

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

М. М. Яковенко

Текст лекцій
з дисципліни

БУРОВА СПРАВА

(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.060101 – Будівництво
(професійне спрямування «Водопостачання та водовідведення»)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Яковенко М. М. Текст лекцій з дисципліни «Бурова справа» (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – Будівництво (професійне спрямування «Водопостачання та водовідведення») / М. М. Яковенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 127 с.

Автор: М. М. Яковенко

Рецензент: проф. С.С. Душкін

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очистки вод,
протокол № 9 від 05.11.2013 р.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
Лекція 1 Загальні відомості про гідрогеологію.....	5
Лекція 2 Бурова свердловина.....	12
Лекція 3 Фізико-механічні властивості гірських порід.....	21
Лекція 4 Ударно-канатне буріння.....	29
Лекція 5 Шнекове буріння.....	37
Лекція 6 Вібраційне буріння.....	42
Лекція 7 Колонкове буріння.....	47
Лекція 8 Гідравлічні характеристики водяних свердловин.....	60
Лекція 9 Промивання свердловин.....	70
Лекція 10. Фільтри й обладнання ними свердловин.....	82
Лекція 11 Експлуатація водяних свердловин.....	98
Лекція 12 Техніка безпеки при монтажі та обслуговуванні водяних свердловин і водопідйомників.....	121
Список літератури.....	127

Вступ

Зростання усіх галузей народного господарства, низький рівень очищення стічних вод призводять до погіршення якості поверхневих джерел, що спричиняє більш широкі розробки підземних джерел. Підземні води в більшій мірі захищені від забруднення господарсько-побутовими і промисловими стічними водами і, як правило, мають гарну якість. Завдяки захищеності від впливу зовнішніх агентів підземні води є важливим резервним джерелом водопостачання.

У лекціях розглядаються: основні дані про гідрогеологію, основні поняття про буріння свердловин (її елементи, положення в земній корі, класифікацію способів буріння). Розглянуто способи буріння і промивання свердловин, фільтри, їх розрахунки і обладнання ними свердловин.

Наведено гідрогеологічні розрахунки при проектуванні свердловин.

ЛЕКЦІЯ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГІДРОГЕОЛОГІЮ

1. Основні питання.
2. Класифікація підземних вод.
3. Гранулометричний склад ґрунтів.
4. Фільтраційні властивості порід.

1 Основні питання

Вода зустрічається у трьох сферах Землі, схема приведена на рисунку 1.1.

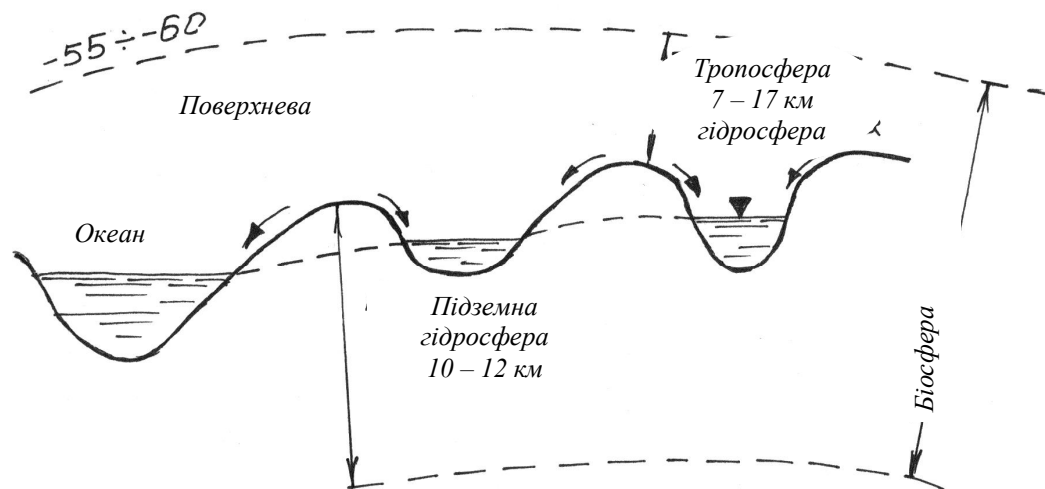


Рисунок 1.1 - Три сфери Землі

Перша сфера - газова (повітряна) оболонка Землі, поширена на 1000-2000 км від її поверхні; складається з тропо-, страто-, та іоносфери. Тропосфера частина атмосфери, нижній шар оболонки, що прилягає до земної поверхні, що характеризується спадом температури з висотою. Тропосфера на екваторі простирається на висоту до 17 км, а біля полюсів - на 7 км. Верхня границя її має температуру $-55 \div 60^\circ\text{C}$. У тропосфері вода знаходиться у вигляді:

- 1) пари (весь запас водяної пари);
- 2) краплинного стану (хмари, туман, дощ);
- 3) снігу і граду.

У цій сфері відбувається рух повітряних мас навколо землі, що визначає стан погоди на Земній кулі.

Друга сфера - поверхні землі, що за запасами і розподілом води може бути виділена в поверхневу гідросферу. У поверхневій гідросфері води можна підрозділяти:

- 1) на води поверхневих потоків - рік, струмків, тимчасово діють яри;
- 2) води океанів, морів, озер, боліт, ставків, водоймищ;
- 3) води льодовиків і вічних сніжних запасів.

Біосфера – це область розподілу життя на Земній кулі. До границь біосфери входять поверхня гідросфери, тропосфери і частина земної кори. Вода в біосфері знаходиться у двох видах:

- 1) у рослинному світі (крони дерев, коренева система);
- 2) у тваринному світі й живих організмах.

У біосфері вода знаходиться в стані постійного водообміну, тому що весь час спостерігається періодичність рослинного світу, народження і відмирання живих організмів.

Третя сфера – вода у земній корі чи підземна гідросфера. У підземній гідросфері вода знаходиться в таких видах:

- 1) пароподібному в порах ґрунту;
- 2) рідкому у вигляді ґрунтових і напірних вод;
- 3) твердому - у вигляді льоду при підмерзанні ґрунту і запасів багатовікової мерзлоти;
- 4) зв'язаному - у мінералах і породах.

Підраховано, що обмін руслових річкових вод відбувається кожні 11 діб чи 32 рази за рік. Атмосферна волога характеризується ще більшою відновлюваністю, кожної 10 доби чи 40 разів у рік.

2 Класифікація запасів підземних вод

Запаси (ресурси) підземних вод підрозділяються на природні й експлуатаційні.

Під природними запасами розуміють кількість підземних вод, що утримується у водоносних шарах у природному стані, не порушеному експлуатацією водозабірних споруд. Незважаючи на різну термінологію, вживану різними авторами, всі вони включають у природні запаси ту кількість підземних вод, що знаходиться в порах і тріщинах водоносних порід - так звані статичні й пружні запаси, і постійно поновлювана кількість підземних вод у шарі - динамічні запаси.

Експлуатаційними запасами називають запаси підземних вод, обумовлені можливостями експлуатації підземних вод водозабірними спорудами. Експлуатаційні запаси не обмежуються зазначеними статичними, упругими і динамічними запасами підземних вод експлуатованого водоносного пласта.

Загальне рівняння водного балансу водозабору можна подати у вигляді:

$$Q_e = Q_{ст} + Q_{упр} + Q_{дин} + Q_{дод} \quad (1.1)$$

де Q_e - експлуатаційні запаси (дебіт водозабору);

$Q_{ст}$ і $Q_{упр}$ - використовувані статичні й пружні запаси даного пласта;

$Q_{дин}$ - використовувані динамічні запаси (частина природної витрати, захопленого водозабором);

$Q_{дод}$ - додаткові запаси у процесі експлуатації водозабору.

За генетичною ознакою додаткові запаси підземних вод можуть бути класифіковані в такий спосіб (рис. 1.2).

Надходження води із сусідніх басейнів у результаті зсуву підземного вододілу ґрунтових вод у процесі експлуатації водозабору і збільшення в зв'язку з цим його області живлення показано на рисунку 1.2, а.

Фільтрація з поверхневих водотоків і водойм (рис.1.2,б).

Поверхневі води є основним джерелом, що забезпечує продуктивність берегових (інфільтраційних) водозаборів у долинах рік.

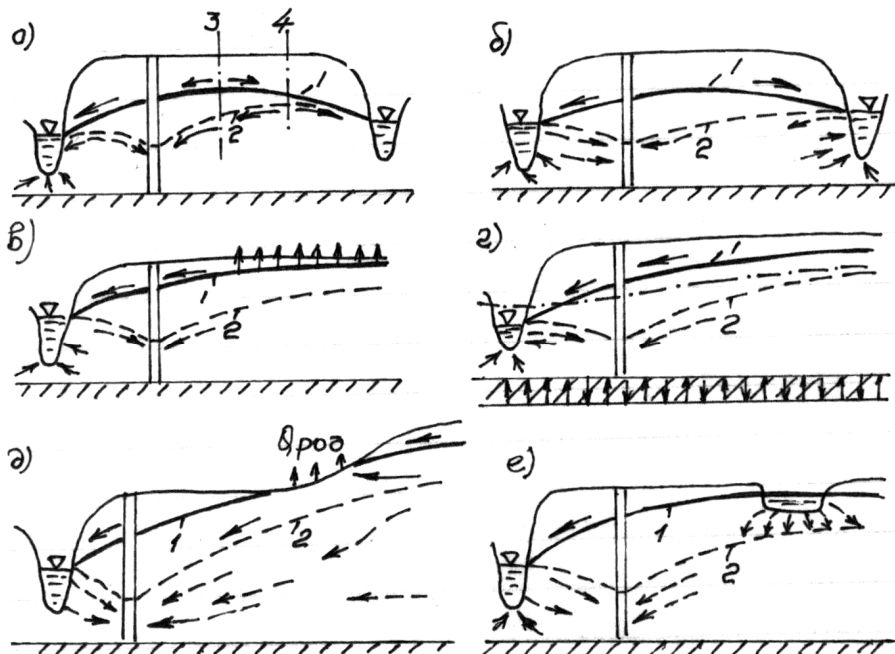


Рисунок 1.2 – Схеми живлення і відновлення запасів підземних вод при дії водозабору: 1 і 2 - горизонт підземних вод до експлуатації та у період експлуатації; 3 і 4 - вододіл до експлуатації та у період експлуатації

Істотну роль поверхневі води відіграють також при експлуатації водозаборів в артезіанських басейнах.

Інфільтрація атмосферних опадів (рис. 1.2, в).

Живлення підземних вод атмосферними опадами визначається співвідношенням між інтенсивністю інфільтрації атмосферних опадів і інтенсивністю випару. Інтенсивність випару залежить від глибини залягання рівня ґрунтових вод. Існує "критична" глибина залягання ґрунтових вод, з якої починається помітний їхній випар.

Перетікання з сусідніх водоносних об'єктів

При експлуатації водозаборів у пластоватих системах водоносних пластів, розділених тією чи іншою мірою проникними шарами, відбувається перерозподіл напорів підземних вод, у зв'язку з чим змінюються шляхи фільтрації і деякі водоносні шари можуть з'явитися додатковим джерелом живлення водозаборів (рис. 1.2, г).

Залучення поверхневого джерельного стоку (рис. 1.2, д).

Формування додаткових запасів у даному випадку зв'язано зі зменшенням дебіту джерел чи повним їхнім зникненням у процесі експлуатації водозаборів.

Штучне живлення водоносних горизонтів (рис. 1.2, е).

При експлуатації водозабору природні запаси підземних вод можуть бути істотно збільшені шляхом будівництва інфільтраційних басейнів, каналів і інших подібних споруд, у які спеціально підводиться вода з поверхневих джерел.

Водозабірні споруди, як правило, тільки в перші періоди забезпечують запасами води, які знаходяться безпосередньо в експлуатаційному пласті - статичними $Q_{ст}$ у безнапірних пластах і пружними $Q_{упр}$ у напірних. Надалі зростає роль динамічних запасів $Q_{дин}$ і додаткових джерел $Q_{дод}$.

На рисунку 1.3. показана схема зміни основних елементів балансу підземних вод у процесі експлуатації водозаборів, коли загальна експлуатаційна витрата водозабору зберігається на протязі всього періоду постійним (рис. 1.3, а) і при дебіті водозаборів, що збільшується з часом: питома вага додаткових джерел живлення в цьому випадку також зростає (рис. 1.3, б).

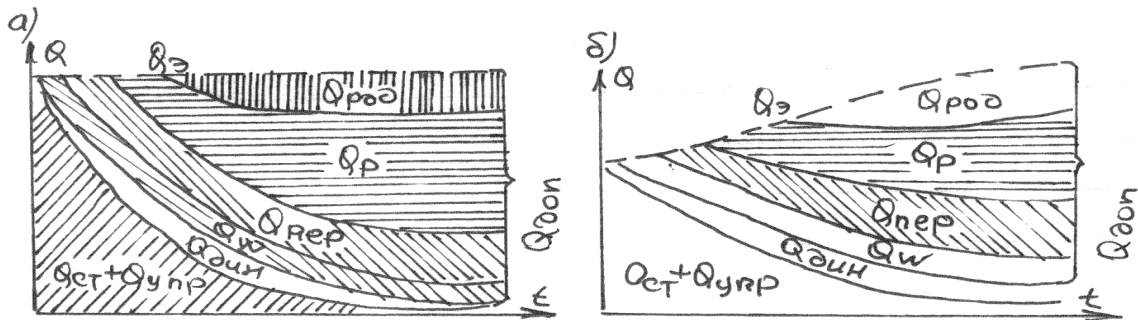


Рисунок 1.3 – Схеми зміни запасів підземних вод у процесі експлуатації:
а – при постійному дебіті; б – при зростаючому дебіті

Розрахунок додаткових запасів визначається характером взаємозв'язку основного експлуатаційного пласта із зовнішніми джерелами живлення. У зв'язку з цим можна виділити наступні види додаткового живлення пласта.

1) Розподілене додаткове живлення – по всій площі поширення водоносного пласта. Найбільш характерним прикладом такого живлення є інфільтрація атмосферних опадів, а також взаємодії сусідніх водоносних горизонтів, розділених слабо проникними пластами.

2) Зосереджене додаткове живлення – у деяких точках чи окремих обмежених ділянках області фільтрації, наприклад, через "літологічні вікна", тобто локальні фаціальні зміни чи зони виклинцювання поділяючих слабо проникних пластів.

3) Бокове додаткове живлення водоносного пласта на границях області фільтрації, наприклад, обмежених водотоками чи водоносними породами, що складають хоча і гідравлічно зв'язані з експлуатаційним пластом, але значною мірою самостійний водоносний комплекс.

Схема класифікації запасів підземних вод, а також співвідношення і взаємозв'язок виділених типів приведені на рисунку 4.1

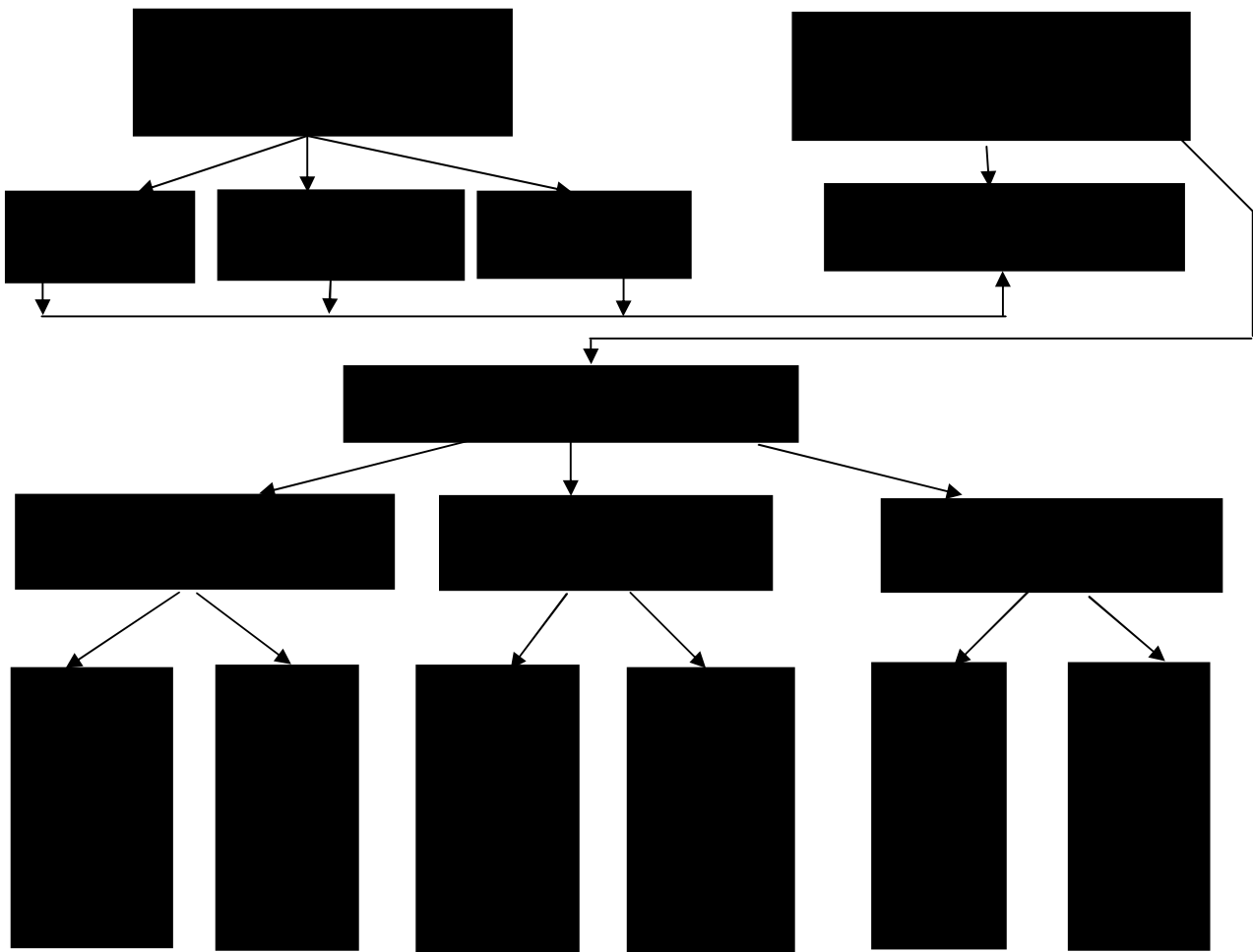


Рисунок 1.4 – Класифікація експлуатаційних запасів підземних вод за ступенем вивченості

Експлуатаційні запаси підземних вод залежно від ступеня дослідженості, вивченості, якості води в умовах експлуатації розділяються на чотири категорії - А, В, С₁, С₂.

Категорія А – запаси, розвідані й вивчені з детальністю, що забезпечує повне з'ясування умов залягання, будови і величин напору водоносних пластів, а також фільтраційних властивостей водовміщуючих порід; з'ясування умов живлення водоносних пластів і можливості поповнення експлуатаційних запасів.

Категорія В – запаси, розвідані й вивчені з детальністю, що забезпечує з'ясування основних особливостей умов залягання, будови і живлення водоносних горизонтів, а також установлення зв'язку підземних вод, запаси яких визначаються, з водами інших водоносних горизонтів і поверхневих вод.

Категорія С₁ – запаси розвідані й вивчені з детальністю, що забезпечує з'ясування загалом будови, умов залягання і поширення водоносних горизонтів.

Категорія С₂ – запаси, встановлені на підставі загальних геолого-гідрогеологічних даних, підтверджених випробуванням водоносного горизонту в окремих точках або за аналогією з розвіданими ділянками.

Кількість підземних вод визначено за пробами, узятими в окремих точках водоносного горизонту, або за аналогією з вивченими ділянками того ж горизонту.

3 Гранулометричний склад ґрунтів

Великоуламкові й піщані ґрунти залежно від гранулометричного складу, обумовленого механічним аналізом, підрозділяються на такі види.

Таблиця 1.1 – Види великоуламкових і піщаних ґрунтів

Ґрунт	Вміст часток за крупністю в % від ваги ґрунту
Великоуламковий: щебенистий (галечниковий при перевазі окатаних часток)	Більше 50% часток крупніше 10 мм
дресвяний (гравелистий при перевазі окатаних часток)	Більше 50% часток крупніше 2 мм
Піщаний: гравелистий крупний середньої крупності дрібний пилуватий	Більше 25% часток крупніше 2 мм Більше 50% часток крупніше 0,5 мм Більше 50% часток крупніше 0,25 мм Більше 50% часток крупніше 0,1 мм Менше 50% часток крупніше 0,1 мм

Неоднорідність піщаного ґрунту визначається відношенням

$$K_{\frac{60}{10}} = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (1.2)$$

де d_{60} - діаметр часток, менше якого в даному ґрунті міститься (за вагою) 60% часток;

d_{10} – діаметр часток, менше якого в даному ґрунті міститься (за вагою) 10% часток.

Глинисті ґрунти залежно від числа пластичності підрозділяються на такі види:

Таблиця 1.2 – Види глинистих ґрунтів

Глинисті ґрунти	Число пластичності
Супісь	$1 \leq W_{\Pi} \leq 7$
Суглинок	$7 < W_{\Pi} \leq 17$
Глина	$W_{\Pi} > 17$

4 Фільтрувальні властивості порід

Водопроникність породи характеризується коефіцієнтом фільтрації K , що має розмірність см/сек, м/добу.

Середні значення коефіцієнтів фільтрації деяких гірських порід, за Н.А. Плотніковим, приведені в таблиці 1.3.

Здатність водонасичених порід віддавати частину води під тиском сили ваги характеризується коефіцієнтом водовіддачі, що виражається у відсотках або частках одиниці.

