

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ННІ «Інститут геології»

**БУРІННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО–ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
СВЕРДЛОВИНИ НА ВОДУ**

**Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни
«Технологія буріння» для студентів III курсу ННІ «Інститут геології» за
спеціалізаціями «Геологія, пошуки і оцінка родовищ корисних копалин»
та «Геологія нафти і газу»**

**Київ
2017**

УДК 622.24(075.8)

Рецензенти:

Дубина О.В., д. геол. н., доцент

Демидов В.К., к. геол. н., доцент

Рекомендовано до розміщення на сайті ННІ «Інститут геології» вченою радою ННІ «Інститут геології (протокол №12 від 16 травня 2017 року)

Омельчук О.В.

Буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини на воду: Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія буріння» для студентів III курсу ННІ «Інститут геології» за спеціалізаціями «Геологія, пошуки і оцінка родовищ корисних копалин» та «Геологія нафти і газу». - К., Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології», 2017.- 29с.

Розглядаються практичні питання, що пов'язані з виконанням студентами курсової роботи з буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини на воду. Вказівки спрямовані на покращення якості оволодіння теоретичними знаннями та набуття студентами практичних навичок у вивченні дисципліни «Технологія буріння».

УДК 622.24(075.8)

© О.В. Омельчук 2017

© Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, 2017

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
Розділ 1. Завдання. Основні поняття про буріння свердловин на воду.....	5
Розділ 2. Вибір типу і марки експлуатаційного водопідйомного обладнання (водоприймача).....	7
Розділ 3. Конструкція свердловини.....	10
Розділ 4. Вибір способу буріння і бурової установки.....	13
Розділ 5. Цементування свердловини і його розрахунок.....	15
Розділ 6. Тимчасове експлуатаційне обладнання (ерліфт).....	19
Розділ 7. Водоприймальна частина свердловини. Вибір фільтра.....	21
Розділ 8. Гідрогеологічні та геофізичні спостереження в свердловині.....	24
Розділ 9. Організація бурових робіт і розрахунок часу на буріння.....	29
Список рекомендованої літератури.....	29

ВСТУП

Основною метою курсової роботи є набуття навичок для складання проекту з буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини на воду. Ряд технологічних операцій, що застосовуються при бурінні водозабірних свердловин є найбільш універсальними і дають можливість отримати необхідні практичні знання для подальшого використання у пошуково-розвідувальних роботах, а також в нафто-газової геології.

Навчальним планом передбачено проведення лекційних (28 год.), практичних робіт (14 год.), семестрових консультацій (3 год.), а також самостійна робота студентів (45 год.). На лекційних заняттях розглядається теоретичний матеріал, який стосується способів буріння, використання бурових робіт на різних стадіях геологорозвідувального процесу, спуско-підйомних операцій, кріплення, промивання свердловин та ін.

Вихідними матеріалами для виконання курсової роботи, є відповідні навчальні посібники, інструкції, довідники, ЗУКНи, користуючись якими студенти отримують навички самостійного рішення конкретних задач з техніки і технології буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, в якому для написання курсової роботи присутні всі необхідні дані для рішення задач з буріння конкретної свердловини, призначеної для видобутку води. Зміст курсової роботи включає наступні розділи.

Розділ 1. Завдання. Основні поняття про буріння свердловин на воду.

Визначаються типи свердловин на воду: пошуково-картувальні, розвідувальні, розвідувально-експлуатаційні, експлуатаційні, дренажні, спостережні. Способи буріння свердловин на воду: обертальний з прямим промиванням, обертальний з продувкою повітрям, обертальний із зворотнім промиванням, ударно-канатний. Переваги і недоліки різних способів буріння. Параметри свердловини, її глибина, діаметр стовбура (початковий, проміжний, кінцевий). Свердловини, які розкривають шари, що вміщують підземні води, мають багато переваг перед іншими водозабірними спорудами, і в зв'язку з цим, буріння їх носить масовий характер. Нижче приводиться приклад завдання на курсову роботу.

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу з буріння розвідувально-експлуатаційної
свердловини на воду

1. Геологічний розріз:

№ шару	Назва гірських порід	Потужність			Характеристика порід
		від	до	всього	
1	Суглинок щільний	0	15	15	
2	Пісок тонкозернистий	15	25	10	
3	Алеврит	25	32	7	
4	Мергель щільний	32	51	19	
5	Крейда пісча, світло-сіра	51	60	9	
6	Пісок середньозернистий, сірий	60	72	12	
7	Глина пластична	72	134	62	
8	Пісок крупнозернистий	134	155	21	водоносні
9	Глина щільна	155	165	10	

2. Глибина свердловини	-	165 м
3. Статичний (п'єзометричний) рівень	-	20 м
4. Динамічний рівень	-	визначити
5. Проектний дебіт свердловини-		80 м ³ /год
6. Питомий дебіт свердловини	-	1,0 $\frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}}$ м

