Аренс. - М.: Недра, 1986. - 279 с.
30. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых / В.Ж. Аренс, Н.И. Бабичев, А.Д. Башкатов и др. – М.: Изд. МГГУ, 2007. – 295 с.
31. Борисов А.И. Движение пульпы в вертикальных трубах // Научные труды ВНИИГидроуголь, вып. 2. – Новокузнецк, 1963. - С. 75 - 95.
32. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. – М.: Недра, 1991. - 331 с.
33. 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.
34. ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. – К.,1995. – 200 с.

ДОДАТОК А
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.КР.20.03.ПЗ	Пояснювальна записка	84	
5					
6		НГІБ.КР.20.03.ДМ	Демонстраційний матеріали	14	
7					
8			Геологічна карта ділянки (родовища)	1	
9			Геологічний розріз ділянки (родовища)	1	
10			Геолого-технічний проект	1	
12			Пропозиції з удосконалення технології буріння	1	

ДОДАТОК Б

Прикладна програма розрахунку комбінованого ерліфтно-гідроелеваторного транспортування зруйнованої гірської маси в середовищі EXCEL.



ДОДАТОК В

ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу магістра на тему: «Розробка технології буріння й обладнання геотехнологічних свердловин для умов Токарівського родовища будівельного піску з удосконаленням системи гідравлічного руйнування» студента групи 184м-19-1 ГРФ, Філатова Андрія Валерійовича

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

2. Розробка Токарівського родовища будівельного піску Сумської обл. є складовою частиною програми розвитку гірничо-видобувного комплексу України; виконання зазначених робіт забезпечує сировиною будівельну промисловість регіону і побутові потреби та сприяє вирішенню соціальної проблематики місцевого населення.

3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра за спеціальністю 184 «Гірництво» спеціалізації «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин».

4. Тема та зміст роботи відповідає освітньо-професійній програмі підготовки магістра за спеціальністю 184 «Гірництво», зокрема в розділах організації виробничих процесів і технічного керівництва системами і технологіями гірничих підприємств та аналізу основних напрямків скорочення переривчастості технологічного процесу.

5. Практичне значення та оригінальність технічних рішень полягає в наступному: створено вдосконалені методики буріння і експлуатації геотехнологічних свердловин, що базуються на прогресивних техніко-технологічних прийомах і засобах.

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

7. Відповідність оформлення кваліфікаційної роботи стандартам задовільна.

8. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи високий.

9. За умов відповідного захисту, кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «добре» (86 балів).

10. Значних недоліків, які б слугували підставою для зниження зазначеної оцінки, кваліфікаційна робота не містить.

Керівник кваліфікаційної роботи,
доц. кафедри НГІБ

_____ А.О. Ігнатов