Таблиця 1.3 – Середнє значення коефіцієнтів фільтрації і водопроникності деяких гірських порід

Група	Характеристика порід	Коефіцієнт фільтрації, K	
		в м/добу	в см/сек
I	Дуже добре прониклі: Галечники і гравій з великим піском сильно закарстовані вапняки і сильнотріщинуваті породи.	100-1000 і більш	1,16- 0,12
II	Добрепрониклі галечники і гравій, частково з дрібним піском, великий пісок, чистий середньозернистий пісок, закарстовані тріщинуваті та інші породи.	100-10	0,12-0,012
III	Прониклі галечники і гравій, засмічені дрібним піском і частково глиною, середньозернисті і мілкозернисті піски, слабкозакарстовані, малотріщинуваті та інші породи.	10-1	0,012-0,0012
IV	Слабкопрониклі тонкозернисті піски, супісі, слабкотріщинуваті породи.	1-0,1	$1,2 \cdot 10^{-3}$ - $1,2 \cdot 10^{-4}$
V	Дуже слабкопрониклі суглинки	0,1-0,001	$1,2 \cdot 10^{-4}$ - $1,2 \cdot 10^{-6}$
VI	Майже непрониклі глини, щільні мергелі та інші масивні породи з незначною прониклістю.	< 0,001	< $1,2 \cdot 10^{-6}$

Середні значення коефіцієнта водовіддачі порід μ (за О.Б. Скірчело) приведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Середнє значення коефіцієнта водовіддачі

Порода	Коефіцієнт водовіддачі μ (у частках одиниці)
Тонкозернистий пісок і супісь	0,1-0,15
Пісок:	
Дрібнозернистий	0,15-0,2
Середньозернистий	0,2-0,25
Грубозернистий і гравелистий	0,25-0,35
Вапняки тріщинуваті	0,008-0,1

ЛЕКЦІЯ 2 БУРОВА СВЕРДЛОВИНА

1. Свердловина і її елементи.
2. Положення свердловини в земній корі.
3. Класифікація свердловин за призначенням.
4. Сутність і схема процесу буріння свердловин.
5. Класифікація способів буріння.

1. Свердловина і її елементи

Свердловиною називається циліндрична гірська виробка в земній корі, яке характеризується відносно малим діаметром у порівнянні з її довжиною. Діаметри свердловин змінюються в межах від 26 до 1000 мм. У деяких випадках шляхом буріння здійснюють углублення шурфів і шахтних колодязів діаметром 1000-1500 мм, а також стовбурів шахт діаметром від 1,5 до 8 м.

Свердловини діаметром 26-151 мм бурять при пошуках і розвідці твердих корисних копалин. Свердловини великого діаметра призначені для вирішення інженерно-технічних задач і експлуатації рідких і газоподібних корисних копалин.

Глибини свердловини змінюються від декількох метрів до 10 км і більше.

Глибини розвідки корисних копалин визначаються економічною доцільністю.

Надглибокі до 15 км бурять з метою одержання найбільш об'єктивних даних про глибинні зони і процеси, що протікають у земній корі.

Основні елементи свердловини зображені на рисунку 2.1.

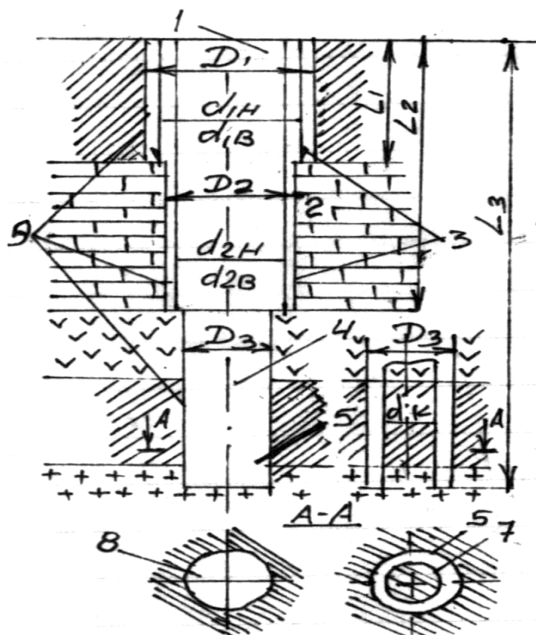


Рисунок 2.1 – Елементи бурової свердловини:

1 - устя; 2 - стовбур свердловини, обсадженої трубами; 3 - обсадні колони;
4 - вісь свердловини; 5 - вісь свердловини, не обсадженої трубами; 6 - вибій кільцевий; 7 - керн; 8 - вибій суцільний; 9 - стінки свердловини.

$D_1; D_2; D_3$ - діаметри інтервалів свердловини;

$d_{1н}, d_{1в}, d_{2н}, d_{2в}$ - діаметр обсадних труб зовнішній (н) і внутрішній (в);

d_k - діаметр керна;

L_1 і L_2 - глибина обсаджених інтервалів свердловини,

L_3 - загальна глибина свердловини.

1) Устя свердловини 1 - початок свердловини, тобто місце перетинання свердловиною земної поверхні, дна акваторії чи елементів гірської виробки при бурінні в підземних умовах;

2) Вибій свердловини 8 - дно свердловини, що поглиблюється у процесі буріння;

3) Стінки свердловини 9 - бічна поверхня свердловини;

4) Стовбур свердловини - простір обмежений стінками свердловини. У хитливих породах стінки свердловини закріплюють обсадними колонами, при цьому стовбур свердловини звужується;

5) Вісь свердловини 4 - геометричне місце точок центра вибою, який переміщується при поглибленні свердловини, тобто уявна лінія, що з'єднує центри поперечних перерізів бурової свердловини;

6) Глибина свердловини L_3 - відстань між устям і вибоєм свердловини по її осі.

7) Діаметр свердловини - це умовний діаметр, який дорівнює номінальному діаметру породоруйнуючого інструмента. Фактично цей діаметр більше за рахунок розробки свердловини.

Існує також поняття "конструкція свердловини". Під **конструкцією свердловини** мають на увазі її характеристику, обумовлену зміною діаметра (D_1, D_2, D_3) з глибиною, а також діаметри ($d_{1н}, d_{2н}$) і довжини (L_1, L_2) обсадних колон 3 (рис. 2.1).

Розрізняють стовбур свердловини, не обсаджений трубами (5) і стовбур свердловини, обсаджений трубами (2).

Наступний діаметр свердловини зменшується після кожного закріплення. Кожна обсадна колона виступає над устям свердловини, але може опускатися впотай.

Основні конструктивні елементи свердловини: кондуктор, технічна колона труб, цементний захист, фільтр водоприймальної частини свердловини, відстійник фільтра, надфільтрова колона, сальник. Ці елементи приймають в тому чи іншому сполученні при буравленні свердловини залежно від способу буріння, глибини свердловини і гідрогеологічних умов місця її залягання.

Конструкція свердловин глибиною до 20-30 м при бурінні їх ударно-канатним засобом і роторним із зворотнім промиванням виявляються практично однаковими (рис. 2.2). У даних гідрогеологічних умовах неглибокі свердловини можна бурити як ударно-канатним, так і роторним зі зворотнім промиванням, з огляду на велику швидкість буріння роторним способом.

Буріння свердловин глибиною до 50м (водоносний пласт напірний) можна вести будь-яким способом: ударно-канатним, роторним з прямим промиванням, роторним з зворотнім промиванням. Конструкції свердловин, показані на рисунку 2.3, а, б, в приймають при використанні водоносного горизонту для питного водопостачання.

На рисунку 2.4 показані конструкції свердловин глибиною до 1000 м. Тут у верхній частині розрізу корінних відкладень містяться пласти і шари пісків з водами, непридатними без спеціальної підготовки до вживання. Ці води не повинні попадати в підлягаючий експлуатації водоносний горизонт, у зв'язку з чим конструкція, приведена на рисунку 2.4,а, дещо ускладнюється: стінки її кріплять не однією, а двома колонами обсадних труб, міжтрубний простір цементують.

При спорудженні свердловин глибиною до 150 м у пухких породах, що вимагає кріплення стінок свердловини трубами, конструкція свердловини ударно-канатного буріння виявляється досить складною. Приходиться встановлювати після контуру не менше п'яти проміжних колон обсадних труб.

У стійких скельних породах конструкції свердловини глибиною до 150 м спрощуються як на період буріння, так і на період експлуатації. У конструкції, показаній на рисунку 2.6, друга за контуром колона обсадних труб після установки фільтра витягується повністю, верх фільтрової колони виведений на устя свердловини.

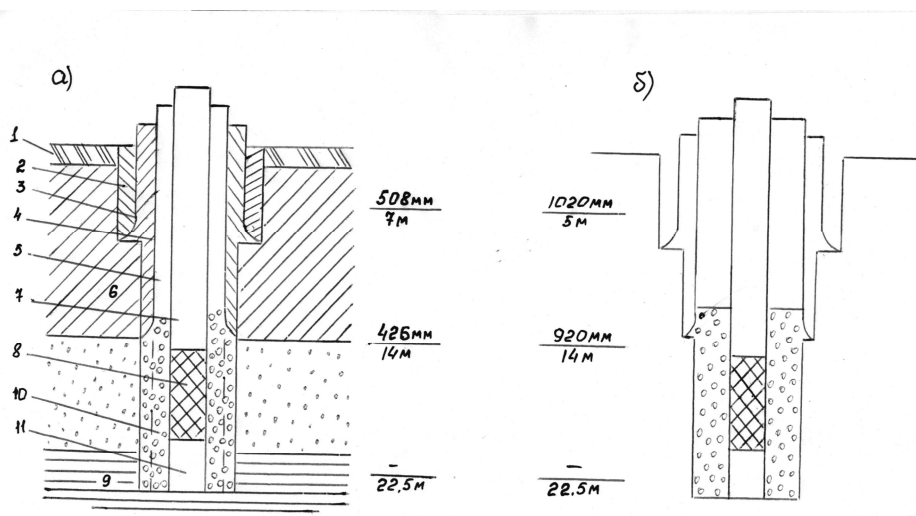


Рисунок 2.2 – Конструкція свердловин глибиною до 30м у пухких породах:
а - при ударно-канатному способі буріння; б - при роторному з зворотнім промиванням.

1 - ґрунт; 2 - затрубна цементация; 3 - шахтний напрямок (кондуктор); 4 - міжтрубна цементация; 5 - технічна колона труб, посаджена при бурінні до вибою свердловини і піднята для експлуатації свердловини вище покрівлі водоносного горизонту; 6 - суглинки; 7 - глухі труби фільтрової колони; 8 - робоча частина фільтра; 9 - піски – водоносний горизонт; 10 - піщано-гравійне обсіпання фільтра; 11 - відстійник.

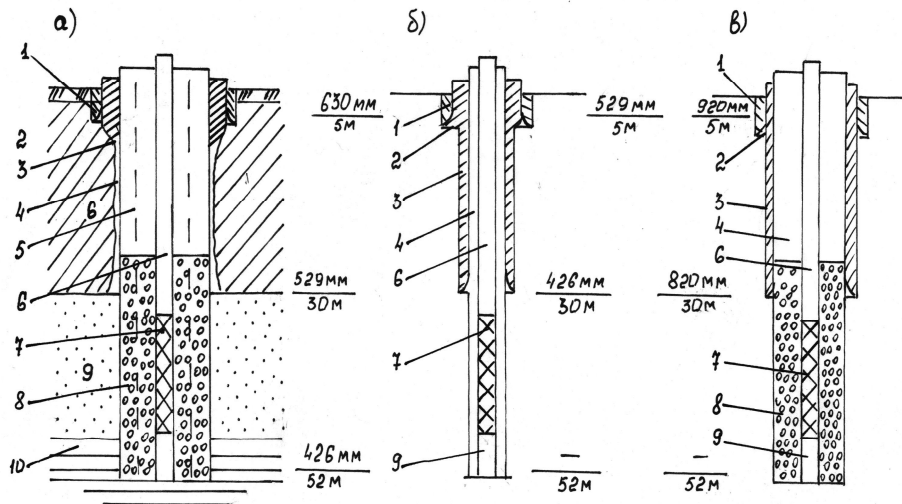


Рисунок 2.3 – Конструкції свердловини глибиною до 50 м:

а - при ударно-канатному способі буріння; б - при роторному з прямим промиванням; в - при роторному зі зворотнім промиванням.

1 - затрубна цементация; 2 - шахтний напрямок (кондуктор); 3 - міжтрубна цементация; 4 - технічна колона труб; 5 - технічна колона труб витягнута; 6 - глухі труби фільтрової колони; 7 - робоча частина фільтра; 8 - піщано-гравійне обсіпання фільтра; 9 - відстійник; 10 - водоупор; 11 - водоносний горизонт.

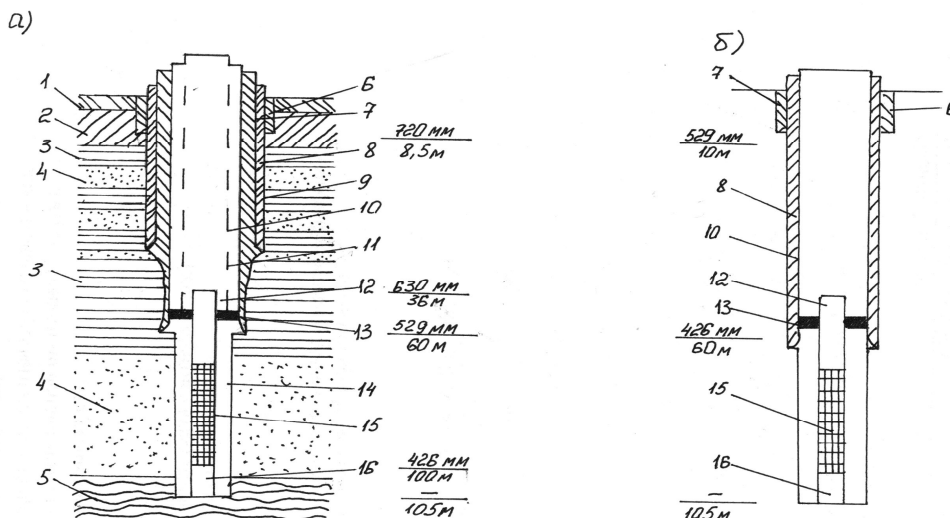


Рисунок 2.4 – Конструкції свердловини глибиною до 100 м:

а - при ударно-канатному способі буріння; б - при роторному з прямим промиванням.

1 - ґрунт; 2 - суглинки; 3 - глини; 4 - піски; 5 - аргплити; 6 - затрубна цементация; 7 - кондуктор; 8 - міжтрубна цементация; 9 - технічна колона труб; 10 - експлуатаційна колона труб; 11 - технічна колона труб, витягнута після установки фільтра; 12 - глухі труби фільтрової колони; 13 - сальник; 14 - піщано-гравійне обсіпання фільтра; 15 - робоча частина фільтра; 16 - відстійник.

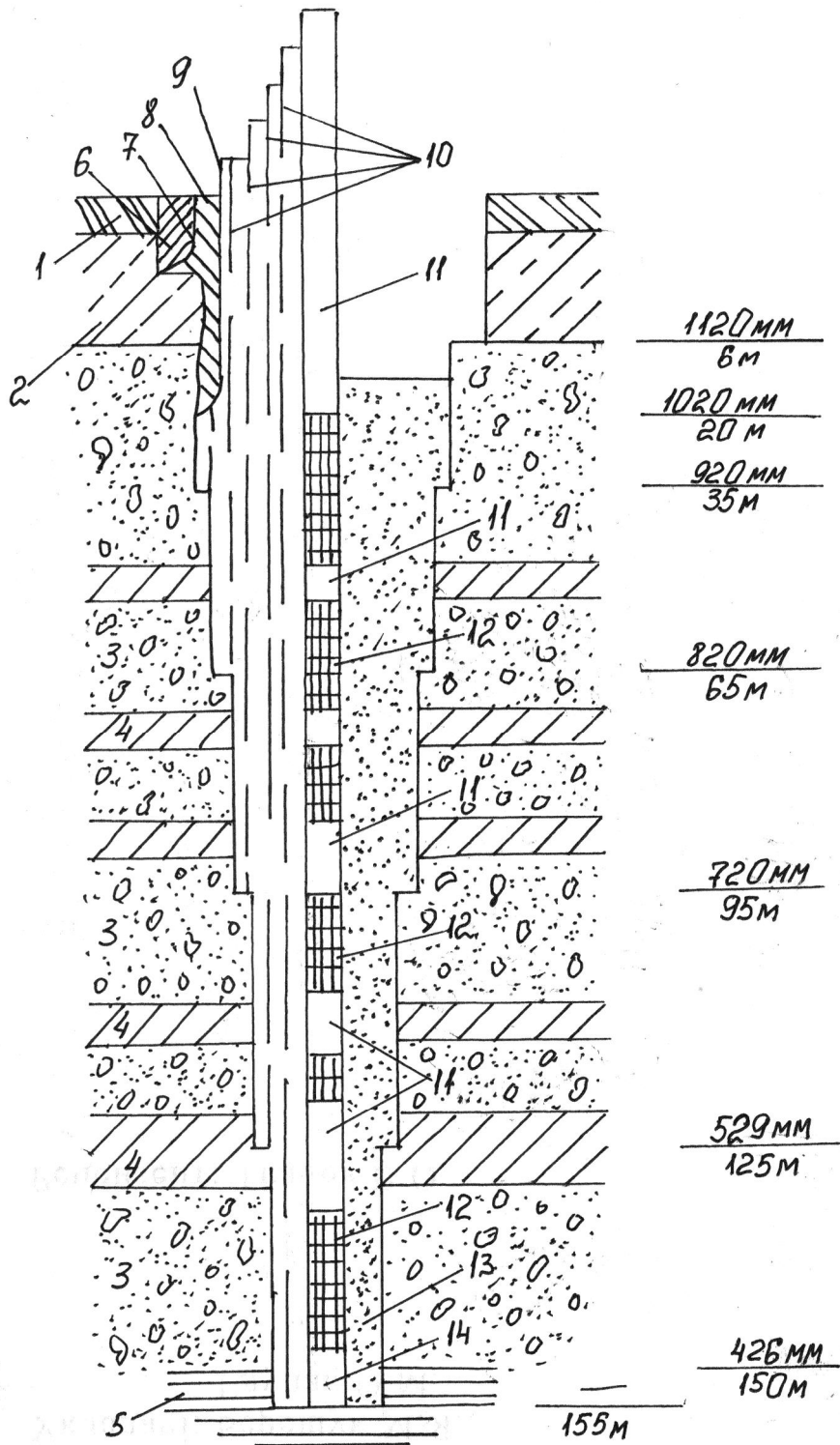


Рисунок 2.5 – Конструкція свердловини глибиною до 150 м у пухких відкладеннях:

1 - ґрунт; 2 - супісі; 3 - галечники; 4 - суглинки; 5 - глини; 6 - затрубна цементация; 7 – шахтовий напрямок; 8 - міжтрубна цементация; 9 - технічна колона труб; 10 - технічні колони труб, що витягаються після установки фільтра; 11 - глухі труби фільтрової колони; 12 - робоча частина фільтра; 13 - піщано-гравійне обсіпання фільтра; 14 - відстійник.

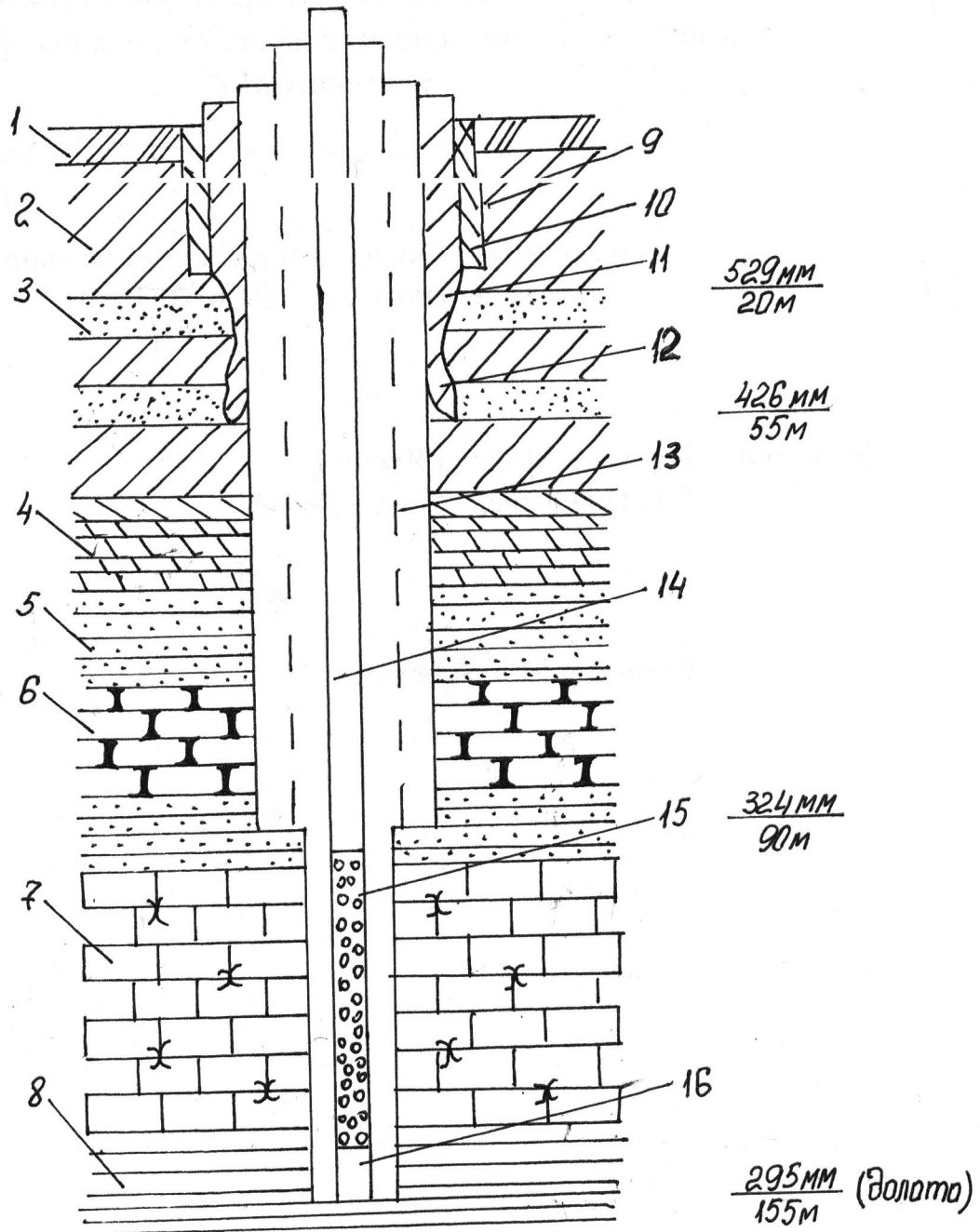


Рисунок 2.6 – Конструкція свердловини глибиною до 150м на водоносний горизонт скельних породах:

1 - ґрунт; 2 - суглинки; 3 - піски з водою; 4 - мергелі; 5 - алевроліти; 6 - піщаники; 7 - вапняки; 8 - глини; 9 - затрубна цементация; 10 - кондуктор; 11 - міжтрубна цементация; 12 - технічна колона труб; 13 - технічна колона труб витягнута; 14 - глухі труби фільтрової колони; 15 - робоча частина фільтра; 16 - відстійник.