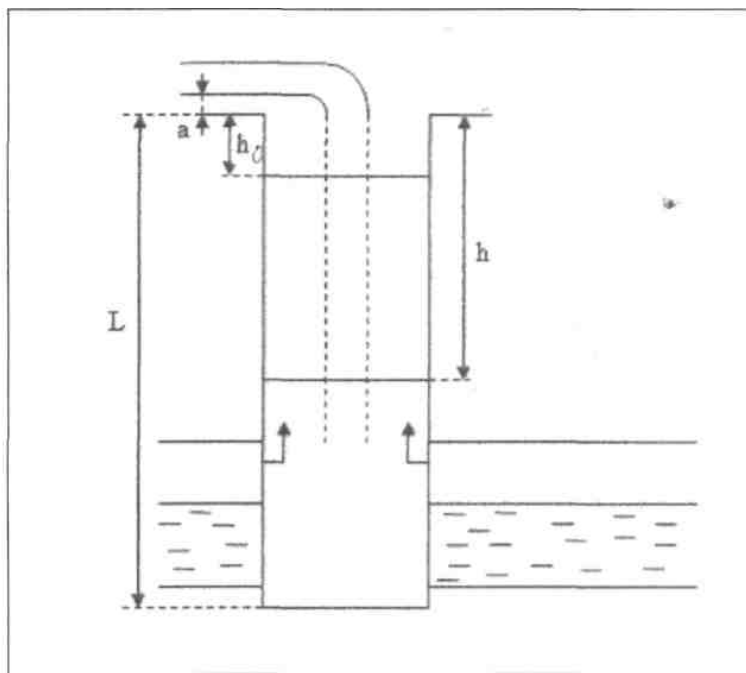
Розвідувально-експлуатаційною називається свердловина, конструкція якої, включаючи водоприймальну частину, розрахована на обладнання водоприймачем проектного дебіту. При позитивних результатах опробування цю свердловину передають в постійну експлуатацію. Розвідувально-експлуатаційна свердловина - це одиночна свердловина на воду, яку бурять без попередньої розвідки точки закладення. В конструкцію майже кожної свердловини приходиться вносити зміни в процесі опробування і обладнання.

Розділ 2. Вибір типу і марки експлуатаційного водопідйомного обладнання (водоприймача).

Вибір водопідйомного обладнання проводиться у відповідності з проектним дебітом свердловини, глибиною водоносного горизонту, статичного і динамічного рівнів води у свердловині. Глибину динамічного рівня необхідно визначити, користуючись залежністю:

$$h = h_0 + Q/Q_n + a,$$

де: h - динамічний рівень води, (м); h_0 - статичний (п'єзометричний) рівень води, (м); Q - проектний дебіт свердловини, (м³/ год); Q_n - питомий дебіт свердловини, (м³/ год / м); a - перевищення рівня виливу над земною поверхнею (м).



h_0 – статичний (п'єзометричний);

L_c – глибина свердловини;

h – динамічний рівень;

Q – проектний дебіт свердловини;

$Q_{\text{пит}}$ – кількість води з 1 м;

a – рівень впливу води над забоем свердловини

За принципом роботи насоси

поділяються на:

- Динамічні
- Лопатеві
- Насоси тертя
- Насоси інерційного типу
- Об'ємні

За призначенням:

- Водопровідні
- Вугільні
- Ґрунтові
- Землесоси
- Шламіві
- Піскові
- Суспензійні
- Нафтові

Частіш за все, для експлуатаційної відкачки води зі свердловини використовуються занурені насоси. Вони працюють тільки з чистою водою.

Види занурених насосів:

- Відцентровий насос

Призначений для роботи в свердловинах з мінімальним діаметром 80-160 мм. Відцентрові занурені насоси дозволяють перекачувати чисту воду без твердих і довговолокнистих включень.

- Шнековий насос

Призначений для роботи в свердловинах з мінімальним діаметром 80-140 мм. Один з найбільш поширених видів насосів, призначений для перекачування рідин, що містять домішки не більше 50 г / м³.

- Вихровий насос

Занурений насос вихрового типу з одним або двома робочими колесами для свердловин діаметром від 76 мм дає високий напор при невеликій потужності. Вихрові заглибні насоси дозволяють перекачувати тільки чисту воду без твердих або довговолокнистих включень.

Призначення свердловинних насосів:

Електронасос відцентровий вертикальний ЕЦВ призначений для підйому питної води з артезіанських свердловин загальної мінералізації (сухий залишок) не більше 1500 мг/л, з водневим показником (рН) 6,5-9,5 температурою 25° С і з масовою часткою твердих механічних домішок не більше 0,01%; вмістом хлоридів не більше 350 мг/л, сульфатів не більше 500 мг/л, сірководню не більше 1,5 мг/л.

Свердловинні відцентрові електронасоси ЕЦВ являють собою агрегат, що складається з відцентрового багатоступінчастого насоса і зануреного електродвигуна з жорстким з'єднанням його валів муфтою. Ротор насоса і ротор електродвигуна обертаються в гумовозалізних підшипниках. Підшипники насоса змащуються відкачуваною водою. Свердловинні насоси ЕЦВ ніколи не повинні працювати "всуху" - навіть короткочасне включення насоса в роботу без води призводить до пошкодження підшипників та обмотки

двигуна. У днищі електродвигуна розташований заглушковий підшипник, що приймає на себе осьове навантаження. На вході в насосну частину встановлена захисна сітка - фільтр, що оберігає насос від попадання великих механічних частинок.

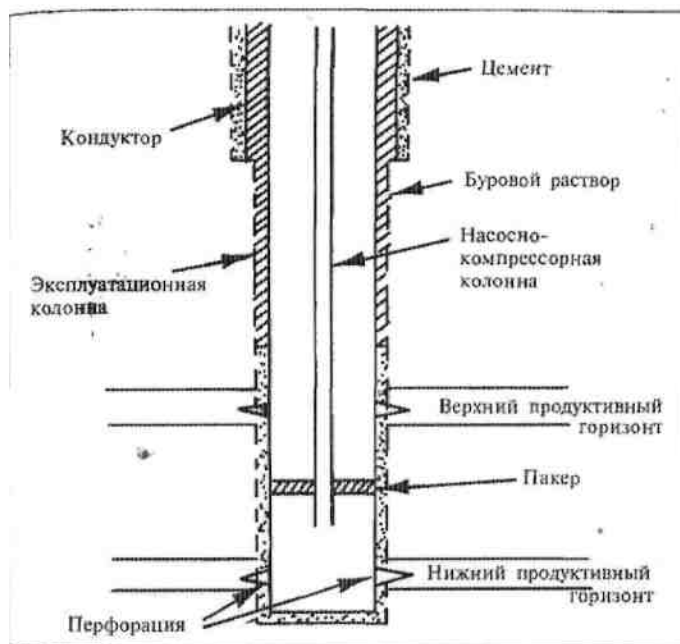
Насос для свердловин ЕЦВ обладнаний зворотним клапаном тарілчастого або кулькового типу, який, утримуючи стовп води в трубопроводі при зупинках насоса, полегшує повторний запуск насосного агрегату і оберігає від зворотного обертання коліс насоса і двигуна при раптовому відключенні останнього. Найчастіше застосовується в побутових умовах для підйому води зі свердловин.