2 Положення свердловини в земній корі

Свердловини бурять з земної поверхні, з підземних гірських вироблень, з поверхні водойми (озер, морів, океанів) і його дна акваторії.

За напрямком свердловини розділяються на вертикальні 1, горизонтальні і що повстають 2 (рис. 2.7)

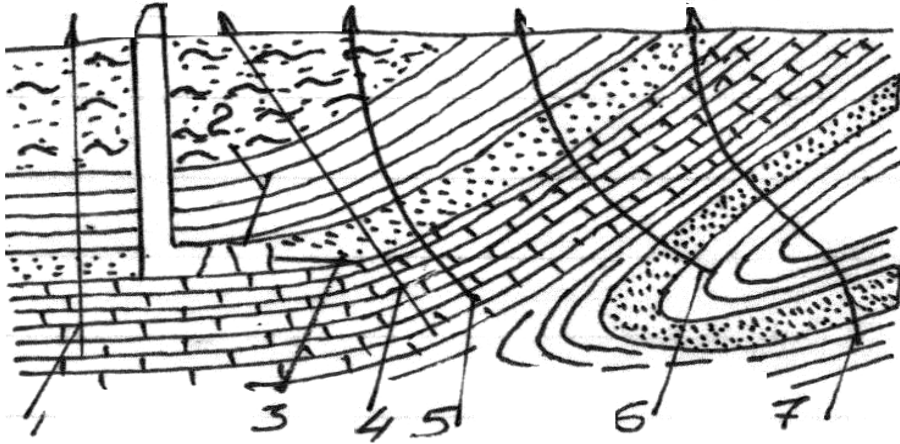


Рисунок 2.7 - Типи трас і положення свердловин у земній корі

Напрямок свердловини, як правило, визначається заляганням корисної копалини і фізико-механічних властивостей порід.

Свердловини задаються так, щоб по можливості перетнути корисну копалину під кутом, близьким до прямого. При цьому за піднятим стовпом гірської породи (керну) буде отримана потужність пласта.

Положення осі свердловини в просторі називається **трасою свердловини**.

За характером кривизни розрізняють наступні типи трас свердловин (рис. 2.7) : прямолінійні 1, 2, 3, 4, скривлені 6, прямолінійно-скривлені 5 і суцільні 7.

Той чи інший тип траси при бурінні виходить мимовільно чи штучно.

3 Класифікація свердловин за цільовим призначенням

Усі свердловини, що буряться з метою регіональних досліджень, пошуків, розвідки і розробки родовищ і т.п. підрозділяються на такі категорії і групи.

1) Геологорозвідувальні свердловини

Геологорозвідувальні свердловини підрозділяються на опорні, параметричні, структурно-картировочні, пошукові й розвідницькі.

Опорні свердловини бурять для вивчення геологічної будови і гідрогеологічних умов.

Параметричні свердловини бурять з метою виміру параметрів геофізичних властивостей і температури порід в умовах їх природного залягання.

Структурно-картировочні свердловини бурять для виявлення і вивчення геологічних структур, елементів залягання пластів порід, для контролю й уточнення даних геологічних зйомок.

Пошукові свердловини бурять з метою відкриття нових родовищ корисних копалин.

Розвідувальні свердловини бурять з метою оконтурення і визначення запасів корисної копалини.

2) Експлуатаційні свердловини

Експлуатаційні свердловини бурять для видобутку нафти, газу, підземних вод і т.п.

3) Технічні свердловини

До технічних свердловин відносяться :

- вибухові свердловини, сейсмичні;
- стовбури шурфів і шахт;
- свердловини для зміцнення ґрунтів при будівництві;
- свердловини допоміжні - для збору промислових стічних вод;
- нагнітальні свердловини - для нагнітання води, повітря чи нафтового газу в нафтовий горизонт з метою більш повного витягу нафти;
- водознижувальні свердловини, що служать для дренажу, тобто осушення кар'єрів, родовищ, ділянок під будівництво.

4 Сутність і схема процесу буріння свердловин

Розрізняють поняття "буріння" і "спорудження свердловини" .

Під **бурінням** розуміють комплекс операцій, в результаті виконання яких створюється свердловина :

- 1) руйнування гірської породи на забої;
- 2) видалення зруйнованої породи (шламу) з вибою на поверхню;
- 3) закріплення стінок свердловини в хитливих породах.

Руйнування породи можна робити механічним, електричним, вибуховим, хімічним та іншим способами.

У даний час в основному бурять механічним способом за допомогою різних породороздрібнюючих інструментів. Порода може руйнуватися по всьому забою чи по кільцю з утворенням незруйнованого стовпчика породи (керна).

Частки зруйнованої породи видаляються такими засобами: **гідравлічним**, при якому частки породи виносяться потоком промивної рідини (вода, глинистий розчин та ін.); **пневматичним**, при якому продукти руйнування виносяться потоком стислого повітря чи газів; механічним за допомогою бурового чи спеціального інструментів (бурова склянка, ложковий чи спеціальний бур, шнек, желонка), що визначається способом буріння.

Стінки свердловини в хитливих породах закріплюються обсадними трубами, в'язкими промивними рідинами, цементноутримуючими мінералами, синтетичними смолами, силікатами та ін.

При бурінні свердловин у малостійких породах найбільше часто змінюється якісний глинистий розчин, що має здатність зв'язувати – **глинизувати** пухкі породи і, маючи підвищену щільність, створювати протитиск на стінки свердловини.

Для кріплення свердловини в основному застосовують сталеві обсадні труби, але можуть використовуватися труби з нержавіючої сталі, чавуну, азбестоцементу, пластмас.

Під спорудженням свердловини розуміють комплекс робіт з підготовки до буріння, бурінню і підтримці свердловини в стійкому стані, проведенню в ній необхідних досліджень, ліквідації свердловини чи здачі її в експлуатацію.

Спорудження свердловини, крім буріння, передбачає виконання наступних видів робіт: монтаж бурової установки; випробування і дослідження в свердловині – каротаж, замір скривлення, рівня рідини, відбір води, визначення дебіту за допомогою відкачок.

5 Класифікація способів буріння

Буріння свердловин може здійснюватися такими способами: **механічними, фізичними, хімічними.**

У даний час в основному застосовують механічне буріння, в залежності від способу впливу на породу, що руйнується, підрозділяється на обертальне, ударне й ударно-обертальне.

Найбільш розповсюдженим є **обертальне буріння**, при якому породоруйнівний інструмент робить обертальний рух від спеціального механізму (шпинделя, обертача чи ротора) через колону бурильних труб чи від забійного двигуна. У зв'язку з цим розрізняють шпиндельне, роторне буріння і буріння забійними двигунами: турбобурами й електробурами.

При бурінні неглибоких свердловин у м'яких породах застосовують обертальне шнекове і повільнообертальне буріння буровими ложками і змійовиками без промивання.

Ударне буріння використовують при розвідці розсипних родовищ, бурінні гідрогеологічних і різного призначення технічних свердловин великого діаметра в породах будь-якої твердості. Але в міцних породах воно малопродуктивне. Сутність цього способу полягає в тому, що важкий ударний снаряд з долотом періодично скидається на канаті з великої відстані на вибій, дроблячи і сколюючи при цьому породу. Видаляється порода желонками.

При **ударно-обертальному** бурінні по породоруйнівному інструменту, що обертається під постійним осьовим навантаженням, завдають удари. Міцні породи при цьому руйнуються ефективніше.

ЛЕКЦІЯ 3 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

1. Поняття про фізико-механічні властивості гірських порід.
2. Характеристика гірських порід за ступенем в'язкості.
3. Міцність гірських порід.
4. Твердість гірських порід. Класифікація гірських порід за буримістю.
5. Види руйнувань гірських порід при механічних способах буріння.
6. Руйнування при бурінні твердими коронками й алмазними бурами.
7. Руйнування порід при ударно-обертальному бурінні.
8. Поняття про буровий інструмент і технологічні режими буріння, швидкість буріння.

1 Поняття про фізико-механічні властивості гірських порід

Для виконання такого складного процесу, як буріння свердловин, потрібне знання фізико-механічних властивостей гірських порід, а також їхнього поведіння при руйнуванні.

Фізичні властивості гірських порід характеризують їхній фізичний стан. До них відносяться: ступінь в'язкості, пористість, щільність, структура, текстура, зернистість.

Механічні властивості гірських порід є різновидом фізичних властивостей. Вони виражаються в здатності гірських порід чинити опір деформуванню і руйнуванню під дією зовнішніх сил. До них відносяться: міцність, твердість, абразивність, пружність, крихкість, пластичність та ін.

Класифікація і характеристика порід за походженням

Основні фізико-механічні властивості порід залежать від цілого комплексу геологічних факторів, зв'язаних з їх походженням, складом і будовою.

Усі гірські породи за походженням поділяються на магматичні, осадочні й метаморфічні.

Магматичні породи підрозділяють на ті, що вилилися і глибинні.

Вилиті (ефузивні) породи (базальти, діабази, порфірити, ліпарити) характеризуються дрібнозернистою, стікловидною чи порфіровою структурою і мають підвищену міцність, але знижені абразивні властивості.

Глибинні (інтрузивні) породи (граніти, сієніти, габро та ін.) мають крупнопористу структуру і меншу міцність, але підвищену абразивність.

Магматичні породи мають високу твердість, абразивність і низьку буримість, ці породи бурять в основному алмазними коронками, дробом, а також гідро- і пневмоударниками.

Осадкові породи непостійні за своїми властивостями і характеризуються меншою міцністю, ніж магматичні.

Серед осадкових зустрічаються пухкі утворення, в яких частки не мають зв'язку (піски, гравій, галечники), пластичні (глина і глинисті утворення) і тверді породи (вапняки, доломіти, піщаники, конгломерати)

Породи цього комплексу добре буряться твердосплавними коронками.

Метаморфічні породи утворилися з вивержених і осадових порід під дією дуже великих тисків і високих температур. До них відносяться гнейси, сланці, кристалічні кварці, роговики, мрамур та ін. Вони можуть мати підвищену чи знижену міцність, переходити в пухкий, роздроблений чи, навпаки, твердий монолітний стан.

Кристалічні сланці, мармури, філіти, наприклад, легко буряться твердосплавними коронками. Буріння таких кварцових порід, як роговики, кварцити, джеспіліти ефективно з застосуванням алмазних коронок.

2 Характеристика гірських порід за ступенем в'язкості

Усі гірські породи за ступенем в'язкості розділяються на **скельні, зв'язні й сипучі**.

Скельні й напівскельні породи (крейда, гіпс, сіль, кварцити, джеспіліти, граніти й ін.) характеризуються наявністю значних молекулярних сил зчеплення і тертя між частками, мають високу твердість і важко руйнуються. Більшість з них є абразивними і викликають підвищений знос породоруйнівних інструментів.

Скельні породи, як правило, бурять без кріплення стінок свердловини, за винятком випадків перетинання ділянок сильнотріщинуватих порід.

Зв'язні породи (породи типу глини) характеризуються значними силами зчеплення між частками. Але вони сильно змінюються залежно від вологості.

Глинисті породи легко руйнуються будь-якими породоруйнівними інструментами. Стінки свердловини стійкі й у більшості випадків не мають потреби в кріпленні.

Сипучі породи (піски, гравій, галечник, дресва та ін.) характеризуються майже повною відсутністю сил зчеплення між частками. Деякі піски при насиченні водою стають пливучими.

Сипучі породи здатні до сповзання, стінки свердловини легко обрушуються, тому буріння ведуть з одночасним кріпленням стовбура обсадними трубами чи іншими способами. Вони легко руйнуються будь-якими породоруйнівними інструментами, але викликають підвищений знос останніх.

3 Міцність гірських порід

Міцністю гірської породи називається здатність її протидіяти силам, що прагнуть зруйнувати зв'язок між складовими цієї породи. Вона в більшому ступені залежить від способу деформації. Тому розрізняють міцність на **стиск, вигин і сколювання**. Міцність порід залежить від їхнього мінерального складу, структури, текстури і т.д. Дрібнозернисті породи мають більшу міцність, ніж грубозернисті. Міцність зцементованих порід залежить від роду цементу, але вона, як правило, менше, ніж у порід спаяних і сильно знижується при вивітрюванні.

Найбільша міцність гірських порід виявляється при стиску. Вона характеризується тимчасовим опором породи стиску й обчислюється (у Па) за формулою

$$\sigma_{ж}=P/F, \quad (3.1)$$

де P- зусилля, що руйнує зразок, Н;

F- площа поперечного перерізу, за яким зразок стискується, м²

Міцність на стиск визначають на гідравлічному пресі. Опір гірських порід стиску неоднаковий в різних напрямках по відношенню до кристалографічних осей і шаруватості і сланцюватості порід.

Міцність породи при сколюванні в 10-15 разів менше міцності при стиску, а міцність при розтягу в 1,5-2 рази менше ніж міцність при сколюванні.

У даний час при класифікації гірських порід за фізико-механічними властивостями і буримістю використовують динамічну міцність.

Групи гірських порід за динамічною міцністю приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Міцність більш поширених порід на одновісний стиск

Гірські породи	Міцність на стиск	Гірські породи	Міцність на стиск
базальти	≤500	піщаники з вапняним цементом	20-100
Габро	120-360	глинисті сланці	≤100
діорити	130-300	аргіліти	≤200
Граніти	80-250	гіпси	50
Сієніти	150-200	кам'яне вугілля	1-40
Кварцові породи	>300	глини	0.2-1.0
Вапняки, доломіти	120-260	—	—
піщаники з кременистим цементом	≥200	—	—

Таблиця 3.2 – Групи гірських порід за динамічною міцністю

Номер групи	Динамічна міцність	Ступінь дин. міцності	Гірські породи
1	2	3	4
I	≤8.0	мала міцність	Мармур, піщаник, діорит, граніт, габро
II	8-16	помірна міцність	Кварцевий діорит, кварцит магнетитовий та ін.
III	16-24	середня міцність	Альбітофір, сієніт-діорит, роговик кварцево-біотітовий
IV	24-32	міцні	Діабазовий порфірит, піроксен-плагіоклазова порода
V	32-40	дуже міцні	Габро-діорит, порфірит ороговикований
VI	≥40	надміцні	Діабаз ороговикований

4 Твердість гірських порід. Класифікація гірських порід за буримістю

Твердістю називається здатність породи чинити опір проникненню в неї іншого більш твердого тіла. Твердість - частковий випадок міцності при місцевому застосуванні руйнівних навантажень. Ця властивість гірської породи визначає величину заглиблення різців породоруйнівного інструмента, що впливає на швидкість буріння свердловин.

Розрізняють агрегативну міцність, тобто твердість породи в цілому, і твердість окремих мінералів, з яких складається порода. Агрегативна твердість залежить від твердості окремих мінеральних зерен, цементуючої речовини і щільності гірської породи.

Твердість також залежить від способу застосування навантажень, що можуть бути статичними і динамічними. Розрізняють статичну і динамічну твердість.

Твердість гірської породи (у Па) обчислюють за формулою

$$P_{\text{ш}} = P/F, \quad (3.2)$$

де - P- навантаження в момент руйнування породи під штампом, Н;
F- площа штампа, м² (2-5 мм²).

Під буримістю розуміють здатність гірської породи руйнуватися при бурінні різними породоруйнівними інструментами. Буримість визначається величиною заглиблення свердловини в даній породі за одиницю часу чистого буріння і вимірюється в м/год, см/хв, мм/хв.

Буримість – величина непостійна і залежить від фізико-механічних властивостей порід і стійкості породоруйнівного інструмента і т.п.

Механічна швидкість чи буримість порід змінюється в часі, що зв'язано зі зносом інструмента.

За даними Е. Ф. Епштейна, у аналізованих порід мінімальна твердість, а отже, найбільша буримість виявляється у напрямку, перпендикулярному до пластованню.

Класифікація гірських порід за буримістю для обертового механічного буріння приведена в таблиці 3.3.

Під стійкістю розуміють здатність гірських порід не завалюватися при оголенні їх у масиві свердловинами чи гірськими виробками. Стійкість гірських порід залежить від характеру зв'язку між частками, від ступеня тріщинуватості і вивіреності.

За стійкістю породи розділяють на чотири групи.

I група - породи дуже хитливі. Сюди відносяться пухкі незв'язні породи (піски, гравій, галечник), особливо насичені водою і практично не мають зв'язки між частками.

II група - породи не змінюються за стійкістю. Це породи зі складним зв'язком, що зникає при насиченні водою чи нагріванні, розламуються чи

розчиняються рідиною. До них відносяться глини, суглинки, леси, а також мерзлі пухкі породи.

III група - породи слабкостійкі. До цієї групи відносяться тріщинуваті чи роздроблені, часто тендітні, що легко стираються і розмиваються промивною рідиною породи (конгломерати, слабкі піщаники, сланці, вугілля).

IV група - породи стійкі. До них відносяться магматичні, метаморфічні, міцні осадові породи, монолітні.

Таблиця 3.3 – Класифікація гірських порід за буримістю для обертального механічного буріння

Категорія порід	Найбільш характерні породи	Коеф. міцності за М. М. Протод'яконом	Твердість за Л. А. Шрейпером, $\rho_{ш}$, МПа	Об'єднаний показник, ρ_m	Механіч. швидкість буріння, δ , м/ч
1	2	3	4	5	6
I	Торф, ліс, пісок і супісі без гальки і щебеню	0.3-1	100	—	23.0-30.0
II	Торф, рослинний шар, пісок щільний, глина середньої щільності, суглинок щільний, мергель, крейда	1-2	100-250	—	11-15
III	Слабкоцементовані піщаники, мергель, вапняк-черепашник, щільна глина, пливун напірний	2-4	250-500	—	5.7-10.0
IV	Сланці глинисті, піщано-глинисті, углисті, серецитові, слабкі піщаники, щільні мергелі, нещільні вапняки і доломіти	4-6	500-1000	3.0-4.5	3.5-5.0
V	Галечно-щебенисті ґрунти, сланці хлористі, тальково-хлористі, слюдяні, филліти, аргиліти, вапняки, мармури, мергелисті доломіти	6-7	1000-1500	4.5-6.8	2.5-3.5

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
VI	Сланці глинисті, кварцово-хлористі, полевошпатові піщаники, конгломерати осадових порід	7-8	1500-2000	6.9-10.1	1.5-2.5
VII	Сланці роговообманкові, окварцовані вапняки, грубозернисті діорити	8-10	2000-3000	10.2-15.2	1.9-2.0
VIII	Піщаники кварцеві, сланці окременні	11-14	3000-4000	15.3-22.8	1.3-1.9
IX	Сієніти грубозернисті граніти, базальти	14-16	4000-5000	22.9-34.2	0.75-1.2
X	Граніти, окременні сланці, валунно-галечникові відкладення	16-18	5000-6000	34.3	0.5-0.75
XI	Кварцити, джеспіліти, залізисті роговики	18-20	6000-7000	51.3-76.8	0.3-0.3
XII	Монолітно-злиті кварцити, роговики, корундові породи	20-25 і більше	7000	76.8	0.15-0.25

5 Види руйнувань гірських порід при механічних способах буріння

При сучасних способах буріння руйнування породи на вибої може бути об'ємним, стомленим і поверхневим.

Об'ємне руйнування відбувається, коли під торцем породоруйнівного інструмента створюються напруження, що перевищують твердість породи при вдавненні.

Поверхнєве руйнування відбувається тоді, коли діючі напруження під різцями породоруйнівного інструмента рівні чи менші твердості породи при вдавненні. При цьому різці, переміщаючись по вибою, стирають породи і самі інтенсивно зношуються.

Стомлене руйнування відбувається в результаті багаторазової дії сил на ту саму ділянку. У породі розвиваються тріщини, твердість її зменшується, створюються сприятливі умови для об'ємного руйнування.

6 Руйнування гірських порід при бурінні твердосплавними коронками й алмазними бурами

Під дією осьового навантаження P різці коронок заглиблюються в породу на деяку глибину. При обертанні інструмента, що заглиблюється, під дією обертальної сили T відбувається зминання і сколювання породи. Обертальна сила T повинна перевищувати опір породи руйнуванню.

Швидкість буріння твердосплавною коронкою визначається

$$S = h \cdot m \cdot n,$$

де h - глибина заглиблення різців у породу, м;

m - число різців у коронці;

n - частота обертання коронки, об/с.

У відносно нетвердих породах, будуть відбуватися об'ємні руйнування. В міру затуплення різців швидкість буріння знижується, усунути це можна підвищенням осьового навантаження P , збільшенням числа різців, зменшенням їхнього розміру.

Процес руйнування гірських порід при алмазному бурінні можна представити як мікрорізання чи шкрябання великим числом різців.

При заглибленні різця в породу, залежно від її механічних властивостей, остання деформується пружно-пластично чи крихко-пластично.

Глибина заглиблення алмазних різців складає соті й тисячні частки міліметра.

Вирішальний фактор при алмазному бурінні з урахуванням невеликої глибини заглиблення різців – частота обертання коронки. Однак вона часто обмежується деякими з факторів: тріщинуватістю породи, глибиною свердловини, вібрацією та ін.

7 Руйнування гірських порід при ударному й ударно-обертальному бурінні

Порода руйнується ударним способом за рахунок подріблення і сколювання при нанесенні ударів по вибою клиноподібним долотом. Після кожного удару долото повертається на деякий кут β . Зусилля, що руйнують породу, винятково динамічні.

Ефективність ударного буріння залежить від міцності гірської породи, кута пригострення леза α , сили удару P , частоти ударів і кута повороту β .

При ударно-обертальному бурінні діють ударно-обертальні сили P и динамічні імпульси P_d . Порода під дією зазначених сил дрібниться і сколюється не тільки в момент удару, але зрізується чи сколюється при обертанні породоруйнуючого інструмента під дією сили T .

Ударно-обертальне буріння в даний час ведуть всіма видами породоруйнівних інструментів.

8 Поняття про бурові інструменти

Інструмент, призначений для буріння свердловин, називається буровим. Він підрозділяється на технологічний, допоміжний, аварійний, спеціальний.

До технологічного відноситься інструмент, за допомогою якого бурять свердловини: породоруйнуючі інструменти (коронки, долота, розширники), керкователі, колонкові труби, бурильні труби і з'єднання, ударні штанги, желонки. Набір технологічного інструмента, з'єднаного у певній послідовності, називається буровим снарядом.

Допоміжний інструмент призначений для закріплення стінок свердловин і обслуговування технологічного інструмента. До них відносяться: обсадні труби, хомути, ключі, елеватори.

Аварійний інструмент – це буровий інструмент, призначений для ліквідації аварій у свердловині. До аварійного інструмента відносяться: різні кувальні інструменти (мітчики, дзвони), різальні інструменти (труборізи, фрези), силові інструменти (вибивні баби, вібратори).

До числа основних параметрів відносяться: а) при обертальному бурінні: осьове навантаження на породоруйнуючий інструмент, частота обертання бурового снаряда; б) при ударному бурінні: маса ударного снаряда, висота скидувача, частота ударів.

Сукупність параметрів режиму буріння, що характеризують роботу породоруйнівного інструмента, називається **технологічним режимом буріння**.

ЛЕКЦІЯ 4 УДАРНО-КАНАТНЕ БУРІННЯ

1. Сутність і схема установки.
2. Умови застосування.
3. Буровий інструмент.
4. Обсадні труби.
5. Технологія ударно-канатного буріння.

1 Сутність і схема установки

При ударно-канатному бурінні порода руйнується по всьому забою снарядом, який опускається у свердловину на сталевому канаті з клиноподібним долотом шляхом його періодичного скидання з висоти 0,3-1,1 м при частоті 40-50 ударів за 1 хв.

Для того, щоб свердловина мала циліндричну форму, буровий снаряд при підйомі після кожного удару повертається на деякий кут. У суху свердловину через устя заливається деяка кількість води. При цьому зі зруйнованої породи і води утворюється пульпа, що до певної густоти не перешкоджає бурінню. Після руйнування породи на глибину 0,3-0,6 м буровий снаряд піднімається із свердловини. У свердловину на канаті опускається желонка для очищення вибою від вибуравленої породи. У сипучих і пливучих породах буріння відбувається желонкою.

При необхідності свердловина кріпиться обсадними трубами. Кріплення свердловини трубами може здійснюватися одночасно з бурінням. При бурінні сипучих і пливучих порід спочатку забиваються обсадні труби, а потім порода з них витягається желонкою.

Схема установки для ударно-канатного буріння показана на рисунку 4.1. Буровий снаряд 1 піднімають і скидають за допомогою ударного механізму. Він являє собою відтяжну раму 9 з направляючим 10 і відтяжним 8 шківом і кривошипно-шатунним пристроєм 7, що надає їй коливальний рух. При русі відтяжного шківа вгору відбуваються відповідно натяг і ослаблення канату 3, підйом і скидання ударного снаряда 1. Ударяючи по вибою, снаряд поступово заглиблюється в породу, тому в міру необхідності канат змотується з інструментального барабана 11. Ударний снаряд 1 при підйомі повертається в результаті розкручування каната 3 внаслідок його пружних властивостей і особливої конструкції канатного замка.

Спускають і піднімають ударний снаряд 1 і желонку 2 лебідками, що називаються відповідно інструментальним 11 і желоночним 6 барабанами. Для спуску і підйому обсадних труб у важких установках служить талевий барабан. Всі вузли верстата одержують обертання від головного розподільного вала і двигуна. Установка, що має щоглу 4 зі шківом 5, змонтована на транспортній базі 12.

2 Умови застосування

Ударно-канатний спосіб застосовують при бурінні розвідницьких і експлуатаційних свердловин на воду; розвідці розсипних родовищ і мілко

вкраплених руд; розробці відкритим способом родовищ корисних копалин для буріння вибухових свердловин; бурінні свердловин технічного призначення: для заморожування ґрунтів, водозниження, при спорудженні бетонних паль, вентиляції гірських вироблень і т.п.

Особливо ударно-канатне буріння ефективно у важкодоступних і безводних районах, в умовах Крайньої Півночі, при бурінні свердловин через старі гірські виробки і зони катастрофічного поглинання.

Свердловини діаметром від 148 до 850 мм можна бурити ударно-канатним способом у породах будь-якої твердості на глибину до 500 м.

Найбільш часто свердловини бурять глибиною 100-150 м у відносно нетвердих породах і складних геологічних умовах (піски, пливуні, галечники, відкладення). Незважаючи на широку область застосування, обсяг ударно-канатного буріння в Україні складає не більше 1 % від обсягу обертального буріння. Це пояснюється низькими техніко-економічними показниками і невеликими можливостями цього способу.

3 Буровий інструмент

В Україні технологічний інструмент для ударно-канатного буріння виготовляється за двома стандартами: для буріння на воду і для інших цілей – за технічними умовами ТУ 24-8-505-75 і для розвідки розсипних родовищ – за галузевими стандартами від ОСТ 41-102-75 до ОСТ 41-107-75 Міністерства геології України.

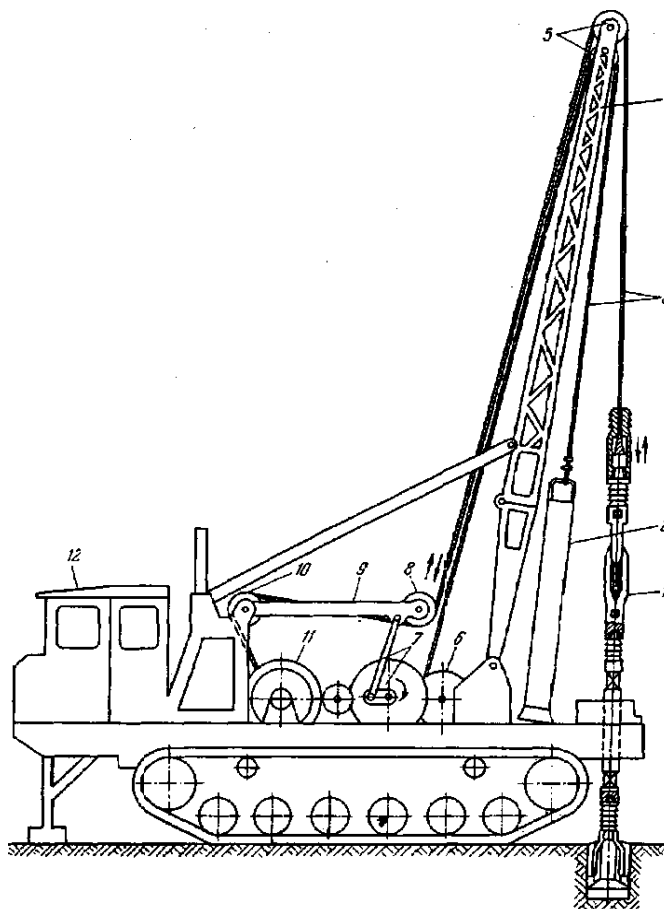


Рисунок 4.1 – Принципова схема ударно-канатного буріння

Ці стандарти відрізняються набором інструментів за діаметрами і деякими конструктивними особливостями.

Буровий снаряд (рис. 4.2) для ударно-канатного буріння складається з долота 8, ударної штанги 9, розсувної штанги 10 і канатного замка 11.

Технологічні інструменти бурового снаряда з'єднуються між собою за допомогою замкової різьби. Різьба права, з конусністю 1:4, крок - 3,629 мм (7 ниток на 25,4 мм).

В підстави різьблення виточені кільця конічні канавки для захвату ловильним інструментом в разі аварії або ускладнень. Нижче є дві паралельні площини для захвату ключами при згвинчуванні і розгвинчуванні частин бурового снаряда.

Долота

Долота для ударно-канатного буріння виготовляють литі, штамповані й ковані з інструментальної сталі марки В7, піддаються механічній і термічній обробці.

Ударне долото (див. рис. 4.2) складається з різьбового конуса 1, кільцевих виточень 2, шийки 3 із площинами для ключів, лопати 4, бічних ребер 5, які використовуються для округлення стінок свердловини, клинчастих щік 6 і загартованого леза 7. Залежно від твердості порід лезо долота має кут пригострення від 70 до 130°.

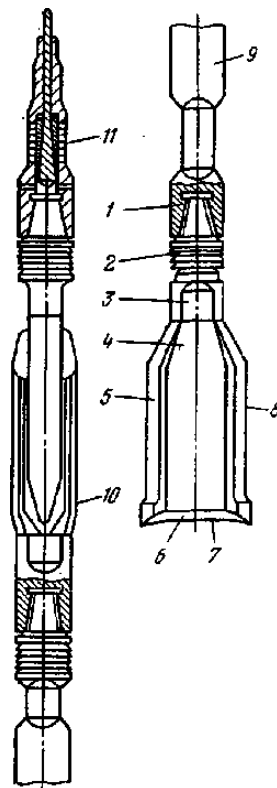


Рисунок 4.2 – Буровий снаряд для ударно-канатного буріння

Долота виготовляють плоскі, двотаврові, хрестові, ті що округляють.

Долота плоскі (рис 4.3, а) призначені для буріння в м'яких породах, мають кут пригострення леза $70-80^\circ$, довжину леза 148-695 мм (діаметр свердловини), висоту 650-1300 мм і масу від 42 до 520 кг.

Долота двотаврові (рис. 4.3, б) застосовують для буріння у в'язких породах середньої міцності. Бічні ребра доліт мають виступи в обидва боки і внаслідок цього двотавровий переріз. З метою зменшення тертя бічних ребер об стінки свердловини вони нахилені до вертикалі під кутом 7° . Леза доліт заправляють звичайно під кутом $80-100^\circ$. Висота доліт від 650 до 1500 мм, довжина леза (діаметр) від 148 до 850 мм, маса від 42 до 630 кг.

Долота, що округляють (рис. 4.3, в) використовують для буріння твердих, а також тріщинуватих порід і валунно-галечникових відкладень. Особливість таких доліт – широкі бічні ребра, що забезпечують округлення стінок свердловини. Кут пригострення леза повинен бути $110-130^\circ$. Долота широко застосовують при бурінні вибухових свердловин на кар'єрах. Висота доліт 1150-1500 мм, довжина леза (діаметр) 148-695 мм, маса 85-1400 кг.

Долота хрестові (рис. 4.3, г) призначені для буріння твердих тріщинуватих порід, а також валунно-галечникових відкладень. Хрестоподібна основа перешкоджає заклинюванню долота у великих тріщинах. Залежно від твердості порід кут пригострення леза долота приймають від 100 до 130° . Висота доліт - 1000-1500 мм, довжина леза (діаметр) - 148-595 мм, маса - 66-980 кг.

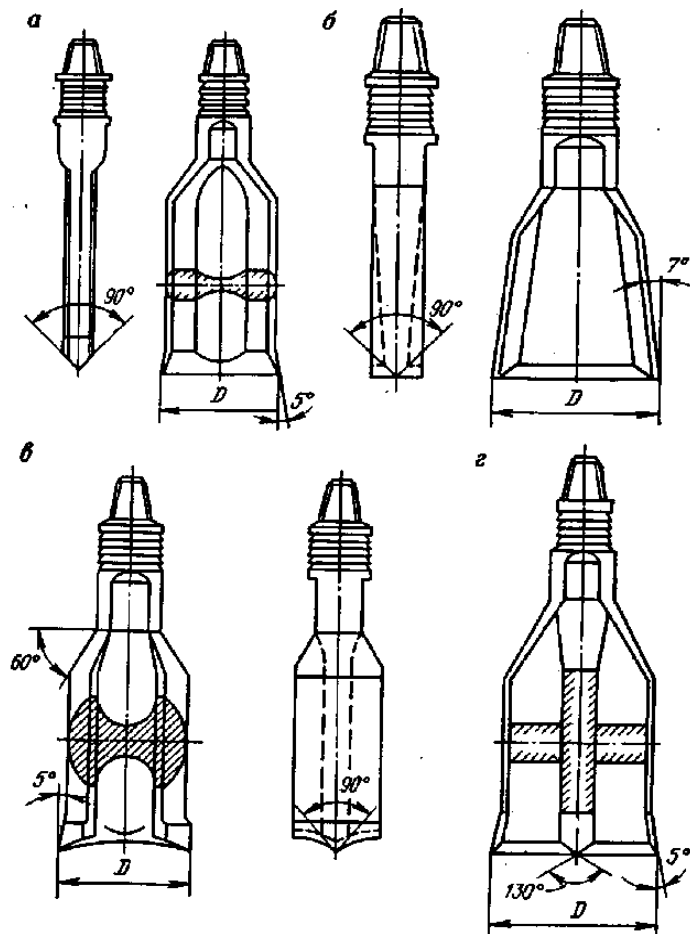


Рисунок 4.3 – Долота для ударно-канатного буріння

До спеціальних доліт відносяться ексцентричні долота, зі скошеним лезом, пірамідальні й бічні.

Ексцентричні й односторонньо заправлені звичайні долота зі скошеним лезом застосовують для розширення свердловини при бурінні з одночасним кріпленням трубами.

Пірамідальні долота використовують для розбивання валунів і зрушення їх убік.

Спеціальні долота серійно промисловістю не випускаються, а звичайно виготовляються самими організаціями.

Желонки

Желонки застосовуються для безпосереднього буріння пухких, сипучих і пливких порід (піски, пливуні, галечники) і для видалення шламу зі свердловини при бурінні долотами твердих порід.

Желонка (рис. 4.4, а) складається з труби 2, верхній кінець якої з'єднаний з дужкою чи вилкою 1, що має конусну різьбу, а нижній закінчується башмаком 6 із клапаном 5, що має шарнір 3 і обмежувач 4. Вилка і башмак прикріплюються до труби заклепками.

При ударно-канатному бурінні використовуються желонки з плоским одностулковим, плоским двостулковим, напівсферичними клапанами, а також поршневі желонки.

Желонки з плоским клапаном (рис. 4.4, а) поширено найбільше. Плоский клапан, укріплений на шарнірі до башмака, при відкритті забезпечує значний прохідний отвір не тільки для малого шламу, але і для великих шматків породи і гальки. Желонки з одностулковим клапаном виготовляють з труб діаметром 114 мм довжиною 6 м, діаметром 168, 219 і 273 мм довжиною 4 м. Желонки з двостулковим клапаном виготовляють з труб діаметром 324, 377, 426, 529 мм.

Желонки з напівсферичним клапаном (рис. 4.4, б) застосовують при бурінні в пісках, супісках і пливунах, а також для відкачки води зі свердловини. Напівсферичний клапан 1 забезпечує щільне закриття отвору в башмаку 2, а його язик, що розпушує 3 - кращий добір розрідженої маси. Для запобігання проскакування клапана всередину желонки язик має обмежувач 4. Желонки виготовляють з труб діаметром 127, 168, 219, 273 мм довжиною 3 м.

Желонка спорожняється через верхній отвір шляхом її перекидання і постановки на язик чи спеціальний стрижень у лотку. Клапан при цьому піднімається і зміст желонки випливає.

Желонки поршневі (рис. 4.4, в) використовують при бурінні пливунів і водоносних пісків, а також при розвідці розсипних родовищ і підривних роботах, коли свердловину потрібно очистити від шламу повністю.

Желонка складається з труби 6, в якій переміщається шток 5 з поршнем 3, і клапана 2. Поршень 3 являє собою шайбу з отворами, що закриваються клапаном 4 з шкіри чи гуми. Башмак 1 желонки має напівкруглі вирізи, що

забезпечують надходження розрідженої маси всередину желонки. У верхній частині желонки розташовані два овальні отвори для її спорожнення від породи.

Желонка приєднується до каната за вушко 7 у штоку. При спуску в свердловину поршень її знаходиться у верхньому положенні, а при постановці на вибій він опускається до башмака. При підйомі желонки поршень рухається у верхнє крайнє положення і засмоктує розріджену масу. Цю операцію повторюють кілька разів, поки желонка не заповниться шламом.

Бурові склянки використовують при бурінні в глинах і суглинках з включенням дрібної гальки. Від желонок вони відрізняються відсутністю клапана.

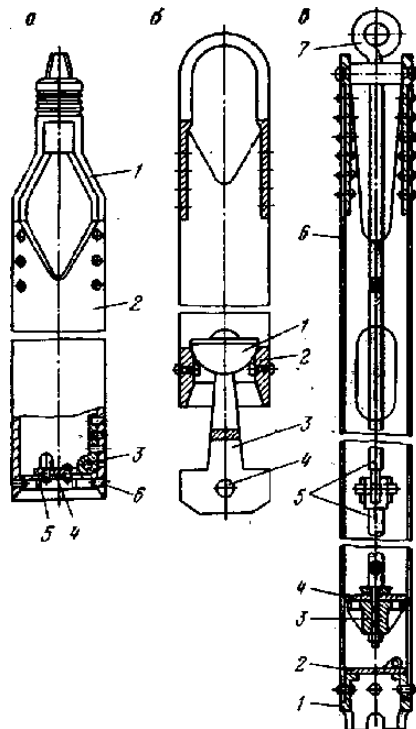


Рисунок 4.4 – Желонки

Ударні штанги

Ударна штанга 9 (див. рис. 4.1) призначена для збільшення ваги бурового снаряда і для попередження скривлення свердловини при ударному бурінні. Вона являє собою масивний циліндричний сталевий стрижень, що має з однієї сторони зовнішню, а з другої - внутрішню конічну різьбу для з'єднання з долотом і розсувною штангою, а також конічні виточення для захоплення ловильним інструментом і площини під ключ.

Найбільш поширені ударні штанги гладкоствольні. Полегшені ударні штанги зменшеного діаметра з висадженими кінцями застосовуються в тому випадку, коли потрібно зменшити вагу бурового снаряда при збереженні його довжини.

Діаметри ударних штанг 112, 140, 165, 188 і 220 мм, довжина 2,4 і 6 м, а їхня маса від 300 до 1300 кг залежно від діаметра і довжини.

4 Обсадні труби

При ударно-канатному бурінні для кріплення стінок свердловини в хитливих породах, ізоляції окремих водоносних горизонтів чи закріплення всього стовбура свердловини за інших технічних вимогах використовують **сталеві муфтові обсадні труби**, застосовувані при роторному бурінні.

У нескладних геологічних умовах стінки свердловини кріплять обсадними трубами з мінімальною товщиною стінки нормальної довжини. Сполучні муфти при цьому обточують для того, щоб колона труб наступного діаметра вільно проходила в колоні труб попереднього діаметра.

При кріпленні свердловини способом забивання труб застосовують короткі труби довжиною 2-3 м. При бурінні свердловин з випереджальною обсадною колоною доцільно використовувати **безмуфтові обсадні труби**, що з'єднуються за способом "труба в трубу". Для цієї мети звичайно застосовують сталеві безшовні гарячекатані труби за ДСТ 8732-78.

Для кріплення стінок свердловин великих діаметрів використовують сталеві труби діаметром 426-1420 мм з товщиною стінки 7-14 мм, що з'єднуються між собою зварюванням.

При бурінні в умовах агресивних вод для кріплення глибоких свердловин можна застосовувати труби з легованих сталей, труби футеровані (покриті) пластиком і склом, а для кріплення неглибоких свердловин - чавунні, азбестоцементні і полімерні труби. Для кріплення свердловин можна використовувати азбестоцементні водопровідні труби, що випускаються за ДСТ 539-80, марок ВТ-6, ВТ-9 і ВТ-12, розраховані на тиск 0,6; 0,9; 1,2 Мпа, мають умовний діаметр від 150 до 500 мм, товщину стінки 10-45 мм і довжину 3-4 м. Труби виготовляють з хризотилового азбесту (15%) і цементу (15%). Азбестоцементні труби з'єднуються між собою за допомогою муфт. Муфти можуть бути з азбестоцементу, пластмаси, сталі і фанери. Розроблено спосіб з'єднання труб за допомогою азбестоцементних муфт на стрічковому різьбленні. Такі колони опускаються на глибину до 200 м.

Одержала поширення конструкція з'єднання азбестоцементових труб за допомогою фанерних муфт з використанням гумових прокладок.

Колони азбестоцементних труб спускають на бурильних трубах з нижньою підтримкою. Недолік азбестоцементних труб - їхня непридатність для забивання чи посадки розхожуванням, велика товщина стінки, крихкість і обмежена міцність.

З полімерних труб обсадні колони найбільш застосовні труби з поліетилену, поліпропілену, вініласту і склопластиків. Труби з поліетилену за ДСТ 18599-73 випускаються діаметром 63-630 мм, товщиною стінки 2- 25 мм, довжиною 6-12 м.

Труби з'єднують зварюванням у стик. **Контактне зварювання встик** полягає в тому, що торці труб, що з'єднуються, притискуються до гарячої

поверхні нагрівального елемента і доводяться до в'язкотекучого стану. Потім нагрівач видаляють, а розм'якшені торці під тиском з'єднують один з одним і охолоджують.

Товстостінні труби ($b > 10$ мм) можна з'єднувати на різьбленні за типом "труба в трубу".