Перед зануренням насоса в свердловину, він повинен бути заповнений чистою профільтрованою водою.

Наявність у воді, що відкачується навіть незначної кількості піску неприпустима. Тому, перед обладнанням заглибного насоса повинна бути проведена відкачка з свердловини ерліфтом до повного освітлення води. Насоси працюють тільки повністю заглиблені у воду. Вони розраховані на відкачку неагресивної води з температурою до 25°C і вмістом механічних домішок до 0,01% по вазі. Для заглибних насосів цього типу прийнято індексацію, наприклад ЕЦВ 4–2–25, що означає: 4 - діаметр свердловини в дюймах, 2-дебіт в м³/год, 25 - динамічний рівень в м. Відповідно, вибір марки насоса залежить від динамічного рівня та проектного дебіту свердловини.

Розділ 3. Конструкція свердловини.

Конструкцією свердловини називається її технічний розріз, у якому вказано діаметри буріння за інтервалами глибин, діаметри та глибини опускання колон обсадних труб, а також місця та способи тампонування. Проектна конструкція свердловини складається на основі геологічного розрізу з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, що проходяться: стійкість порід у стінках свердловини, водозбагаченість та можливе поглинання промивальної рідини (за наявності відкритих тріщин, карстових проявів і необхідності перекриття окремих горизонтів обсадними трубами), а також глибини свердловини, необхідного кінцевого діаметра свердловини, мети проходки свердловини та способів її буріння.



Вимоги до конструкції свердловин:

- 1) Конструкція повинна бути якомога простішою, тобто мати найменшу кількість обсадних колон різного діаметру.
- 2) Конструкція свердловини повинна мати якнайменші діаметри буріння і обсадних колон.

За проектним геологічним розрізом складання конструкції свердловини ведеться знизу вгору, починаючи з обґрунтування кінцевого діаметра свердловини.

Кінцевий діаметр вибирається залежно від мети проходки свердловини, від діаметра фільтру та габаритів водопідйомника, які в свою чергу залежать від експлуатаційної продуктивності свердловини.

Після визначення кінцевого діаметра свердловини потрібно намітити ділянки, які потребують закріплення стінок свердловини обсадними трубами, вибрати розміри обсадних труб і намітити глибини їх опускання. Обсадна колона, що опускається до водоносного горизонту називається основною колоною

У свердловину можуть спускати кілька обсадних колон, що розрізняються за призначенням і глибиною спуску.

Обсадні колони призначені для кріплення стінок стовбура свердловини та ізоляції зон різних ускладнень. Як правило, вони згвинчуються (зварюються) із сталевих труб, у невеликих за глибиною свердловинах застосовують обсадні труби з пластмаси і асбоцементу.

Види обсадних колон:

- **кондуктор** – перша обсадна колона, яка опускається у стовбур свердловини до першого від поверхні досить щільного шару порід, призначена для перекриття верхніх нестійких відкладів, водоносних і поглинальних пластів, зон вічномерзлих порід тощо. Кільцевий простір за колоною зазвичай цементують по всій довжині.

- **проміжна** (технічна) – опускається у разі необхідності після кондукторної для кріплення нестійких порід, роз'єднання зон ускладнень і водоносних горизонтів. Глибину опускання проміжних і кондукторних колон розраховують із врахуванням стійкості стінок стовбура свердловини, розділення зон застосування різних бурових агентів. Кількість проміжних колон залежить від глибини свердловини і складності геологічного розрізу.

- **основна** – опускається до водоносного горизонту і обов'язково цементується.

В залежності від умов конкретного завдання, треба визначити діаметри:

D -1 - внутрішній діаметр основної обсадної колони;

D -2 - зовнішній діаметр основної обсадної колони;

D -3 - діаметр долота для буріння під основну колону;

D -4 - внутрішній діаметр кондуктора;

D -5 - зовнішній діаметр кондуктора;

D -6 - початковий діаметр свердловини;

D -7 - кінцевий діаметр свердловини.

Також необхідно визначити глибину буріння під кондуктор, основну колону і водоприймальну частину.

Розділ 4. Вибір способу буріння і бурової установки.

В наш час при бурінні свердловин на воду найчастіше застосовуються роторний (якщо обертання передається колоні бурильних труб від двигуна через ротор, який розташований над устям свердловини), і ударно-канатний (коли руйнування породи здійснюється завдяки ударам долота по забою) способи буріння. Роторний спосіб має перевагу перед ударно-канатним у відношенні швидкості буріння, але в нього є також і недоліки, які не дозволяють рекомендувати його без обмежень в будь-яких умовах. До основних недоліків роторного буріння відносяться глинизація водоносного горизонту, яка утворюється при використанні в процесі буріння глинистого розчину, а також неможливість супутнього опробування води в свердловині.