Під дією сонячної радіації поліетиленові труби старіють, підвищується їхня твердість і крихкість.

5 Технологія ударно-канатного буріння

Перед початком буріння розробляють конструкцію свердловини і технологію буріння, намічають необхідні гідрогеологічні і геофізичні дослідження, складають ГТН і визначають необхідне устаткування, технологічний, допоміжний і аварійний інструмент, прилади, матеріали і їх кількість. Методика складання конструкції свердловин аналогічна вже розглянутій при колонковому і роторному способах буріння.

Глибина свердловини визначається глибиною залягання корисної копалини чи досліджуваного горизонту.

Кінцевий діаметр залежить від мети буріння і призначення свердловини. При розвідці твердих корисних копалин для одержання представницької проби кінцевий діаметр може бути 148-198 мм. При бурінні свердловин на воду кінцевий діаметр визначається розмірами фільтра і водопідйомника і може досягати значних розмірів - від 148 до 445 мм і більше.

Число колон обсадних труб залежить від стійкості порід у проектному геологічному розрізі, наявності водоносних і водовбирних горизонтів, мети буріння і виходу кожної наступної колони з-під башмака попередньої. Вихід колони при ударно-канатному бурінні в пухких і м'яких хитливих породах приймають 30-50 м, а при бурінні з розширювачем у стійких породах - до 100 м.

Башмаки обсадних колон рекомендується встановлювати в щільних породах на 2-3 м нижче контакту. Піски і пливуні варто перекривати однією колоною обсадних труб. Башмак повинен бути задавлений у грузлу породи на 0,5-1 м, а в міцних породах затампонований глиною чи цементним розчином.

ГТН має таку ж форму, як і при колонковому бурінні, тільки змінюють параметри режиму буріння.

ЛЕКЦІЯ 5 ШНЕКОВЕ БУРІННЯ

1. Загальні відомості.
2. Буровий інструмент.
3. Технологія буріння.

1 Загальні відомості

Шнекове буріння застосовують на глибину до 50-80 м діаметром від 60 до 400 мм у м'яких і пухких породах I-IV категорії. При цьому способі буріння порода руйнується долотом, а транспортується шнеками, що являють собою трубу із закріпленою на ній гвинтоподібно сталеву стрічкою. Шнек, угвинчуючись в зруйновану долотом породу як гвинт у гайку, піднімає її до устя свердловини. Порода піднімається за рахунок різниці частот обертання шнеків і породи. Ця різниця частот обертання обумовлена неоднаковою величиною коефіцієнта тертя породи об стінки свердловини й гвинтову поверхню шнека.

При русі породи від вибою до устя відбувається часткове втирання її в стінки свердловини, оштукатурювання і закріплення їх. Долото охолоджується в результаті швидкого впровадження в усе нові шари порід з відносно низькою температурою. Висока швидкість заглиблення свердловини обумовлена швидким руйнуванням нетвердих порід і підйомом шнеками їхніх великих шматків без додаткового дроблення.

Оскільки для шнекового буріння не потрібно промивної рідини, то застосовувати його особливо ефективно в безводних районах і умовах Півночі, де переважають низькі температури.

Перевагами шнекового буріння є: висока механічна швидкість (до 40-80 м/ч), незначні витрати часу на монтажні-демонтажні роботи і допоміжні операції; можливість добору керна при використанні колонкових шнеків; порівняно великий діаметр свердловини; відсутність потреби в промивній рідині.

До недоліків варто віднести: велика витрата потужності, невеликі глибини буріння і тільки в м'яких породах, труднощі складання якісної геологічної документації.

2 Буровий інструмент

Буровий снаряд шнекового буріння складається з колони шнеків, іноді декількох обважнених шнеків і долота. При доборі непорушених зразків до складу бурового снаряда включають колонковий шнек і спеціальне колонкове долото.

Оскільки в процесі буріння на стінках свердловини утворюється скоринка, що зменшує її діаметр, то для зниження потужності, що витрачається на тертя спіралі шнеків об стінки, необхідно, щоб діаметр долота не менше ніж на 10-20 мм перевищував діаметр шнекової колони. Значне зменшення діаметра

долота в процесі буріння може призвести до вгвинчування спіралі шнеків у стінки свердловини і їхній прихват.

Шнеки і лопатеві долота для буріння свердловин на воду випускають за ДСТ 24328-80.

Існує кілька різновидів доліт для шнекового буріння.

Долото трилопатеве типу ДБШ (рис. 5.1,а) з литим сталевим корпусом має зубцюваті лопати з нахилом по гвинтовій лінії. Одна з них може переходити в спіраль шнека. Бічна поверхня лопат армується восьмигранниками, а зуби - пластинами сплаву ВК-8.

Долота випускають марок ДБШ-135, ДБШ-150, ДБШ-180, ДБШ-200, ДБШ-300 і ДБШ-300У діаметром відповідно 151, 165, 198, 215, 320 мм.

СКВ ВПО «Союзгеотехніка» розроблені долота типу ДРШ (рис. 5.1,б). Долото складається з литого корпусу з двома лопатами, встановленими під кутом 15° до осі корпусу. Одна лопата калібрує і зміщена щодо іншої за висотою на 3-5 мм. Частини долота, що ріжуть, армуються різцями сплаву ВК6, ВК8В. Долота призначені для буріння в породах II-V категорій із прошарками порід середньої твердості і твердих.

Долота типу ДРШ за ДСТ 24328-80 мають знімні лопати, призначені для буріння м'яких порід і випускаються марок ДРШ-80, ДРШ-100, ДРШ-200 діаметром відповідно 90, 110, 215 мм. Передбачено випуск доліт ДБШ і ДРШ із з'єднаннями за допомогою багатогранника з нарізними сполученнями.

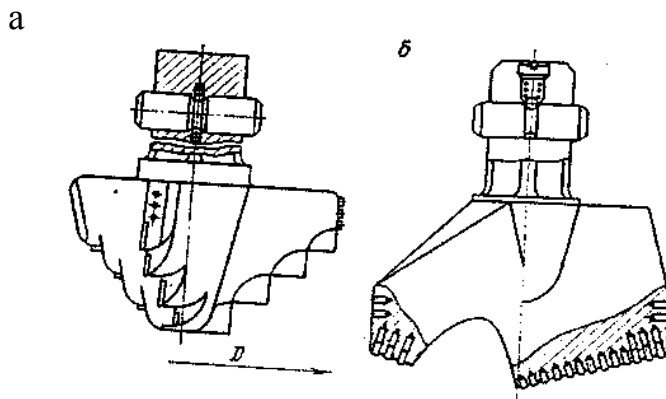


Рисунок 5.1 – Долота для шнекового буріння

Передбачено випуск шнеків ШБ діаметром 135, 150, 180, 200, 300 і шнеків ШС діаметром 80 і 100 мм. Довжина шнеків 1-2,5 м.

Шнек (рис. 5.2) являє собою трубу, до зовнішньої поверхні якої по гвинтовій лінії приварена спіральна сталева стрічка товщиною 5-6 мм. Її крок приймається для м'яких грузлих порід 0,5-0,7, а для сипучих і твердих порід - 0,86-1,0 діаметра шнека.

Шнеки виготовляють двох типів: без прохідного і з прохідним отвором. Долото зі шнеком і шнеки між собою з'єднуються безрізбовими і нарізними сполученнями. При безрізбовому з'єднанні (шнеки типу ШБ) на шестигранний хвостовик чи долота шнека надягають муфту наступного шнека й в отвір забивають палець, що від випадання утримується фіксатором. При

нарізному сполученні (шнеки типу ШС) використовують спеціальне різьблення з кроком 6, 8, 16 мм.

Для добору непорушених зразків порід (керна) застосовують колонковий шнек. Він складається з порожнього шнека з великим прохідним отвором у трубі, роз'ємній керноприємній гільзі і коронки. Гільзу з порожнього шнека можна витягати тільки після відгвинчування коронки. Колонковий шнек забезпечує одержання керна лише в супісях і суглинках і вимагає частого підйому бурового інструмента зі свердловини.

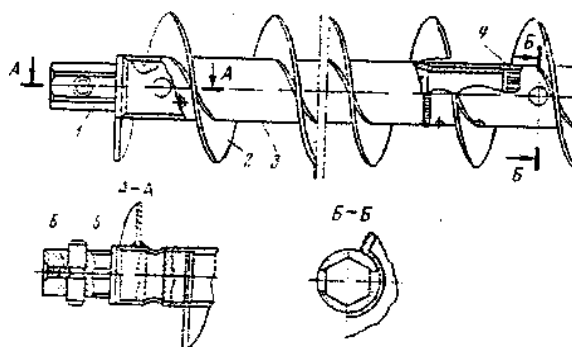


Рисунок 5.2 – Шнеки:

- 1 - хвостовик; 2 - спіраль (реборда);
- 3 - труба; 4 - муфта замка;
- 5 - палець; 6 - фіксатор.

При необхідності безупинного добору непорушених зразків порід застосовують шнековий інструмент зі зйомною ґрунтоноскою.

3 Технологія буріння

Основними параметрами технологічного режиму шнекового буріння є осьове навантаження і частота обертання.

Підйом породи по шнеках можливий тільки при визначеній частоті їхнього обертання. Як показують розрахунки і досвід буріння, частота обертання шнекової колони повинна бути 100-200 об./хв. При малих частотах її обертання погіршується транспортування породи, а при великих - виникають вібрації бурового інструмента. Пропускна здатність шнекового транспортера повинна бути не менше продуктивності долота з урахуванням розбурювання стінок свердловини і розпушення породи. У більшості випадків бурять без додаткового осьового навантаження на долото.

У м'які породи долото впроваджується під дією ваги шнеків, обертателя і реактивного зусилля, що виникає при транспортуванні зруйнованої породи. Це зусилля може досягати 0,8-1,2 кН на 1 м довжини шнекової колони. Тому дуже часто бурять з розвантаженням долота за допомогою лебідки чи механізму подачі. Додаткове осьове навантаження створюється тільки при забурюванні свердловини, при буравленні в мерзлих породах, сухих щільних глинах, відносно твердих породах і може досягати 15-30 кН.

Піщано-глинисті відкладення типу супісей, суглинків, вологих пісків, піщаних глин дуже ефективно бурять двох- і трилопатевиими долотами при частоті обертання 200- 300 об./хв без примусової подачі чи додатковим осьовим навантаженням 4-5 кН.

Буріння в'язких щільних глин становить значні труднощі у результаті утворення сальників на долоті і шнеках, припинення транспортування породи, збільшення тертя шнеків об стінки свердловини. Тому при бурінні грузлих глин необхідно застосовувати долота з плавним переходом лопат, що ріжуть, на спіраль шнека, шнеки зі зменшеною величиною кроку спіралі; знижувати швидкість подачі до 12- 15 см/хв, максимально збільшувати частоту обертання, розходжувати буровий снаряд; підливати в свердловини воду 10- 20 л на 1 м чи при порожнистих шнеках накачувати насосом 2- 5 л/хв; періодично включати вібратор. Якщо вказані заходи не дають позитивних результатів, колону шнеків через кожні 1,5-2 м заглиблення піднімають і очищають від глини.

Хитливі породи, водоносні піски і пливуні бурять при високих частотах обертання інструмента і максимальній подачі з одночасним кріпленням трубами. Обсадна колона опускається під власною вагою і під дією реактивних сил, що виникають на внутрішній поверхні труб при русі породи по шнеках. При необхідності застосовується їхнє примусове занурення вібраторами, задавлюванням чи забиванням.

Тверді породи (аргіліти, піщаники V категорії) бурять долотами, армованими різцями твердого сплаву ВК8 з наступним наплавленням релітом, при осьовому навантаженні 20 кН і частоті обертання 100-130 об./хв. Для кращого очищення свердловини після закінчення буріння рекомендується протягом декількох хвилин буровий інструмент обертати з частотою 300 об./хв.

Для буріння **галечникових відкладень** рекомендується застосовувати долота, що мають грані, які ріжуть, з профілем по кривій рівного зносу.

Дрібні гравійно-галечникові відкладення бурять на високих частотах обертання бурового снаряда (до 300 об./хв). При цьому можуть виникати вібрації. Для їхнього попередження над долотом установлюють два-три завантажених шнеки.

Більш великі валунно-галечникові відкладення бурять при невеликих, 30-40 об./хв., частотах обертання без додаткового навантаження на буровий інструмент. Великі гальки і валуни відбиваються убік чи руйнуються при розходжуванні й обертанні снаряда.

Випробування свердловин при шнековому бурінні здійснюється звичайно шляхом добору зразків породи з лопат шнека в міру виносу її на поверхню. Але при цьому відбувається інтенсивне переміщення породи і важко визначити глибину, з якої був піднятий зразок.

Глибину залягання шару (у м) можна визначити за формулою

$$H_{\text{п}} = H \cdot K,$$

де H - глибина свердловини, м; K - коефіцієнт, значення якого залежить від властивості порід і для різних порід знаходиться в межах 0,76-0,95 (менші значення для дрібнозернистих пісків, більші - для суглинків і глин).

Для більш точного визначення глибини залягання порід припиняють заглиблення свердловини до повного виносу зруйнованої породи, а потім зразок відбирають після поновлення буріння. Ще більш точно проби можна відбирати при низьких частотах обертання інструмента, при яких швидкість підйому породи по шнеках приблизно відповідає швидкості подачі і її винос на поверхню не відбувається. У цьому випадку проби відбирають при підйомі шнекової колони. Для відбору монолітів застосовують колонкові шнеки, чи ґрунтоноси шнекові колони зі знімним ґрунтоносом. Через порожні шнекові колони можливо зарядження сейсмічних свердловин, установка фільтрів і проведення комплексу гідрогеологічних досліджень. Продуктивність шнекового буріння залежно від геологічних умов, глибини свердловини, застосовуваного бурового інструмента й устаткування змінюється в межах від 300-500 до 1500-5000 м/ст.-мес.

ЛЕКЦІЯ 6 ВІБРАЦІЙНЕ БУРІННЯ

1. Сутність вібробуріння.
2. Принцип дії вібратора.
3. Буровий інструмент.
4. Технологія буріння.

1 Сутність вібробуріння

Вібробуріння застосовують переважно при інженерно-геологічних вишукуваннях, а також при розвідці розсипних родовищ, газовій розвідці на нафту, глибинній еманацийній зйомці у відносно нетвердих породах I-IV категорії за буримістю.

Розрізняють два різновиди вібраційного буріння: чисто вібраційне й ударно-вібраційне. У першому випадку інструменту передаються вібраційні навантаження від вібратора, в другому – ударні імпульси високої частоти від вібромолота.

Вібромеханізми використовують також для занурення паль, спуску і вилучення обсадних труб, ліквідації аварій, зв'язаних із прихватом снаряда на вибої, очищення зондів і колонкових труб, разглинізації стінок свердловин, інтенсифікації приготування та очищення промивних рідин та ін.

Сутність вібробуріння полягає в наступному (рис. 6.1,а).

Буровий снаряд, приєднаний до вібромеханізму, піднімається лебідкою бурової установки чи автокраном у вертикальне положення, встановлюється на ґрунт, і йому передаються вібраційні навантаження чи удари високої частоти. Під впливом вібраційного навантаження частки породи, розташовані в безпосередній близькості від бурового снаряда, приводяться в коливальний рух і відокремлюються від масиву. У результаті цього значно зменшуються сили зчеплення між частками, а також тертя між буровим снарядом і породою. Якщо амплітуда коливань перевищує розміри часток, то навколо бурового снаряда утвориться подібність суспензії, і він занурюється в породу під власною вагою.

У піщаних породах вплив вібрації позначається сильніше, ніж у глинистих. Але в глинистих породах під час вібрації виникають тиксотропні явища, що викликаються переходом фізично зв'язаної води у вільну. Порода розріджується. Вільна вода діє як змащення при зануренні снаряда. При припиненні вібрацій вона переходить знову в зв'язаний стан, і порода в зразку практично не відрізняється від породи в масиві. Отже, ефективність вібробуріння значною мірою залежить від вологості прохідних порід.

При віброударному бурінні руйнування відбувається шляхом дроблення і витіснення породи. У даний час частіше використовують віброударне буріння.

Досвід показує, що найкращу вібробуримість мають сильно зволожені супісі і суглинки, гіршу – тугопластичні глини і щільні піски, більш погану – великоуламкові й насипні ґрунти.

Віброметодом бурять свердловини діаметром 60-146 мм на глибину 25 м. При більшій глибині заглиблення припиняється внаслідок загасання вібрацій у колоні бурильних труб.

Більш глибокі свердловини можна бурити тільки за допомогою заглибних вібраторів.

2 Принцип дії вібратора

Для буріння свердловин застосовують механічні двоблочні ексцентрикові вібратори спрямованої дії (рис. 6.1,б).

Два ексцентрично розташованих щодо осей обертання вантажі (дебаланси) обертаються в протилежні сторони з однаковою кутовою швидкістю і з однаковим фазовим кутом. Відцентрові сили Q_1 і Q_2 , що виникають при обертанні ексцентриків, у будь-який момент рівні, тому що маси ексцентриків і їхніх ексцентриситетів однакові:

$$Q_1 = Q_2 = m \cdot e \cdot \omega^2, \quad (6.1)$$

де Q_1 і Q_2 - відцентрові сили, Н;

m - маса дебалансу (ексцентрика), кг;

e - зміщення центра ваги дебалансу щодо осі обертання (ексцентриситет), м;

ω - кутова швидкість, s^{-1} .

Горизонтальні складові сил Q_1 і Q_2 — F_1 і F_2 при будь-якому положенні вантажів рівні і, оскільки спрямовані в протилежні сторони, взаємно врівноважуються.

Вертикальні складові сил Q_1 і Q_2 — P_1 і P_2 також рівні, але спрямовані в одну сторону.

Їх результуюча (збурююча) сила дорівнює

$$P = P_1 - P_2. \quad (6.2)$$

Збурююча сила вібраторів змінюється від нуля (при положенні вантажів на осі $0^\circ - 180^\circ$) до максимуму (при положенні вантажів на осі $90^\circ - 270^\circ$). При цьому при проходженні вантажів над віссю $0^\circ - 180^\circ$ вона спрямована нагору, а під віссю - униз. Таким чином, вібратор створює знакозмінні, спрямовані уздовж вертикальної осі коливання.

Величина максимального зусилля вібратора, що обурює,

$$P_{\max} = 2m \cdot e \cdot \omega^2. \quad (6.3)$$

Вібромолот (рис. 6.1,б) являє собою той же вібратор, що не має твердого зв'язку з буровим інструментом і наносить усією своєю масою удари по ковадлу. До ковадла приєднується буровий снаряд

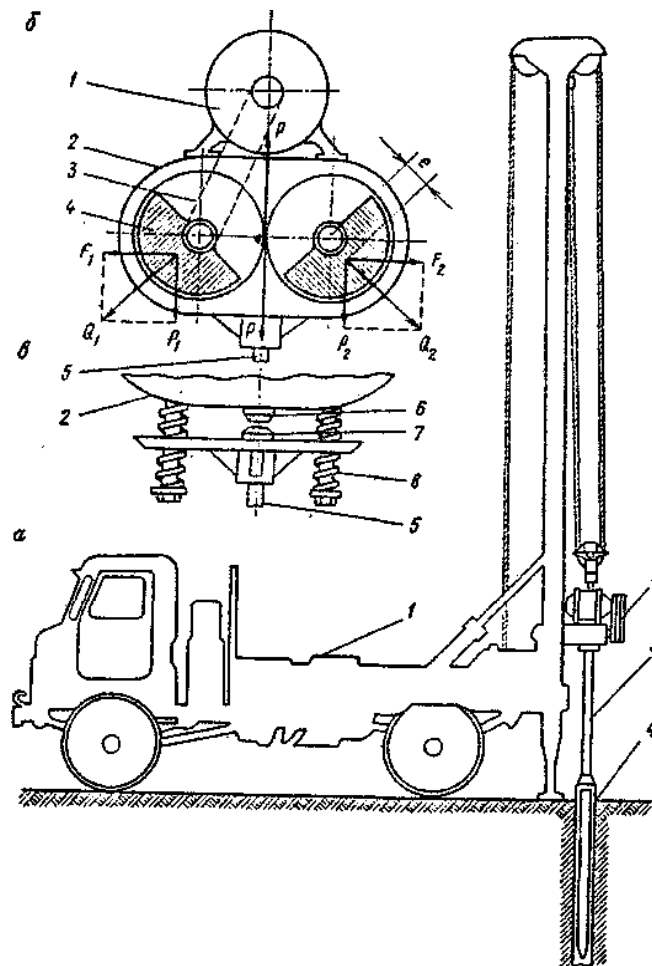


Рисунок 6.1 – Принципова схема віробуріння і заглибних вібраторів:
 а - схема вібраційного буріння: 1 - бурова установка, 2 - вібратор (вібромолот);
 3 - бурильні труби, 4 - віброзонд; б – схема вібратора; в-схема вібромолота:
 1 - електродвигун; 2 - корпус; 3 - клиноремінна передача; 4 - ексцентрик (дебаланс);
 5 - перехідник на буровий снаряд; 6 - бойок; 7 - коваadlo; 8 - пружина.

3 Буровий інструмент

Буровий снаряд для віробуріння складається з бурильних труб і породоруйнуючого інструмента.

У якості породоруйнуючих інструментів найбільш часто застосовують зонди, стакани, ґрунтоноси, желонки (рис. 6.2). **Зонд** (рис. 6.2, а) являє собою трубу довжиною 1-3 м з поздовжніми прорізами, що має на верхньому кінці перехідник для приєднання до бурильних труб, а на нижньому -загострено кільце (башмак). Башмак має товщину стінки трохи більшу, ніж корпус, що зменшує тертя зонду об породу. Кут загострення башмака від 15 до 60°. Край, що ріже, наплавляється твердим сплавом чи гартується. У великоуламкових породах (валунно-галечникових) застосовують зонди з зубцюватими башмаками.

Ширина прорізу залежить від властивостей порід і в стійких породах має кут вирізу 140-160°, у менш стійких - 90-140°. Для дуже щільних глинистих

порід використовують зонди з двома чи трьома прорізами. У цьому випадку для збільшення твердості труби прорізи по довжині виконують з перемичками. При бурінні в незв'язних породах застосовують зонди з нижнім клапаном. Зонд без прорізів називається стаканом.

Грунтонос (рис. 6.2, б) служить для відбору проб з непорушеною структурою в пухких породах. Повітря чи вода виштовхується керном через отвір, що закривається клапаном. При підйомі непорушений зразок утримується вакуумом, що утворюється під клапаном. Витягується керн разом з рознімною трубою 5.

Желонку використовують для буріння сипучих і пливучих порід. Від зонда вона відрізняється конструкцією башмака, отвір якого цілком перекривається одно- чи багатопелюстковим клапаном.

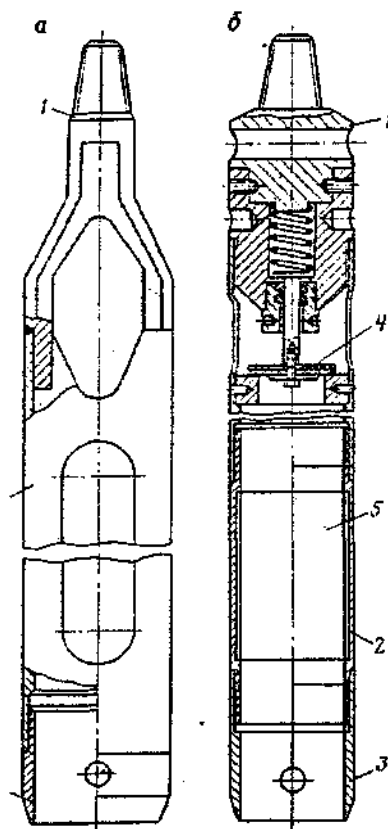


Рисунок 6.2 – Породоруйнуючий інструмент для вібробуріння:
а - віброзонд; б – грунтонос: 1 - перехідник (вилка) з різьбою; 2 - труба; 3 - башмак; 4 - клапан; 5 - рознімна керноприймальна труба

Бурильні труби застосовують діаметром 50 і 63,5 мм із замковими з'єднаннями. При глибинах буріння понад 25 м їх підсилюють наваркою поздовжніх стрижнів з профільного прокату з метою збільшення твердості і зменшення декременту загасання коливань. При буравленні свердловин переносними вібробурами використовують шестигранні штанги діаметром 20-25 мм.

Для кріплення свердловин застосовують обсадні труби діаметром 108, 127, 146 мм із ніпельними з'єднаннями і 168 мм із муфтовими з'єднаннями. У

комплект інструмента для вібробуріння входять також різні перехідники, пристрої для виконання спуско-підйомних операцій, приналежності до бурильних і обсадних труб і т.п.

4 Технологія буріння

Основними технологічними параметрами вібраційного буріння є момент дебалансів, частота коливань и вага вібратора; **ударно-вібраційного –** швидкість удару, вага ударної частини і частота ударів вібромолоту.

Вібраційні бурові установки оснащуються віброзаглиблювачами з постійними параметрами, тому в процесі буріння параметри технологічного режиму не регулюються.

Для ефективного буріння свердловин глибиною 15-25 м віброзаглиблювач повинен мати приблизно наступні параметри: момент дебалансів 15-25 1Н-м, частоту обертання 1000- 1500 об/хв, маса ударної частини 3000-5000 кг, потужність приводного двигуна 7-10 кВт. При бурінні глин, суглинків, щільних слабковологих пісків рекомендується застосовувати низькочастотні віброзаглиблювачі з великим моментом дебалансів; при бурінні супісєй і вологих пісків - високочастотні. У легких умовах оптимальна довжина рейсу знаходиться в межах 2-7 м, середніх - 1,5-3.5 м, важких - 0,3-3 м. Оптимальна довжина рейсу на 5-20 % менше граничної, що визначається на початку буріння дослідним шляхом.

Б. М. Ребриком встановлена залежність швидкості буріння v від глибини H :

$$v = 2,84/H - 0,47 \quad (6.4)$$

Процес вібробуріння рекомендується припиняти, якщо швидкість занурення бурового снаряда знизилася до 0,05 м/хв.

Великоуламкові породи бурять зондами з зубцюватим башмаком при повертанні бурового снаряда вручну, а значні товщі водоносних пісків і пливунів - з одночасним кріпленням свердловини обсадними трубами. Свердловину забурюють великим діаметром з поступовим його зменшенням за мірою углублення. При вібраційному бурінні вихід керна близький до 100%, послідовність залягання порід, їхня потужність і положення контактів визначаються точніше, ніж при інших засобах, можливе одержання орієнтованого керна.

Для забивання і витягування обсадних труб застосовують вібромеханізми з моментом дебалансів не менше 40 Н-м при частоті обертання 1000-1500 об/хв. Їх включають на 10- 15 хв з одночасною натяжкою на гаку до 10 кН, при цьому зусилля підйому зменшується в 10 разів.

Вібромеханізми забезпечують ефективний витяг обсадних колон при їхній довжині до 100 м (50-70 м). Вібромеханізми треба перевіряти перед їхнім пуском і через кожні 30 хв роботи. Повний контроль усіх вузлів і з'єднань відбувається через 24 год. роботи. Під час роботи вібромеханізму забороняється знаходитися в площині обертання його ексцентриків, стикатися з вібруючими частинами.

ЛЕКЦІЯ 7 КОЛОНКОВЕ БУРІННЯ

1. Сутність і схема установки.
2. Переваги й область застосування.
3. Буровий інструмент.
4. Обсадні труби і колони. Елементи розрахунку.
5. Бурильні труби і колони.

1 Сутність і схема установки

Сутність колонкового обертального буріння полягає в тому, що гірська порода руйнується по зовнішній кільцевій частині поперечного перерізу свердловини зі збереженням стовпчика породи - керна.

Принципова схема сучасної бурової установки для обертального колонкового буріння приведена на рисунку 7.1.

На місці запроектованої свердловини встановлюються вишка (щогла) 20, а в буровому будинку 23 - буровий верстат 21, буровий насос 22 із двигунами 24 і 25, пульт керування 26 і панель контрольно-вимірювальних приладів і апаратури, реєструє 27, труборозворот 28. Для циркуляції промивної рідини є циркуляційна система, що складається з жолобів 29 і відстійників 19.

Колонковий набір, що складається з коронки 1, колонкової труби 3 і перехідника 4, опускається в свердловину на колоні бурильних труб 5. Бурильну колону опускають за допомогою лебідки 8 верстата через талеве оснащення, що включає в себе талевий блок 14, талевий канат 15 і кронблок 16. Бурильні труби згвинчуються і розгвинчуються труборозворотом. Опущена в свердловину колона з'єднується з ведучою бурильною трубою 10, що проходить через обертатель 7 верстата і підвішеної через вертлюг-сальник 12 і вертлюг-амортизатор 13 до талевого блоку. Ведуча бурильна труба закріплюється в затискному патроні 9 обертателя, що передає обертання бурильній колоні в процесі буріння. Включається насос, що засмоктує промивну рідину з відстійника через храпок (фільтр) 17 і усмоктувальний шланг 18. Далі промивна рідина подається через нагнітальний шланг 11 і вертлюг-сальник усередину бурильної колони. Відповідно до фізико-механічних властивостей буримих порід буровій коронці передаються необхідна частота обертання й осьове навантаження при відповідній витраті промивної рідини. Коронка, руйнуючи породу по кільцевому вибої, вибурює керна 2, що надходить у колонкову трубу. Промивна рідина охолоджує коронку, очищає вибій від вибурених часток порід (шламу) і піднімається в затрубному просторі. Далі виходить на поверхню з направляючої труби 6, попадає в жолоби і відстійники, де очищається від шламу і знову надходить у насос.

Після заповнення колонкової труби керном затуплення коронки буріння припиняють, керна заклинюють від випадання і снаряд піднімають на поверхню. Після витягування керна і заміни коронки буровий знаряд опускають у свердловину і продовжують буріння. Процес буріння контролюють за контрольно-вимірювальними приладами і апаратурою.

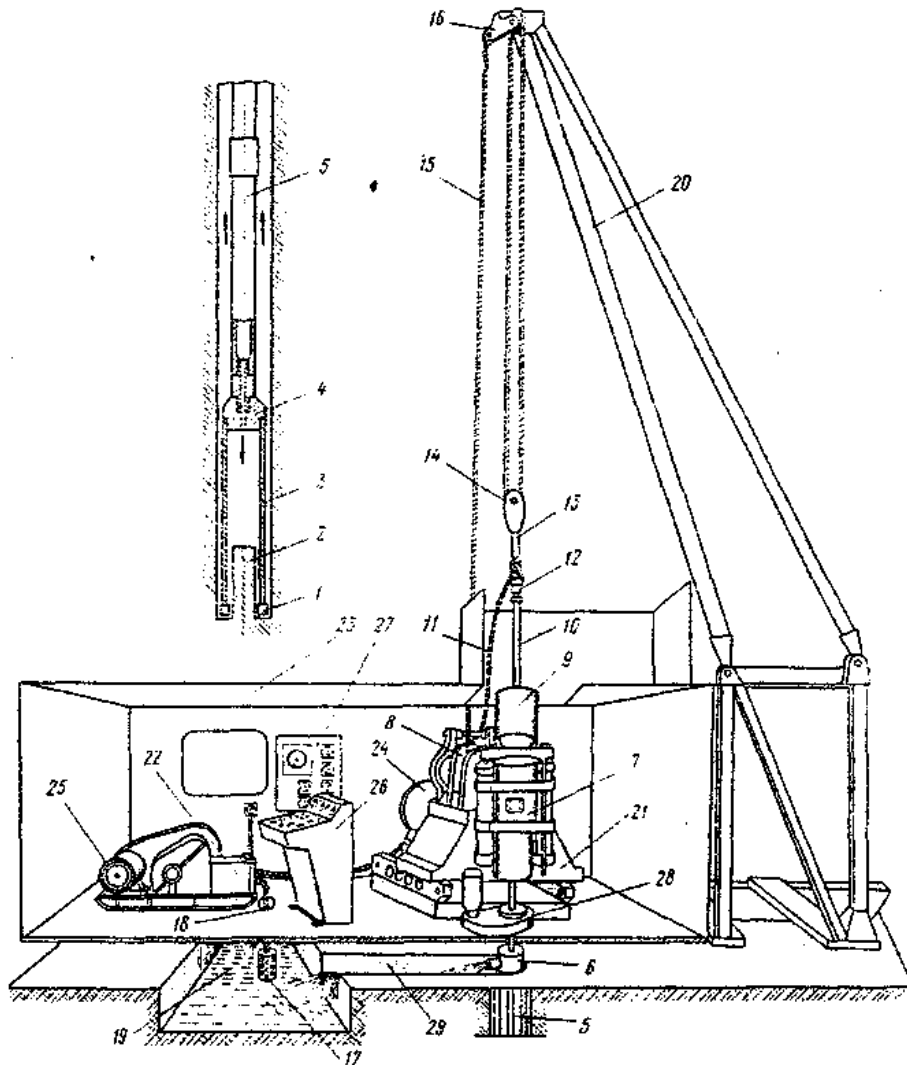


Рисунок 7. 1 – Схема бурової установки колонкового буріння

Пробурені інтервали свердловини, представлені обвальними чи поглинаючими породами, звичайно закріплюють обсадними трубами, а буріння вже продовжують коронками меншого діаметра.

У міру необхідності, а також після закінчення буріння в свердловині виконують геофізичні і гідрогеологічні дослідження. Свердловина, що виконала геологічне завдання чи своє призначення, ліквідується, а устаткування демонтується і перевозиться на нову точку.

2 Переваги й область застосування

Колонкове буріння одержало дуже широке розповсюдження, тому що дозволяє: 1) одержувати зразки (керна) породи непорушеної структури вздовж всього стовбуру свердловини, що забезпечує високу геологічну інформативність результатів буріння; 2) бурити свердловини в породах будь-якої твердості під кожним кутом (вертикальні, похилі, горизонтальні); 3) бурити породоруйнуючими інструментами малих діаметрів на великі глибини

при порівняно компактному і легкому устаткуванні з невеликими витратами енергії і засобів.

У зв'язку з цим колонкове буріння стало основним засобом пошуків і розвідки родовищ твердих корисних копалин у будь-яких геолого-технічних умовах.

Дослідження керна і геологічні побудови, виконані за результатами колонкового буріння, дозволяють досить точно встановити глибину і елементи залягання, потужність, якість і запаси корисної копалини, морфологію й у цілому геологічну будову родовища. Крім того, колонкове буріння успішно застосовується при інженерно-геологічних розвідках, гідрогеологічних роботах, гідромеліоративній зйомці, вивченні структур на нафту і газ та ін.

Для руйнування породи при колонковому бурінні використовують коронки, армовані алмазами і твердими сплавами, а також буровий дріб із дробовими коронками. У зв'язку з цим розрізняють **наступні види буріння**: твердосплавне для буріння порід I-VIII категорій за буримістю, алмазне і дробове --VII-XII категорій за буримістю.

Діаметри свердловин, прийняті за діаметром коронок, за прийнятим стандартом бувають від 36 до 151 мм.

Глибина свердловин I змінюється від декількох метрів до декількох тисяч метрів. Найглибша свердловина в Україні пробурена колонковим способом на Українському щиті глибиною 3500 м і кінцевим діаметром 59 мм. У даний час колонкове буріння здійснюється обертальним і ударно-обертальним способами (гідро- і пневмоударниками). Для досягнення високих техніко-економічних показників широко використовують комбіновані способи буріння в одній свердловині, наприклад, обертальний з ударно-обертальним, алмазний із твердосплавним, пневмоударний з гідроударним і т.д. Однак необхідність частих підйомів снаряда з свердловини для звільнення колонкової труби від керна істотно знижує продуктивність колонкового буріння. Для підвищення ефективності колонкового буріння в інтервалах, де породи досить вивчені і не містять корисної копалини, доцільно бурити безкерновим засобом за допомогою доліт різної конструкції.

Таким чином, у свердловині здійснюється комбіноване буріння з відбором керна і безкерновим способом. Розроблені й успішно застосовуються снаряди зі знімними керноприймальниками (ССК і КССК), а також комплекси з гідротранспортом керна (КГК-100), що дозволяють витягувати зі свердловини керн без підйому бурильної колони. Це різко скорочує витрати на СПО й в 2-4 рази підвищує швидкість колонкового буріння.

3 Буровий інструмент

Колонковий набір – це частина бурового снаряду колонкового буріння, призначена для руйнування гірської породи, прийому і збереження керна.

Залежно від виду стирання матеріалів розрізняють колонкові набори для твердосплавного, алмазного і дробового буріння (рис. 7.2).

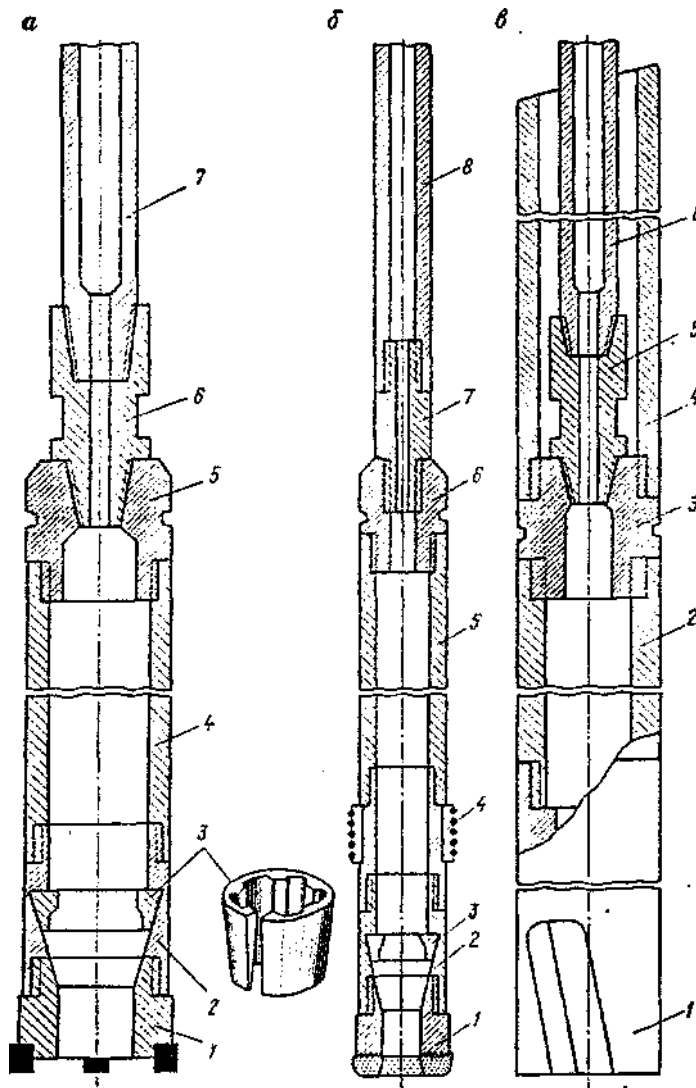


Рисунок 7.2 – Колонкові набори:

- а – твердосплавного буріння: 1 – твердосплавна коронка; 2 – корпус керновідривача; 3 – відривне кільце; 4 – колонкова труба; 5 – перехідник; 6 – замковий ніпель; 7 – бурильна труба;
- б – алмазного буріння: 1 – алмазна коронка; 2 – корпус керновідривача; 3 – відривне кільце; 4 – алмазний розширник; 5 – колонкова труба; 6 – перехідник; 7 – ніпель; 8 – бурильна труба;
- в – дробового буріння: 1 – дробова коронка; 2 – колонкова труба; 3 – перехідник; 4 – шламова труба; 5 – замковий ніпель; 6 – бурильна труба.

До складу колонкового набору будь-якого типу входять коронка, колонкова труба і перехідник. Колонкові набори для твердосплавного й алмазного буріння можуть бути без керновательних пристроїв. Для збільшення довжини колонкових наборів до їхнього складу включають дві і більше колонкових труб, що з'єднуються між собою ніпелями.

Колонкові набори для алмазного буріння часто використовують без алмазних розширювачів; іноді до складу набору може включатися і другий розширювач, який ставлять між перехідником і колонковою трубою. Якщо

алмазний розширювач має внутрішню конусну проточку, тоді відривне кільце ставлять у неї і не потрібен корпус керновідривача.

У колонкових наборах для дробового буріння керновідривачі не застосовують.

4 Обсадні труби і колони. Елементи розрахунку

Обсадні труби призначені для закріплення хитливих стінок свердловин, перекриття напірних і поглинаючих горизонтів, ізоляції вище лежачих товщ порід від продуктивних покладів з метою їхнього випробування чи експлуатації і для інших цілей.

За допомогою з'єднань ("труба в трубу", ніпелів, муфт) чи зварювання обсадні труби з'єднуються в обсадні колони. Обсадна колона, що встановлюється в свердловині без виходу її верхнього кінця на устя, називається потайною.

Для запобігання розгвинчуванню нижньої частини обсадної колони практикують з'єднання на лівій різьбі чи на стик правих з'єднань наварюють тонкі пластини і т.п. При бурінні глибоких свердловин колонковим способом, коли за умовами розрізу вимагаються довгі обсадні колони, останні можуть бути з товстостінних труб (ніпельної заготівлі). Іноді для цих цілей використовують муфтові обсадні труби, що володіють значною міцністю і надійністю.

Обсадні колони при спуску в свердловину витримують розтягуючі осьові зусилля під дією власної ваги, що досягають максимальних значень до кінця спуску. При спуску можливі і розходження, тому виникають додаткові навантаження, що розтягують, викликані тертям труб колони об стінки свердловини.

На обсадну колону діють зовнішні (при спуску колони зі зворотним клапаном, поглинаннях і т.п.) **і внутрішні** (при цементуванні під тиском, зустрічі напірних горизонтів) **надлишкові тиски.**

Обсадні колони піддаються вигину при спуску в скривлені свердловини і тим більшому, чим більша інтенсивність скривлення і діаметр обсадних труб.

Унаслідок температурних змін, коли нижня і верхня частини колони надійно закріплені, остання може випробувати напруги стиску і вигину. На колону впливають також працююча в ній бурильна колона, корозійні явища та ін. Отже, обсадні колони знаходяться в складних умовах, піддаючись дії різних зусиль і факторів, що враховувати важко, особливо при їхній спільній дії. У колонковому бурінні обсадні колони з циліндричними трапецеїдальними різьбами перевіряють на напругу розтягання. Міцність обсадних труб оцінюють за граничною глибиною спуску обсадних колон, складених з цих труб. З'єднання обсадних труб рекомендується розраховувати на розтяг в небезпечному перерізі за різьбленням і на зминання витків циліндричного різьблення. У першому випадку граничну глибину спуску рекомендується визначати (у м) за виразом

$$L_{\text{пр.1}} = \frac{F\sigma_T}{2gq\left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}\right)}; \quad (7.3)$$

$$L_{\text{пр.2}} = \frac{0,785(d_0^2 - d_1^2)n\sigma_T}{2gq\left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}\right)}, \quad (7.4)$$

де F – площа небезпечного перерізу з'єднання за різьбленням, м^2 ; σ_T – межа текучості матеріалу труб, Па ; g – маса 1 м труб, кг ; d_0 – зовнішній діаметр різьблення, м ; d_1 – внутрішній діаметр різьблення, м ; n – число витків різьблення; $\rho_{\text{ж}}$ – густина промивної рідини, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ – густина матеріалу труб, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Найменше значення з двох величин $L_{\text{пр}}$ приймається за граничну глибину спуску обсадної колони.

5 Бурильні труби і колони

Бурильна колона — частина бурового снаряда, що складається з бурильних труб і їхніх з'єднань.