Основні переваги ударно-канатного способу буріння перед роторним полягають в тому, що свердловина і пройдені водоносні горизонти залишаються чистими від сторонніх домішок, немає необхідності доставки на свердловину глини і води, завжди є можливість опробування попутно зустрінутих нерозвіданих водоносних горизонтів.

Істотні недоліки ударно-канатного буріння – порівняно невелика механічна швидкість в легко прохідних пухких породах, відносно велика витрата обсадних труб і обмеження глибини. Ударно-канатний спосіб буріння рекомендується при:

- спорудженні свердловин в районах з недостатньо вивченими геологічною будовою та гідрогеологічними умовами;
- необхідності попереднього і роздільного опробування водоносних горизонтів в процесі буріння;
- роботі в районах, де неможливо, або важко організувати доставку кондиційної глини і води для промивання свердловини;
- спорудженні свердловин з великим (500 мм і більше) початковим діаметром.

При роторному бурінні використовуються установки типа УРБ-2А, УРБ-ЗАМ, БА-15В, БА-15Н, ПБУ-2 та ін. Ударно-канатне буріння здійснюється

установками УКС-22М2, УКС-30М2. Вибір бурової установки здійснюється в залежності від прийнятої конструкції свердловини. Установка повинна забезпечити буріння на задану глибину та із заданими початковим і кінцевим діаметрами. Також враховується вантажопідйомність лебідки бурової установки, для чого необхідно визначити масу основної обсадної колони.

Розділ 5. Цементування свердловини і його розрахунок.

При бурінні свердловин на воду після спуску обсадних колон, в залежності від гідрогеологічних умов, цементують затрубний простір на всю глибину свердловини, або в визначеному інтервалі. Мета цементування свердловини:

- а) ізолювання експлуатаційного горизонту від водоносних горизонтів, що не використовуються;
- б) запобігання затрубного простору від можливих обвалів пухких порід (пісків, глин, супісків, суглинків та ін.) і проникнення їх у водоприйомну частину свердловини;
- в) розділення водоносних горизонтів;
- г) ізолювання прошарків, що поглинають промивальну рідину при бурінні;
- д) ізолювання обсадних труб від кородуючого впливу мінералізованих вод.

Процес цементування свердловин складається з п'яти основних видів робіт:

- підготовка тампонажного розчину;
- закачування підготовленого розчину в свердловину;
- подача цементного розчину обраним способом в позатрубний простір;
- період затвердіння закачаного тампонажного розчину;
- перевірка якості проведення цементувальних робіт

Перед початком робіт складається програма їх проведення, яка опирається на технічний розрахунок цементування свердловини. При цьому враховуються гірничо-геологічні умови, величина протяжності інтервалу, що потребує цементування, особливості конструкції стовбура свердловини і його стану. При розрахунку звертають увагу на досвід проведення подібних робіт у даному районі, якщо такий є.

Існуючі способи цементування свердловин відрізняються один від одного шляхом подачі цементного (тампонажного) розчину в позатрубний

простір, а також особливостями використовуваних для цього пристосувань. Існує два варіанти організації подачі підготовленого розчину:

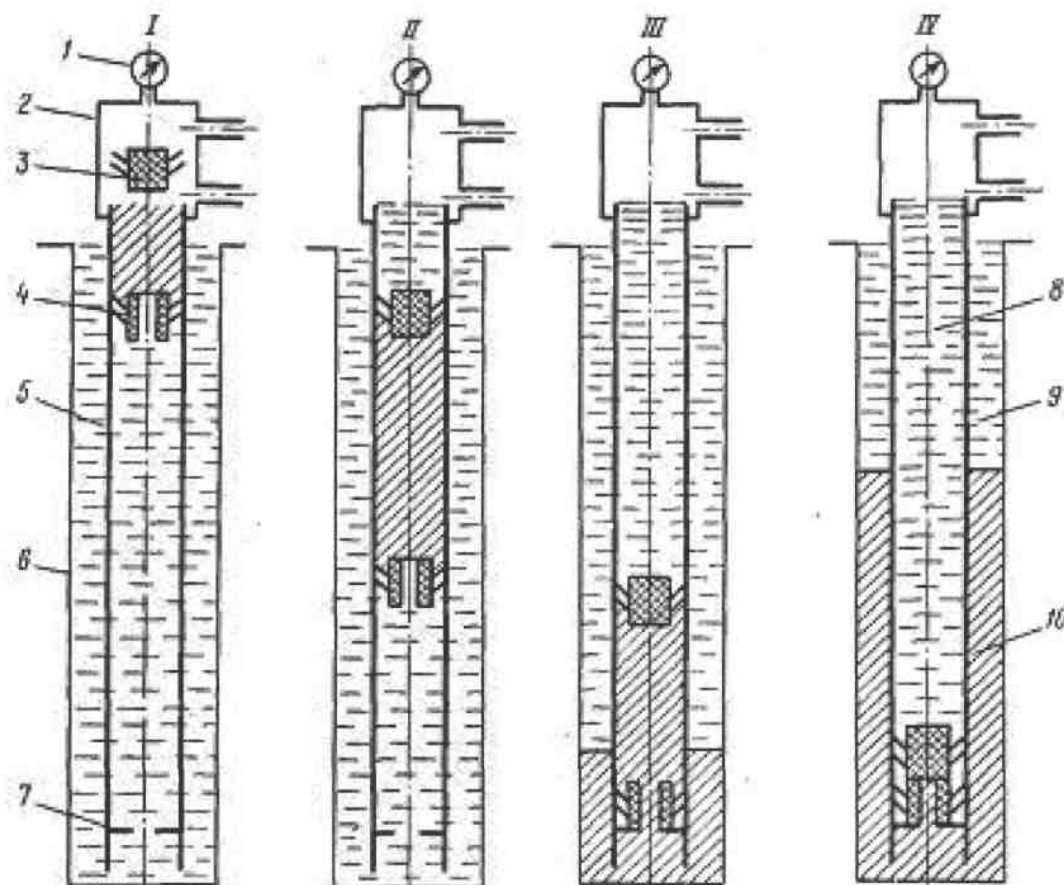
– *пряма схема*, яка передбачає закачування розчину всередину обсадної колони з подальшим його проходженням до башмака і подальшим надходженням в позатрубний простір через нижню пробку знизу вгору;