Бурильна колона призначена для спуску і підйому породоруйнуючого інструмента, передачі йому кругового моменту і осьового навантаження, подачі очисного агента (рідини чи повітря). За допомогою бурильної колони виконуються роботи з ліквідації аварій, а при бурінні із забійними двигунами (гідродударники, турбобури і т.д.) бурильна колона передає енергію для їхнього приводу. Спеціальні бурильні колони служать також для підйому всередині них керна (буріння ССК, КССК і з гідротранспортом керна).

Компонування і розміри бурильних колон залежать від геологічних умов і засобів буріння. Нижня частина бурильної колони часто складається з важких бурильних труб (УБТ) і з'єднується з колонковим набором, верхня частина - з ведучою бурильною трубою.

Для зручності спускопіднімальних операцій бурильна колона поділяється на складені частини рівної довжини - бурильні свічі. **Бурильна свіча** складається з двох чи декількох бурильних труб, що нерозгвинчуються у процесі спуско-піднімальних операцій. Довжина свічі залежить від глибини свердловини (висоти вишки).

Бурильні труби виготовляють з високоякісних суцільнотягнутих трубних заготівель. Сполучні різьблення нарізаються як праві (для буріння), так і ліві (для ліквідації аварій).

Державними стандартами передбачені два види з'єднань бурильних труб: муфтово-замкові і ніпельні. Бурильні труби муфтово-замкового з'єднання і ніпельного з'єднання за ДСТ 8467-57 виготовляють із сталей груп міцності К,

Д, а також сталей марок 40Х и 30ХГС, муфти - із сталей групи міцності К и Д, замки за ДСТ 7918-75 - зі сталі марки 40 ХН**, ніпелі - зі сталей марок 40Х и 45У. (*Сталь групи міцності К відповідає марці сталі 36Г2С. ** По ТУ замки також виготовляють із сталі 40ХН.).

Таблиця 7.1 – Механічні властивості сталей після термообробки

Механічні властивості	Сталь				
	Марки		Марки		
	К	Д	40 Х	40 ХН	45 У
Межа міцності при розтягу σ_B , МПа, не менше	686	637	764	882	686
Межа текучості σ_T , МПа, не менше	490	372	568	686	441
Відносне подовження δ_5 , %, не менше	12	16	14	15	14
Відносне звуження, % не менше	40	50	50	50	50

Перед нарізкою кінці бурильних труб у місцях з'єднань для збільшення міцності висаджують (потовщують) всередину при нагріванні до 1170-1230 °С. Бурильні труби діаметром 33,5 мм виготовляють без висадження кінців. Після висадження труби піддають термообробці: нормалізації чи загартуванню з високою відпусткою - зі сталі групи міцності К; загартування з високим відпустком - із сталей марок 40Х и 30ХГС.

Бурильні труби муфтово-замкового з'єднання (рис. 7.3, а) діаметром 42, 50 і 63,5 мм мають з обох кінців зовнішнє трубне трикутне різьблення з невеликою конусністю. З'єднуються труби у свічі за допомогою муфт, що мають внутрішнє трубне різьблення. Розміри бурильних труб і муфт приведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

Розміри труб, мм (див. рис. 7.3, а)					
Зовнішній діаметр, D	Товщина стінки, o	Висадження			
		Внутрішній діаметр		Довжина	
		біля торця d_1'	біля кінця висадки d_1	до перехідної частини l_1	перехідної частини l_2
42+0,45	5,0+0,6	25	22	100	20
42-0,45	5,0-0,5				
50+0,45	5,5+0,66	32	28	110	25
50-0,45	5,5-0,55				
63,5+0,65	6,0+0,72	45	40	120	30
63,5-0,65	6,0-0,5				

Профіль і розміри різьблення (у мм) (як правої, так і лівої) труб і муфт показані на рисунку 7.3, в, а її параметри приведені вище.

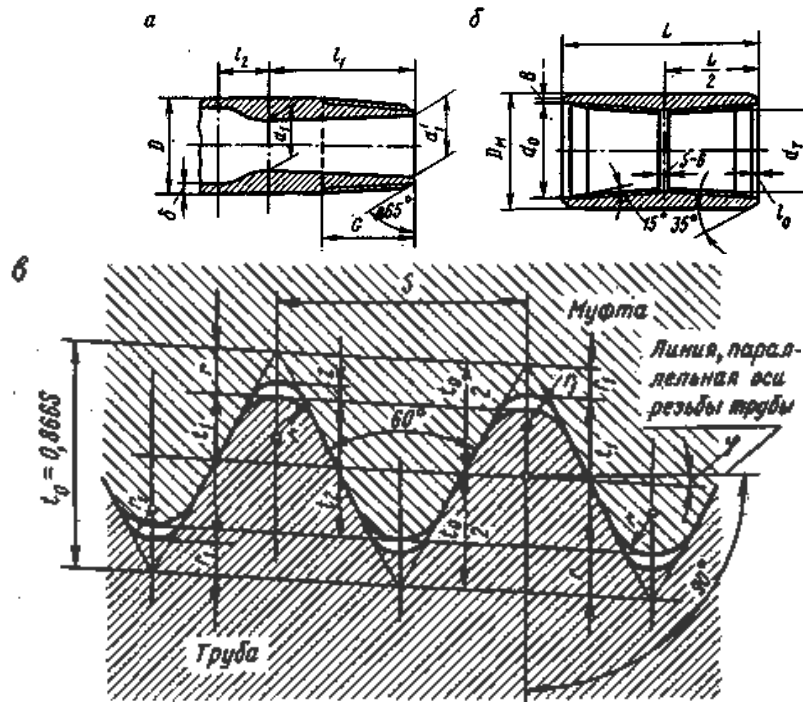


Рисунок 7.3- Бурильна труба муфтово-замкового з'єднання:
 а - бурильна труба; б - муфта; в - профіль трубного різьблення

Число ниток на 25,4	10	8
Діаметр труб	42 и 50	63,5
Крок різьби S	2,540	3,175
Глибина t	1,412	1,840
Робоча висота профілю t_2	1,336	1,734

Радіуси закруглення:

r	0,432	0,508
r_1	0,356	0,432
Зазор z	0,076	0,076
Кут ухилу φ	1° 47' 24"	
Конусність $2 \operatorname{tg}\varphi$	1 : 16	

Для з'єднання свіч у бурильну колону служать бурильні замки. **Замок** (рис. 7.4) складається з двох половин: замкового ніпеля і замкової муфти. На нижній кінець свічі нагвинчується замковий ніпель, що має з однієї сторони внутрішнє трубне різьблення, а з другої - зовнішнє замкове різьблення.

На верхній кінець свічі нагвинчується замкова муфта, що має на обох кінцях внутрішню різьбу - трубну під трубу і замкову під ніпель. При спуску колони в свердловину замковий ніпель верхньої свічі з'єднується із замковою

муфтою нижньої свічі. Муфта замка має два взаємно перпендикулярних прорізи - один під підкладну вилку, іншої під елеватор. На ніпелі замка зроблений один проріз. Розміри замків (у мм) дані в таблиці 7.3.

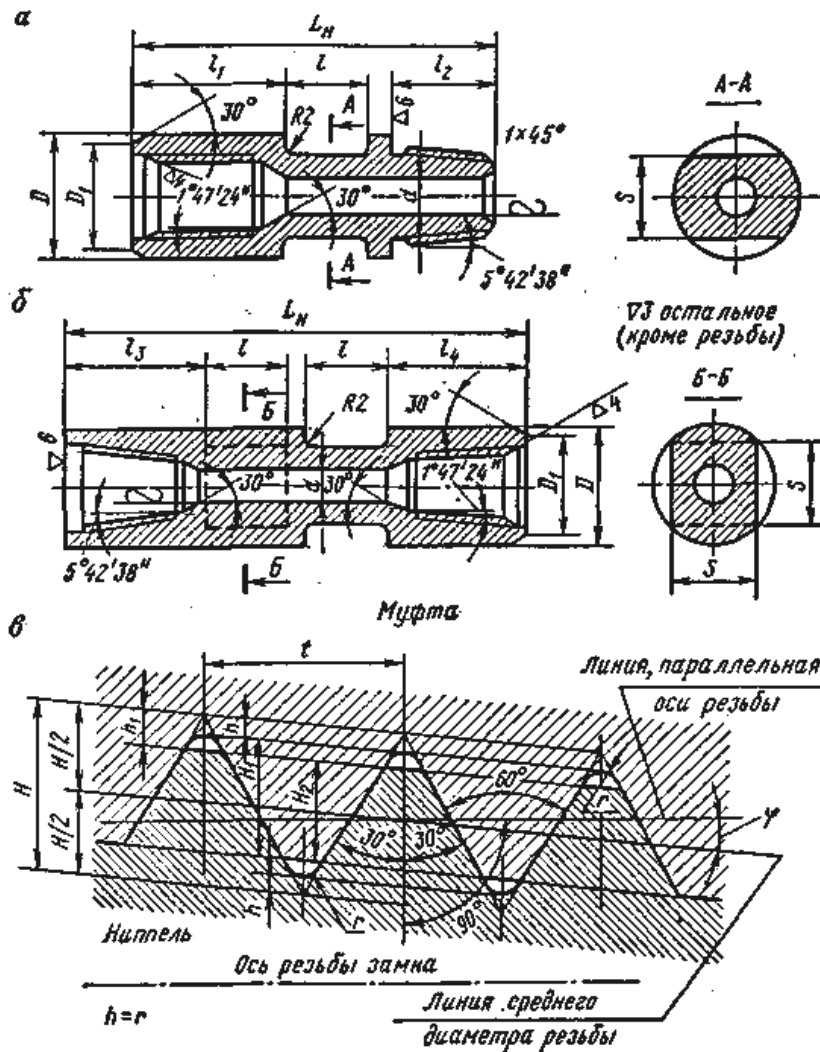


Рисунок 7.4 - Бурильний замок:

а - замковий ніпель; б - замкова муфта; в - профіль замкового різьблення

Розміри муфт, мм (див. рис. 7.3,б)							Збільшення маси 1 труби за рахунок висадження обох кінців, кг	Маса, кг	
Довжина різьблення G	Зовнішній діаметр D_M	Внутрішній діаметр різьблення в площині торця муфти d_f	Розточення			Довжина L(+3) L(-3)		1м гладкої частини труби	Муфти
			Діаметр $d_0(+0, 5)$	Глибина l_0	Ширина торцевої площини B				
50	57+0,9	39,667	44	3	4	130	0,65	4,56	1,4
	57-0,6								
55	65+1,0	47,667	52	3	4	140	0,96	6,04	1,7
	65-0,7								
60	83+1,2	60,421	65	5	6	150	1,57	8,51	2,9
	83-0,8								

Примітка. Бурильні труби діаметром 42 і 50 мм поставляють довжиною 1,5; 3 і 4,5 м; діаметром 63,5 мм -3; 4,5 і 6 м. Граничні відхилення за довжиною +100 і -50 мм.

Таблиця 7.3.

Замок	Зовнішній діаметр D _м	Ніпель і муфта					Ніпель			Муфта			Замок у зборі	
		D	D ₁	d	l	S	L _н	l ₁	l ₂	L _м	l ₃	l ₄	Довжина	Маса, кг
3-42	42	57	50	22	40	41	170	70	50	235	70	70	355	4,7
3-50	50	65	58	28	45	46	200	80	60	265	80	80	405	6,8
3-63,5	63,5	83	72	40	50	55	235	100	70	315	100	100	480	13,0

Профіль і розміри (у мм) замкової різьби (правої і лівої), показані на рисунку 7.4, приведені нижче.

Число ниток на довжині 25,4	6
Крок різьби S	4,233
Висота гострокутного профілю H	3,654
Глибина різьби H ₂	2,500
Робоча висота профілю H ₂	2,192
Радіус закруглення r	0,423
Радіус закруглення h ₁	0,731
Кут ухилу φ	5° 42' 38°
Конусність 2 tgφ	1:5

Замки 3-42-ТВЧ виготовляють відповідно до ТУ 41-01-199—46 Міністерства геології України з індукційним загартуванням струмами високої частоти замкової різьби. Замки 3-50 виготовляють у відповідності з ДСТ 7918-75. Зовнішня поверхня муфт і ніпелів піддається індукційній термообробці на глибину 1,5-2,5 мм до твердості не менше HRC 50, а замкова різьба - на глибину 3,3-5 мм від вершини профілю до твердості HRC 48-56 на довжині не менше 49 мм. Після індукційного загартування для зняття внутрішніх напружень замки піддають низькому відпуску чи операції, що його замінює. Замки 3-63,5 виготовляють у відповідності з ТУ 41-01-208—76.

Бурильні труби ніпельного з'єднання (рис. 7.5, а і табл. 7.4) діаметром 33,5; 42 і 50 мм на кінцях мають внутрішню циліндричну трапецеїдальну різьбу з кроком 6,35 мм (розміри в табл. дані в мм). У свічі бурильні труби з'єднуються за допомогою однопрорізних ніпелів типу А, що мають з обох кінців зовнішню трапецеїдальну різьбу. У бурильну колону свічі з'єднуються ніпелями типу А і типу Б (рис. 7.5, в і табл. 7.5, розміри дані в мм). Двопрорізний ніпель типу Б, що має з однієї сторони внутрішню, з другого -

зовнішню різьбу, нагвинчують на верхній кінець бурильної свічі; ніпель типу А нагвинчується на нижній кінець свічі.

Профіль і параметри різьби показані на рисунку 7.5, м і приведені (у мм) нижче.

Зовнішній діаметр труб	33,5	50и 42
Крок різьби S	6,35	
Кут нахилу бічних сторін профілю $a/2$, градус	5	
Робоча висота витка t	1,5	
Ширина витка біля вершини:		
зовнішньої різьби t	3,029	3,007
внутрішньої різьби m_1	3,044	3,022
Найменший зазор по ширині витка a		0,015

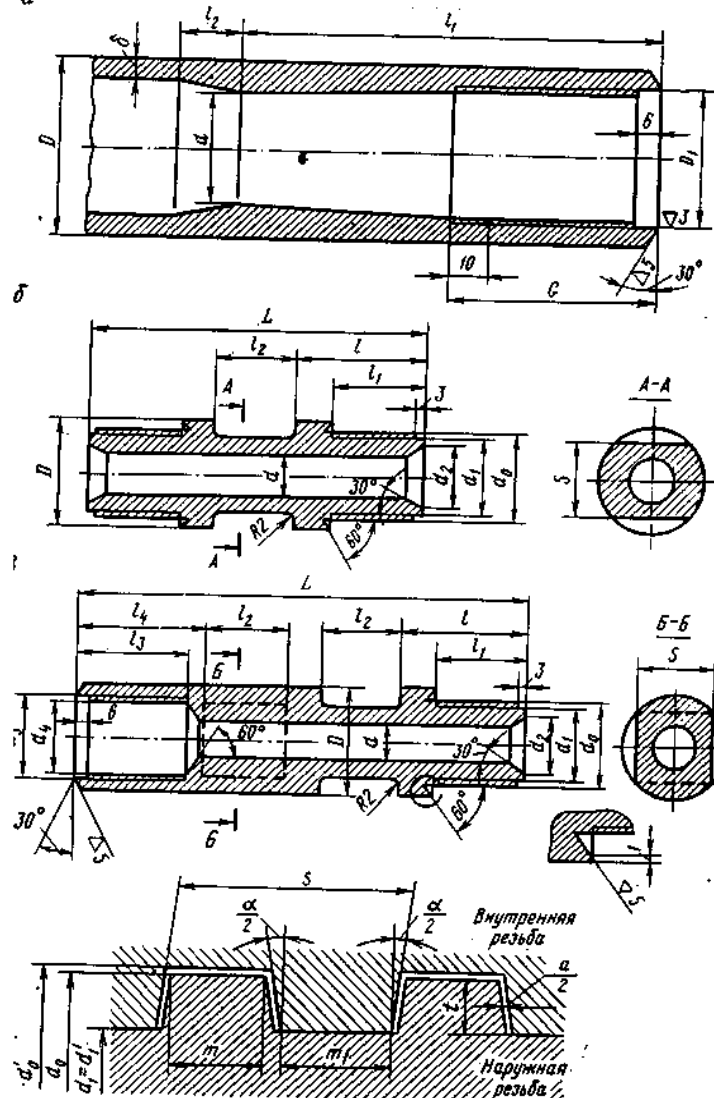


Рисунок 7.5 – Бурильна труба ніпельного з'єднання.:

а - труба; б - ніпель типу А; в - ніпель типу Б; г - профіль ніпельної різьби

Зовнішні діаметри бурильних труб і ніпелів однакові, що додає колоні гладкоствольність. Це дозволяє максимально наблизити діаметр бурильних труб до діаметра свердловини, що особливо важливо при високооборотному алмазному бурінні свердловин малих діаметрів. Гладкоствольні колони зручні при бурінні слабкопохилих, горизонтальних свердловин.

Таблиця 7.4

Зовнішній діаметр труби D	Товщина стінки o	Висадження			Діаметр проточки $D_1^{+0,5}$	Довжин а різьби G	Збільшення маси 1 труби за рахунок висадження обох кінцях, кг	Маса 1 м гладкої частини труби, кг
		Внутрі шній діаметр p d	Довжина перехідної частини					
			l_1 , не менш	l_2				
33,5+0,3	4,75+0,57	Без висадження			28,5	40	-	3,37
33,5-0,3	4,75-0,48							
42+0,45	5,0+0,6	20-27	100	20	33,5	50	0,65	4,56
42-0,45	5,0-0,5							
50+0,45	5,5+0,66	26-35	110	25	42,0	55	0,96	6,04
50-0,45	5,5-0,55							

Примітка. Бурильні труби діаметром 33,5 мм поставляють довжиною 1,5; 3 м; діаметром 42 і 50 мм - 1,5; 3; 4,5 м. Граничні відхилення по довжині +100 і -50 мм.

Таблиця 7.5.

Тип розмір ніпеля		Нар. діаметр	Ніпелі типів															Ніпелі в зборі	
			А і Б										A	Б					
A	B		D	D	d_0	d_1	d_2	l	l_1	l_2	s	L	d_3	d_4	l_3	l_4	L	Дл. мм	Ма са, кг
A33,5	B33,5	33,5	34	14	28	24,5	21	40	30	35	24	115	28,5	25	40	50	175	260	1,46
A42	B42	42	44	16	33	29,5	26	55	40	40	30	150	33,5	30	50	60	210	320	2,92
A50	B50	50	52	22	41,5	37,5	34	60	45	40	36	160	42,0	38	55	65	220	335	3,54

Однак міцність і герметичність циліндричних з'єднань набагато нижче, а витрати часу на їх згвинчування і розгвинчування значно більші в порівнянні з конусними з'єднаннями замків. Різьба ніпелів при використанні трубооборотів швидко зношується. Малі прохідні перетини ніпелів створюють підвищені гідравлічні опори.

Кривизна труб не повинна перевищувати 1 мм на 1 м. Поверхня труб, замків, ніпелів повинна бути гладкою, без тріщин, волосовин та інших дефектів. Різьблення повинні бути гладкими, без забоїн, заусенців, рванин і

інших дефектів, що порушують їхню безперервність і міцність. Труби і муфти з лівої різьбою повинні мати посередині широкий пасок, нанесений світлою фарбою, з написом "Лів". На ніпелях, замкових муфтах і замкових ніпелях з лівою різьбою проточується пізнавальний пасок шириною 5 і глибиною 1 мм.

При транспортуванні і збереженні різьблення труб і муфт повинні бути захищені від корозії і механічних пошкоджень, а замки і ніпелі покриті антикорозійним змащенням.

У деяких експедиціях Міністерства геології України розроблені й застосовуються ніпельні з'єднання (ніпельно-замкові), що мають наступні відмінності від стандартних: ніпель А з однієї сторони має зовнішню замкову різьбу, ніпель Б внутрішню замкову різьбу. При цьому колона виходить гладкоствольною, спуско-піднімальні операції прискорюються, термін служби ніпелів збільшується.

Широко використовуються в геологічних організаціях бурильні труби з підкатаними кінцями діаметром 50 мм із замками 3-42. Для цього висаджені бурильні труби додатково підсаджують (підкочують) під трубну різьбу замків 3-42. Таке компонування забезпечує відносну гладкоствольність колони і переваги замків. Цю колону використовують переважно при бурінні алмазними коронками діаметром 59 мм.

ЛЕКЦІЯ 8 ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДЯНИХ СВЕРДЛОВИН

1. Статичний рівень води
2. Динамічний рівень води
3. Дебіт свердловини
4. Питомий дебіт
5. Вимірювання кількості води, що підіймають насосом

Для правильного розміщення водяних свердловин, визначення їх потужності і вибору найбільш економічного водопід'ємника необхідно знати гідравлічні характеристики свердловин. Розглянемо деякі з них.

1 Статичний рівень води

Статичним рівнем води h_0 називається рівень в свердловині під час її **спокійного стану**. При гідравлічної зв'язку експлуатованого водоносного горизонту з поверхневими водами він непостійний, підданий сезонному, а іноді й добовому коливанию. Під час весняно-осінніх паводків або випадання рясних атмосферних опадів глибина до статичного рівня в свердловині зменшується, в посушливий час року, навпаки збільшується.

2 Динамічний рівень води

Динамічним рівнем води h називається рівень в свердловині під час відбору з неї води. Цей рівень може також змінюватися при включенні в роботу сусідньої свердловини.

Зниження рівня S води під час відкачування різниці між глибинами до динамічного і статичного рівня:

$$S = h - h_0$$

Зниження рівня залежить від геологічної структури водоносного горизонту, його водонаповненості, кількості прогону води, гідравлічного опору притоку води в свердловину та інших причин.

3 Дебіт свердловини

Дебітом Q свердловини називається кількість води, яку піднімаємо зі свердловини при сталому динамічному рівні, заміряна в одиницю часу. Дебіт виражається в метрах кубічних на годину ($\text{м}^3/\text{год}$) або в літрах у секунду (л/с). Дебіт залежить від питомого дебіту d_0 і пониження S рівня.