– *зворотня схема* характеризується подачею цементного розчину з поверхні в позатрубний простір, при цьому закачується суміш переміщається згори до низу. При бурінні свердловин в промислових масштабах найчастіше застосовується спосіб цементування за прямою схемою. При цьому процес цементування може проводитися в один цикл, під час якого весь обсяг необхідного для тампонування розчину продавлюється відразу.

У дуже глибоких свердловинах вдаються до двоступінчастого цементування. Весь фронт робіт поділяється на інтервали, які заповнюються за допомогою спеціального обладнання по черзі. Поряд з перерахованими варіантами цементування обсадних колон існує також манжетний спосіб, при використанні якого частина стовбура захищається від проникнення тампонажного розчину. За допомогою манжети відбувається ізоляція ділянки, розташованої в інтервалі продуктивного пласта.

Схематичне зображення процесу одноступінчастого цементування свердловини:

- I. Початок процесу подачі цементного розчину в стовбур свердловини.
- II. Подача порції розчину, що закачується в свердловину, вниз по обсадної колоні.
- III. Початок процесу продавлювання тампонажного матеріалу в позатрубний простір.
- IV. Завершення процесу продавлювання тампонажного матеріалу.



Обрана технологія цементування повинна забезпечити:

- заповнення тампонажним розчином всього інтервалу стовбура по всій довжині його протяжності;
- повне витіснення промивної рідини цементним розчином в рамках цементованого інтервалу;
- захист тампонажного розчину від попадання промивної рідини;
- отримання міцного цементного каменю високої стійкості до механічних і хімічних впливів, здатного до витримування високих навантажень, які відчувають стінки свердловини на глибині;
- добре зчеплення затверділого цементного каменю зі стінками свердловини і з поверхнею обсадної колони.

Забезпечення якісного проведення процесу цементування обсадних колон дозволяє помітно збільшити термін експлуатації свердловин.

Перелік технічного забезпечення проведення робіт для цементування свердловин включає наступне обладнання:

–цементувальні агрегати, необхідні для замішування цементу і його продавлювання в свердловину під тиском;

– цементно-змішувальні машини використовують в тих же цілях, що і цементувальні агрегати;

– цементувальна головка необхідна для проведення промивки свердловинного стовбура і подальшого цементування його стінок;

– заливальні пробки застосовуються в тому випадку, якщо вибирається двоступеневе цементування свердловин;

Цементування проводиться найчастіше за допомогою двох пробок. Цементний розчин закачується в колону обсадних труб, а потім видавлюється через нижню частину колони в позатрубний простір.

Кількість цементного розчину повинна бути чітко розрахована. Для цього за відповідними формулами визначаються такі параметри як об'єм цементного розчину, його густина, кількість сухого цементу, кількість води, що необхідна для приготування цементного розчину, тиск на головці колони в момент сходження пробок. За останнім параметром здійснюється вибір цементувального агрегату (або насоса). Його слід підбирати таким чином, щоб максимальний тиск агрегату відповідав, або перевищував тиск на головці колони в момент сходження пробок.

Розділ 6. Тимчасове експлуатаційне обладнання (ерліфт).

Ерліфти - повітряні підйомники - використовуються для опробування очищення свердловин. Це пристрій для підйому води з використанням енергії стиснутого повітря. Ерліфт складається з водопідйомних і повітропровідних труб, змішувача і компресора. Компресор призначений для подачі стиснутого повітря в свердловину до змішувача, який знаходиться в нижній частині колон повітропровідних труб.

Повітря, потрапляючи в змішувач, утворює повітряно-водяну суміш (емульсію), питома вага якої залежить від кількості повітря, яке поступило. Чим більше висота підйому, тим менше повинна бути питома вага суміші, тобто із збільшенням висоти підйому збільшується витрата повітря.

Отримана повітряна емульсія піднімається вгору відповідно до фізичного закону про різниці питомих мас (в даному випадку вода в свердловині і емульсія в трубі). Так як повітряна емульсія на порядок легше води природної густини, вона піднімається вгору.

Швидкість подачі води на поверхню залежить від тиску, під яким в трубу подається повітря.

Але є важливий момент, який слід врахувати при проектуванні ерліфту: надмірний тиск повітря може обернутися низкою небажаних наслідків.

По-перше, високий тиск в процесі експлуатації пристрою, потенційно небезпечний як для свердловинного фільтра, так і для стінок свердловини.

По-друге, в процесі експлуатації ерліфта з дна свердловини під високим тиском буде підніматися не тільки вода, але і пухки породи водоносного горизонту. В результаті, ерліфт не буде здатний забезпечити подачу чистої води.

По-третє, закачування повітря під великим тиском обертається істотними енерговитратами, що робить експлуатацію пристрою в постійному режимі малорентабельним.

Ерліфти за принципом дії бувають двох типів, а саме нагнітальні (їх найбільше) і всмоктувальні.

Якщо застосовується установка нагнітального типу, то труба опускається в свердловину нижче рівня води. На поверхні труба підключається до компресора, який виробляє стиснене повітря. Для нормальної роботи установки тиск не повинен перевищувати 15 атмосфер.

Емульсія, отримана в результаті змішування води і повітря, буде підніматися в накопичувальну ємність. Після деякого часу, повітря з розчину буде виходити і залишиться вода.

При експлуатації всмоктуючого ерліфта, труба опускається трохи нижче динамічного рівня в свердловині. У ході роботи компресора, в нижній частині труби повітря змішується з певним обсягом води. У підсумку, отримана емульсія через різницю у вазі зі звичайною водою, піднімається на поверхню.

Незалежно від типу ерліфту, для повноцінної експлуатації необхідно використовувати нержавіючу безшовну напірну трубу. Застосування пластикових труб або шлангів недоцільно через високу імовірність розриву.

Розрахунок ерліфту проводиться за формулами, які визначають такі параметри дії пристрою, як глибина занурення змішувача від рівня виливу; питома вага повітря, що всмоктується компресором; повна витрата повітря; тиск повітря; швидкість руху емульсії; діаметри водопідйомної і повітропровідної труб; продуктивність компресора; потужність на валу компресора; коефіцієнт корисної дії установки.

Компресор вибирається в залежності від величини його продуктивності і фактичної потужності на його валу.

Розділ 7. Водоприймальна частина свердловини. Вибір фільтра.

Водоприймальна частина - найбільш важливий елемент свердловини. В залежності від порід, якими складено водоносний горизонт, а також від властивостей водотривких порід покрівлі і підшви водоносного горизонту, -водоприймальна частина свердловини може бути безфільтровою, або обладнана фільтром. Частіш за все, геологічні та гідрогеологічні умови залягання водоносного горизонту визначають необхідність обладнання свердловини фільтром.

Фільтрова колона складається з робочої частини, що розташовується безпосередньо в водоносному горизонті, надфільтрової, яка заходить в нижню частину основної обсадної колони та відстійника, що продовжує робочу колону до проектної глибини.

Робоча частина фільтра призначається для пропускання чистої води з водоносного горизонту. У *відстійнику* (глуха труба) осаджуються залишені у фільтрі частинки породи. Якщо у підшві водоносного пласта є міцна порода, то відстійником може бути частина свердловини, пройдена у цьому водотривкому горизонті. Довжина відстійника зазвичай вибирається залежно від глибини свердловини (від 1,5 до 8 м і більше).

Надфільтрова труба - патрубок із сальником (гумовим, свинцевим, прядильним тощо), що забезпечує герметичне перекриття кільцевого зазору між фільтром і колоною обсадних труб. У верхній частині патрубку розміщено замок, що використовується для спускання в свердловину фільтра за допомогою бурільних труб (виріз, муфта тощо).

Існує декілька конструкцій фільтрів водозабірних свердловин:

- сітчасті, з дротяною обмоткою,
- каркасно-стрижневі,
- гравійно-кожухові з обсіпкою гравієм,
- блочні з пористим заповнювачем,
- просочені бітумом, цементом, рідким склом.

Робоча частина фільтра складається з каркаса та фільтрувального покриття. Каркаси фільтрів поділяються на сталеві, пластмасові, азбесто-цементні, керамічні

тощо. За наявності агресивних вод зазвичай застосовують каркаси з нержавіючої сталі, пластмаси та кераміки.

За конструкцією розрізняють каркаси - трубні, вальцові з металевих листів, збірні (кільцеві, стрижневі тощо). У каркасах прорізають круглі або щільові отвори, розташовані у шаховому порядку. Діаметр округлих отворів - 8-10 мм, розміри щільових: довжина 30-100 мм, ширина 3-5 мм. Діаметр отвору або ширина щілини повинні бути менші за товщину гальки, гравію тощо.

Фільтр характеризується коефіцієнтом шпаруватості, тобто відношенням загальної площі отворів у каркасі фільтра до поверхні його робочої (фільтруючої) частини.

Сітчасті фільтри. Робоча частина фільтра складається з каркасу, дротяної обмотки (спіральної чи ребристої) та сітки (латунної, з нержавіючої сталі, пластмасової, скловолоконої).

Дротяна обмотка збільшує шпаруватість фільтра, в основному її виготовляють з нержавіючого дроту діаметром 2-3 мм. Найчастіше застосовується сітка галунного плетіння, яка має велику міцність та менш схильна до закупорювання.

Фільтри з дротяною обмоткою складаються із сталевого перфорованого каркаса, на якій по спіралі навивається дріт із нержавіючої сталі діаметром 2-3 мм. Діаметр опірних (підкладних) стрижнів 3-6 мм. Опірні стрижні приварюються до каркаса, а спіральний дріт – до опірних стрижнів.

Каркасно-стрижневі фільтри. Секція циліндричного каркасу фільтра складається з дротяних стрижнів, що приварені до кілець-насадок. В середину каркасу вставляють опірні кільця-фланці для надання йому міцності. Для з'єднання секцій каркаса між собою з одного боку використовують з'єднувальний патрубок із різьбою, а з протилежного - патрубок із муфтою. Фільтри такої конструкції застосовуються для крупнозернистих пісків.

Гравійно-кожухові фільтри. Складається з перфорованого каркасу, який обмотується спіраллю з нержавіючого дроту. Кожух-чохол виготовляється з листового заліза з дрібними отворами або з дротяної сітки з крупними комірками. В кожух насипається дрібний гравій або крупнозернистий пісок з таким розрахунком, щоб товщина шару була не менше ніж 25-30 мм. Такі фільтри застосовують за наявності дрібних і тонкозернистих пісків.

Фільтри з обсипкою гравієм у свердловині. За результатами багаторічного досвіду є найкращими. Встановлюються за певною схемою:

- водоносний горизонт перекривають колоною обсадних труб;
- у свердловину спускають фільтрову колону з сітчастим або іншим фільтром діаметром принаймні до 50 мм меншим за кінцевий діаметр свердловини. У кільцевий зазор порціями засипають відсортований гравій і одночасно підіймають колону обсадних труб.

Фільтр має бути оголеним на повну висоту. Враховуючи неминучу осадку гравію, його засипають на таку висоту, щоб вона була більшою, ніж довжина робочої частини фільтра.

При встановленні фільтра в свердловині, його опускають на бурильних трубах за допомогою бурового ключа, який входить у Т-подібний виріз муфти надфільтрової частини. Для ізоляції кільцевого простору між обсадною колоною і фільтром, надфільтрова частина обладнується пінковим чи гумовим сальником. Розпір сальника відбувається обертанням бурової колони з буровим ключем. Таким чином, фільтр залишається для роботи в свердловині.

Конструкція і розміри фільтра приймаються в залежності від гідрогеологічних умов, дебіту і режиму експлуатації свердловини з урахуванням наступних вимог:

1. Фільтр повинен мати стійкість проти хімічної корозії і ерозійного впливу води; в умовах агресивних вод повинні застосовуватися стійки проти корозії матеріали або антикорозійні покриття.

2. Фільтр повинен мати достатню механічну міцність, найбільшу шаруватість і гранично допустимі розміри прохідних отворів. Збільшення шаруватості і розміру прохідних отворів фільтра знижує інтенсивність заростання фільтрів та подовжує термін їх експлуатації.

Використовуючи всі відомі дані проектної свердловини, кінцевий діаметр буріння та наявні у виробництві типи та марки фільтрів, необхідно вибрати зовнішній діаметр фільтра, визначити його водопропускну здатність, довжину робочої і надфільтрової частини, а також довжину відстійника, конструкцію і марку фільтра.

Розділ 8. Гідрогеологічні та геофізичні спостереження в свердловині.

При бурінні свердловини на воду проводяться різноманітні спостереження і дослідження, метою яких є оцінка параметрів водоносних пластів, уточнення положення пластів у просторі. При бурінні і відкачках в свердловинах відбирають проби води, вимірюють рівень, температуру і дебіт води. Пробу води відбирають пробовідбірниками, використання яких дає можливість встановити хімічний і газовий склад води в будь-якій точці свердловини. Рівень води вимірюється світловими датчиками, електрорівнеметрами.

Для визначення водовіддачі водоносного горизонту, встановлення хімічного та бактеріологічного складу води, її температури проводять комплекс гідрогеологічних досліджень шляхом відкачок і відбору проб води з бурових свердловин з одночасним вимірюванням статичного та динамічного рівня. Залежно від призначення, відкачки називаються: попередня, пробна та дослідна,

Попередню відкачку проводять перед здачею свердловин в експлуатацію для очистки прилеглої до фільтру водоносної породи від дрібних частинок, а також для утворення з неї природного фільтра. Зазвичай попередню відкачку проводять ерліфтом або шляхом вичерпування води зі свердловини желонкою. Ведуть відкачку до повного освітлення води при встановленому режимі притоку тобто до отримання стійкого динамічного рівня води при постійній продуктивності.

З експлуатаційної свердловини, так як водоносний горизонт представлено пісками, відкачку необхідно починати з невеликою витратою води, постійно підвищуючи її до кінця відкачки. Таким шляхом досягається найкраще формування з зерен піску природного фільтра. Максимальну продуктивність при попередній відкачці варто доводити до величини, яка в півтора рази перевищує експлуатаційну продуктивність.

Пробну відкачку проводять по закінченні попередньої з метою встановлення фактичної продуктивності свердловини, хіміко-бактеріологічного складу та температури води. Продуктивність при пробній відкачці має бути не менше половини запроектовано для експлуатації. Якщо витрата води, що відкачується, дорівнює розрахунковому і перевищує його, пробну відкачку ведуть на одне

пониження до отримання стабільного динамічного рівня при даній витраті й продовжують протягом 3-6 ст/змін. Якщо через відсутність насосного обладнання розрахованої продуктивності досягнути неможливо, відкачку ведуть з двома пониженнями. Тривалість відкачки на кожному пониженні триває не менше однієї зміни. Маючи дані двох понижень розраховують продуктивність свердловини при заданому динамічному рівні. Пробна відкачка має вестися без перерв. Перерви у відкачці допускаються лише при переході з одного ступеню на іншій і не мають перевищувати одну годину.

Дослідні відкачки проводять для встановлення залежності дебіту від пониження динамічного рівня в свердловині, для визначення коефіцієнту фільтрації порід при вивченні складу пластових вод і визначення взаємодії свердловин, пробурених на один водоносний горизонт.

Відкачки ведуть з двома чи трьома пониженнями. Тривалість відкачки на кожному пониженні залежить від характеру водоносного горизонту і визначається часом, що необхідний для досягнення сталого динамічного рівня при постійному дебіті.

В процесі проведення відкачок проводяться спостереження за рівнем води в свердловині, за дебітом та температурою води, що відкачується. Для виміру рівня води в свердловинах використовуються різноманітні хлопавки, електрорівнеміри, пневматичні вказівники, телерівнеміри, дистанційні п'езометри. Витрати відкачуваної зі свердловини води визначаються за допомогою мірних посудин, водомірів та водозливів.

Використовується при бурінні свердловин на воду також комплекс геофізичних досліджень для рішення геолого-гідрогеологічних, інженерно-геологічних і технічних задач: визначення літологічного складу порід, потужності, глибини залягання, повноводності, загальної тріщинуватості і пустотності порід, діаметра і кривизни свердловини, якості позатрубного цементування тощо.

Геофізичні методи дослідження свердловин умовно розділені на дві основні групи: методи каротажу і методи свердловинної геофізики. Методи свердловинної геофізики призначені для вивчення міжсвердловинного простору. З їх допомогою

вивчається порода, яка не перебуває у безпосередній близькості до свердловин, але може впливати на їх роботу. Каротажні методи дослідження глибинних свердловин необхідні для визначення параметрів породи, що знаходиться в безпосередній близькості до свердловини, і фізичного стану самої свердловини. Ці методи використовуються значно частіше, тому поняття «каротаж» практично замінює собою широкі поняття «геофізичні методи дослідження».

До основних видів каротажу відносяться:

- стандартний електричний каротаж;
- бічне каротажне зондування свердловин;
- бічний каротаж;
- метод потенціалів самочинної індукції;
- індукційний каротаж свердловин; гамма-каротаж;
- акустичний каротаж;
- термометричний каротаж;
- комп'ютерні технології дослідження і інші методи.

Стандартний електричний каротаж є основним методом дослідження свердловин. При цьому методі використовуються спеціальні зонди. Спочатку зонд опускається в свердловину. Один електрод заземлений в усті свердловини, а другий рухається безпосередньо в її ствбурі. Апаратура фіксує опір залежно від глибини занурення зонда. За графіком проводиться аналіз результатів, для уточнення яких може використовуватися зонд дещо інших розмірів та іншої конструкції. Таким чином, проводиться замір опору.

Так як всі хімічні елементи відрізняються питомим опором, то за допомогою таблиць визначається склад порід поблизу свердловини.

Разом із зазначеним видом каротажу проводиться ряд додаткових досліджень, що дозволяє з досить високим ступенем імовірності визначати поклади певних гірських порід, потужність шарів і процентний вміст певних домішок.

Бічне каротажне зондування свердловин нагадує описаний вище метод дослідження з тією різницею, що обидва електроди рухаються разом із зондом вздовж усього стовбура. Проводяться заміри так званого уявного опору. Причому,

якщо малий зонд показує опір малого радіусу дії (опір самих свердловин), то великі зонди здатні показати опір з урахуванням показань малого зонда. Бічне каротажне зондування свердловин супроводжується рядом додаткових досліджень, оскільки точність показань не може перевищувати певний відсоток.

Метод потенціалів самочинної індукції заснований на реєстрації потенціалів, що виникають між пластами порід і в пункті переходу «свердловина-порода». Зонд для дослідження має два електроди, один з яких фіксується на поверхні в безпосередній близькості від устя свердловини. Другий електрод опускається в свердловину, і апаратура фіксує відхилення в різниці потенціалів. Якщо порода однорідна, тоді показання приладів показують різницю потенціалів згідно глибині занурення зонда (немає різких відхилень). При наявності різних порід прилад фіксує аномалії (різкі відхилення в одну або іншу сторону). Глибина залягання іншої породи визначається з достатньою достовірністю. Іноді вдається навіть за результатами аномального відхилення визначити породу.

Індукційний каротаж свердловин полягає у використанні магнітних властивостей хімічних елементів. В свердловину опускається зонд і на шляху його проходження викликане магнітне поле впливає на породу. Якщо свердловина однорідна по всій своїй довжині, то індукційний струм на буде постійним, при наявності в свердловині інших порід відбудеться або згасання індукційного струму, або його посилення. Це відхилення і буде свідчити про наявність іншого за магнітними властивостями пласта.

Гамма каротаж не потребує прямого контакту зі стінками свердловин, так як зонд реагує на гамма-випромінювання, яке присутнє практично у будь-яких хімічних елементів (природний радіаційний фон середовища). Спосіб такого каротажу відрізняється значною точністю дослідження, так як за допомогою спеціальних таблиць і результатів вимірів можна з достатньою точністю визначати хімічний склад пород, в яких пророблена свердловина. Нині гамма-каротаж є основним методом дослідження свердловин і застосовується при всіх пошукових і розвідувальних геологічних роботах, в тому числі і при бурінні свердловин на воду.

При проведенні геофізичних досліджень в свердловинах встановлюються

також побічні ознаки розкриття і проходження свердловиною водоносного горизонту, такі як типовий літологічний склад водоносних горизонтів (піски, гравій, галечник, крейда, туфи, вапняки, доломіти та ін.); чистий, обмитий водою в свердловині буровий інструмент при витягненні його на поверхню.

Розділ 9. Організація бурових робіт і розрахунок часу на буріння.

Основна задача організації бурових робіт полягає в забезпеченні виконання завдання по всім техніко-економічним показникам. Послідовність буріння свердловини здійснюється за графіком бурових робіт. Затрати часу вимірюються в станко-змінах. Вихідні дані на виконання різних видів робіт беруться із «Збірника укрупнених кошторисних норм».

Складається відповідний графік виконання всіх робіт від проектування, переїзду на точку, власне буріння, кріплення, цементування, промивання до встановлення фільтра, обладнання і здачі свердловини в експлуатацію.

Складається також геолого-технічний наряд, в якому вказуються всі основні параметри буріння, статичний та динамічний рівні, конструкція свердловини, геологічний розріз, а також додаткові відомості по конструкції та встановленню фільтра, геофізичним та гідрогеологічним дослідженням.

Список рекомендованої літератури:

1. Ларін К.Л., Виноградов Г.Ф. та ін. «Геологорозвідувальна справа». Київ: Либідь, 1996.-336 с.
2. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду. Под ред. В.В.Дубровского. М., «Недра», 1972. - 512 с.
3. Справочник по бурению скважин на воду / Под ред. Д.Н.Башкатова. М, «Недра», 1979.-560 с.
4. Справочник укрупненних сметных норм на геолого-разведочные работы. СУСН. Выпуск 5. Разведочное бурение. М., «Недра», 1984.