4 Питомий дебіт

Питомий дебіт d_0 характеризує водовіддачу свердловини або розкритого водоносного горизонту і виходить як частка від ділення дебіту Q свердловини

на пониження S рівня води при підйомі даної кількості:

$$d_0 = Q/S$$

Питомий дебіт при різних підйомах води змінюється непропорційно пониженню рівня води в свердловині (за логарифмічною кривою); він залежить від гідравлічного опору, що виникає в трубах свердловин і фільтрі, потоку води з водоносного горизонту. Це опір пропорційно другого ступеня витрати води (кількості води що піднімають) при проході її через фільтр і першого ступеня при проході з водоносних порід в свердловину. На практиці питомий дебіт визначають, проводячи експериментальні відкачування з 2-3 зниженнями рівня води, під час яких вимірюють глибину до рівнів води в свердловині. За даними експериментальних відкачувань будують графік питомого дебіту. За віссю абсцис у масштабі відкладають величину підйому води, а по осі ординат - величину зниження рівня води. Точки А, В і С є результатами експериментальних відкачок, отриманих при підйомі води, і відповідають в 10, 20 і 25 м³/год при пониженнях рівня води, що становлять 5, 9 і 12 м. Поєднуючи отримані точки, отримують криву питомого дебіту. Продовжуючи криву (показана пунктиром), можна визначити зниження рівня води при будь-якому її підйомі: при підйомі 30 м³/ч (точка D) зниження дорівнюватиме 17 м. Знаючи глибину до статичного рівня h_0 і додаючи до неї пониження S при підйомі 30 м³ води в 1 годину, можна визначити глибину до динамічного рівня h і глибину завантаження насоса.

На рисунку 8.1 зображені різні види кривих питомих дебітів. За кривою 2 значний приріст підйому води викликає незначне зниження рівня води в свердловині. За кривою 1 незначне збільшення підйому води різко відбивається на збільшенні пониження рівня. Порівнюючи різні криві питомих дебітів, можна зробити висновок про водонасиченість свердловини і визначити її максимальну водовіддачу. В районах з великим числом експлуатованих свердловин часто спостерігається взаємний їх вплив, в результаті чого утворюється районна депресія водоносного горизонту. Вона може зростати в міру збільшення відбору води з водоносного горизонту, що призводить до зниження рівня води в свердловинах і збільшенню висоти підйому води.

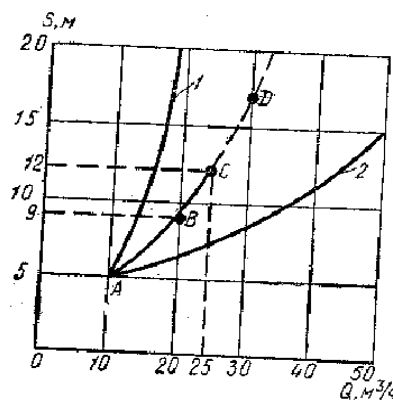


Рисунок 8.1 – Графік питомої пониження рівня при запроектованому дебіті води підраховують за формулою Келлера $S = \alpha Q + \beta Q^2$

де S - шукане пониження рівня води в свердловині при запроектованому дебіті, м; Q - запроектований дебіт свердловини, м³/г; α і β - коефіцієнти пропорційності, що визначаються за даними дослідної відкачки:

$$\beta = S_1 Q_1 + S_1 Q_2 / Q_1 Q_2 (Q_2 - Q_1); \alpha = S_1 / Q_1 - \beta Q_1$$

де Q_1 і Q_2 - кількість води, яка піднімається при дослідних відкачках, причому Q_2 більше Q_1 , м³/г; S_1 і S_2 - пониження рівня води в свердловині при відповідних підйомах води Q_1 і Q_2 , м.

В окремо розташованих свердловинах або в свердловинах, розташованих поза межами депресивного впливу, а також якщо експлуатаційний горизонт гідравлічно не пов'язаний з поверхневими водами, глибини до рівнів води не змінюються.

Районна депресія може утворитися при інтенсивному відборі води з водоносного горизонту у випадках взаємного впливу свердловин один на одного. Іноді це призводить до виснаження водоносного горизонту.

5 Вимірювання кількості води, що підіймають насосом

При підрахунку висоти підйому води зі свердловини необхідно враховувати додаткові пониження рівнів води в свердловинах під впливом роботи сусідній свердловини S_0 і депресії S_d . Щоб уникнути значного взаємного впливу свердловин при роботі, слід розташовувати їх на певних відстанях один від одного (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Мінімальні відстані між свердловинами

Літографічний склад водоносних порід	Відстані в м при дебіті свердловини (м ³ /год)		
	100-500	15-100	До 15
Тріщинуваті або закарстовані водоносні породи	200-300	100-150	50
Нестійкі водоносні породи: піски, гравій, галька і т. д	150-250	50-100	50

Водяні свердловини розташовують на таких відстанях, щоб при запроектованому дебіті води їх взаємний вплив не перевищувало 10% загального зниження рівня води у випробовуваній свердловині. У нестійких водоносних породах, напрямок потоку підземних вод залежить від області наповнення водоносного горизонту.

Взаємний вплив свердловин при експлуатації тріщинуватих або закарстованих порід не є закономірністю, так як його величина залежить від ступеня, розміру, напрямки та форми тріщин, що впливають на гідравлічну зв'язок. Радіус, напрямок і глибину депресійної лійки визначають графічним шляхом за даними розвідувального буріння.

Кількість піднятої водопідйомники води вимірюють:

- водолічильником, встановленим на вихідному патрубку. Водолічильник монтують на прямій ділянці труби на відстані не менше п'яти діаметрів водолічильника від будь-якої мережевої арматури або фасонної частини;
- мірним бачком. Цей спосіб застосовують при малих дебітах. Кількість води визначається часом заповнення мірного бачка. Для точного виміру бажано, щоб мірний бачок заповнювався водою не менше ніж за 1 хв;
- діафрагмовим витратоміром з п'єзометричною трубкою, яка б показала надлишковий тиск, перелічене на витрату води;
- водозливом.

При вимірюванні дебіту свердловини діафрагмовим витратоміром на кінці труби, з якої надходить вода, встановлюють калібровану шайбу заздалегідь розрахованого діаметра. На відстані близько 0,5 м від діафрагми строго в середню частину труби врізають патрубок (рис. 8.2) для п'єзометричної трубки і встановлюють п'єзометричної лінійку зі шкалою надлишкового тиску, перерахованого на витрату.

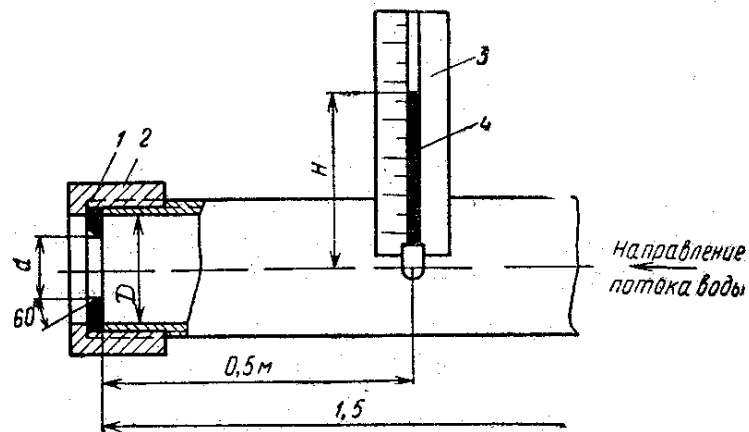


Рисунок 8.2 – Діафрагмовий витратомір

1 - калібровочна шайба; 2 - муфта; 3 - п'єзометрична лінійка; 4 - скляна трубка; D - діаметр водопроводу; d - діаметр діафрагми

При зміні кількості води, що проходить через діафрагму, змінюється і п'єзометричний напір, за яким визначають витрати води. Для визначення витрати води користуються формулою швидкісної витрати

$$Q = 3600\gamma F \sqrt{2gH}$$

де Q - витрата води, м³/ч; γ - коефіцієнт втрат напору при проході води через діафрагму, рівний 0,62 - 0,67; F - площа живого перерізу діафрагми, м²; g - прискорення сили тяжіння, рівне 9,81 м/с²; H - п'єзометричний напір, м; 3600 - коефіцієнт переведення секунд у години.

Нижче наведений графік (рис. 8.3) для підрахунку витрати води при різних пьезометричних тисках і діаметрах діафрагми.

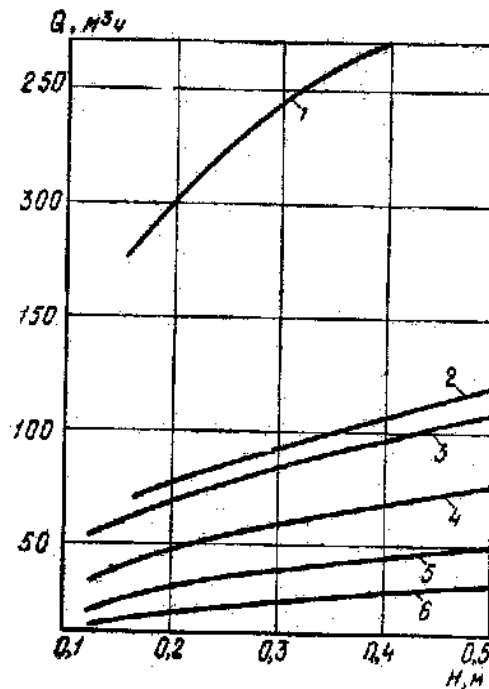


Рисунок 8.3 - Графік підрахунку витрати води при різних п'єзометричних тисках і діаметрах діаграм:

- 1 - $d = 210$ мм; 2 - $d = 145$ мм; 3 - $d = 125$ мм; 4 - $d = 110$ мм;
5 - $d = 90$ мм; 6 - $d = 75$ мм

При вимірюванні витрати водозливом використовують лоток, який представляє собою дерев'яний довгастиий ящик шириною b (рис. 8.4), усередині якого встановлений водозлив з тонкою стінкою-греблею. Стінка висотою $a = 0,2 - 1$ м виконана з листової сталі. Гребля повинна бути дещо нижчою стінок лотка. Дебіт свердловини підраховують за формулою

$$Q = 3600mbN\sqrt{2gH}$$

де Q - витрата, m^3/h ; 3600 - коефіцієнт переведення секунд у години; m - коефіцієнт витрати (см. графік на рис. 8.5); b - ширина греблі водозливу; H - напір потоку над гребнем греблі, вимірюваний на відстані не менше $3b$ від водозливної греблі; g - прискорення сили тяжіння, рівне $9,81 m/s^2$.

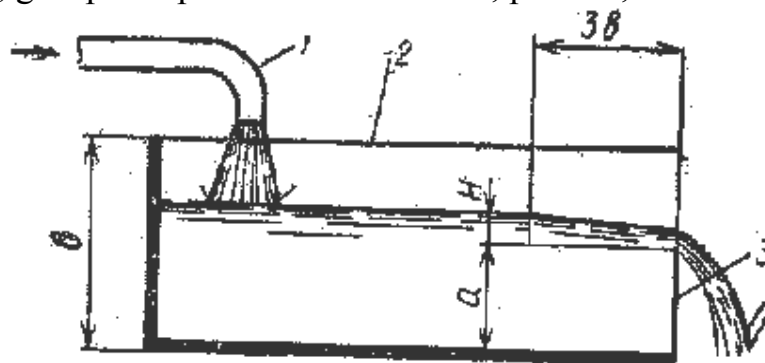


Рисунок 8.4 – Водозлив:

- 1 - напірна труба; 2 - водомірний ящик; 3 - гребля

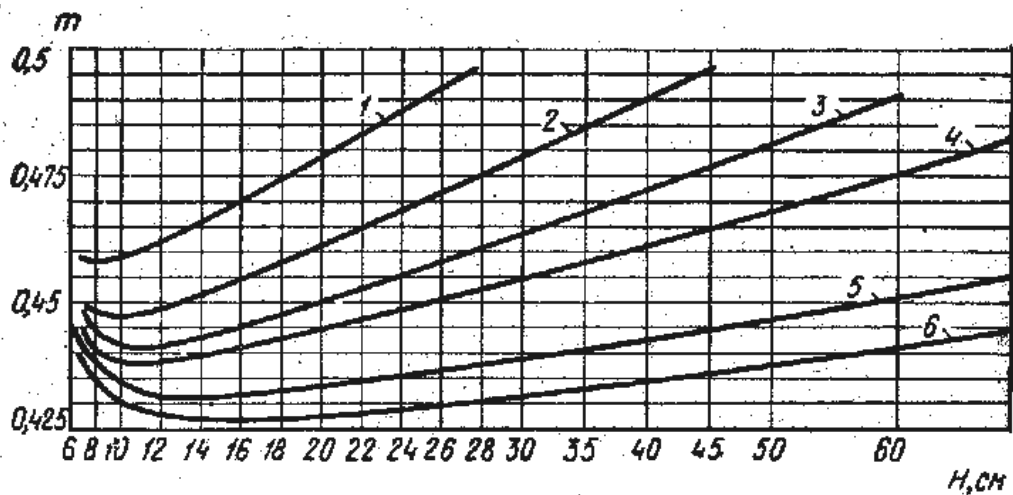


Рисунок 8.5 – Коефіцієнт витрати:

1 - $a=0,2$ м; 2 - $a=0,3$ м; 3 - $a=0,4$ м; 4 - $a=0,5$ м; 5 - $a=0,8$ м; 6 - $a=1$ м

Дебіт самовиливаючої (фонтануючої) свердловини (рис. 8.6) вимірюють за висотою ковпака води і підраховують за формулою

$$Q = 11 d^2 \sqrt{h(1 + 0,0013h)},$$

де Q - дебіт свердловини при самовиливі, л/с; d - внутрішній діаметр труби, з якої виливається вода, см; h - висота ковпака води над зрізом труби, з якої вона виливається, см.

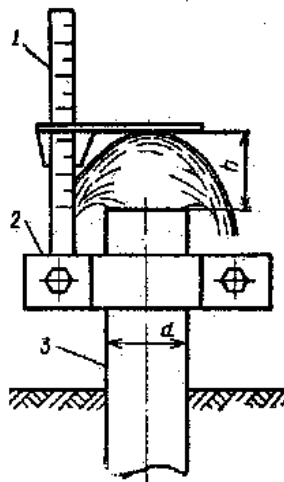


Рисунок 8.6 – Вимірювання дебіту фонтануючої свердловини:

1 - масштабна лінійка; 2 - хомути; 3 - обсадна труба; d - діаметр обсадної труби; h - висота ковпака води над зрізом труби.

Можна користуватись також спрощеною формулою:

$$Q = 11 d^2 \sqrt{h}$$

Глибину до рівня води в свердловинах вимірюють електроконтактним приладом (рис. 8.7), що представляє собою свинцевий стержень з ізоляцією. До одного з кінців стержня приєднаний електричний провід з поліхлорвінілової ізоляцією, що йде через амперметр або електролампку до джерела струму. Інший кінець стержня не ізолюваний. При зіткненні стержня з водою електричний ланцюг замикається, стрілка амперметра відхиляється від первинного

положення, а лампа загоряється. По числу метрів опущеного в свердловину електропроводу судять про глибину до статичного або динамічного рівня води. Якщо джерело струму відсутнє, прилад можна підключити через міліамперметр до батареї.

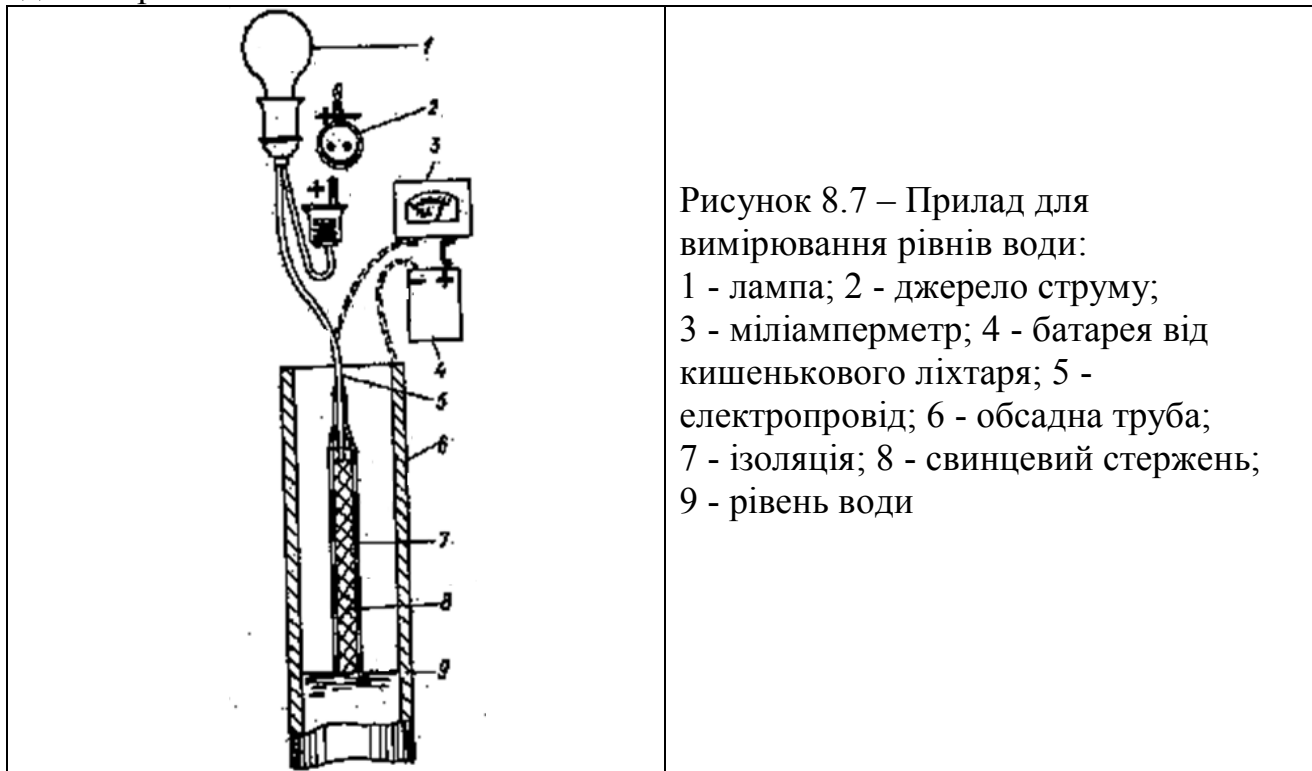


Рисунок 8.7 – Прилад для вимірювання рівнів води:
 1 - лампа; 2 - джерело струму;
 3 - міліамперметр; 4 - батарея від кишенькового ліхтаря; 5 - електропровід; 6 - обсадна труба;
 7 - ізоляція; 8 - свинцевий стержень;
 9 - рівень води

Для виміру глибин до рівнів води зазвичай користуються електричними рівнемірами О-4 і ЦЕ-50.

Точність виміру продуктивності та глибин до рівнів води в свердловині під час дослідних відкачок дозволяє правильно підрахувати питомий дебіт, підібрати найбільш економічний водопідйомник і визначити глибину його занурення.

У паспортних даних насоса вказують напір, який створюється після останнього ступеня насоса. Напір насоса, необхідний для підйому запроектованої кількості води, підраховують за формулою

$$H = h_1 + i_c + \gamma + P$$

де H - необхідний тиск після засувки на напірному патрубку, м; h_1 - глибина до динамічного рівня з урахуванням зниження рівня S від статичного рівня при запроектованому дебіті, впливу роботи сусідній свердловини S_c або додаткового зниження внаслідок утворення районної депресії S_g ($h_1 = h_0 + S + S_c + S_g$); i_c - втрати напору в водопідйомній трубі насоса на ділянці від динамічного рівня до поверхні землі, м; γ - втрати напору у фасонних частинах і мережевий арматурі напірного патрубка насоса, м; P - напір до виливу води в водонапірного баку, м.

Втрати напору в водопідйомній трубі підраховують за таблицями для гідравлічного розрахунку сталевих, чавунних і азбоцементних водопровідних труб. На рисунку 8.8 зображена крива втрат напору в трубі діаметром 70 мм при подачах води 15 - 30 м³/ч.

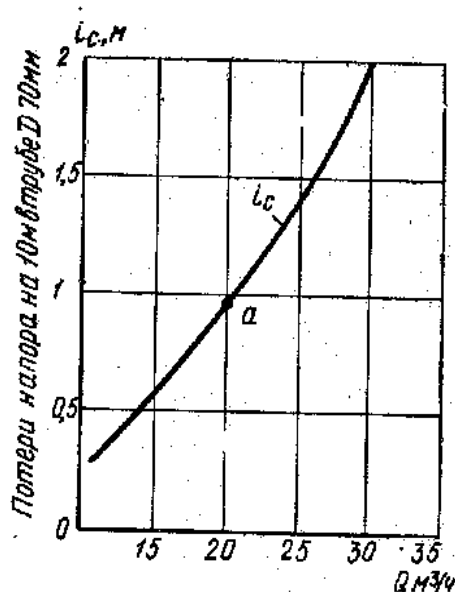


Рисунок 8.8 – Графік втрат напора в трубі діаметром 70 мм при різних подачах води: i_c - крива втрат напора, м

В таблиці 8.2 вказані типи водопідйомників, якими рекомендується обладнати свердловини в залежності від рівнів води та схеми її забору.

Таблиця 8.2 – Вибір водопідйомників для обладнання свердловин

Статичний рівень	Динамічний рівень	Можлива схема забору та подачі води з свердловини
Вище поверхні землі	Вище поверхні землі	Подача самопливом в приймальний резервуар при насосній станції, рідко подача безпосередньо в мережу або в бак напірної башти
Вище або нижче поверхні землі	Нижче поверхні землі на 5-8 м	Вакуум-сифонна система забору води у вакуум-котел. Далі відцентровими насосами з горизонтальною віссю, мають висоту всмоктування до 8 м, в водопровідну мережу.
	Те ж, на 8-12 м	Горизонтальні відцентрові насоси, встановлені в заглиблених павільйонах або в шахтах до глибини, що забезпечує висоту всмоктування насосів. Всі види свердловинних насосів з вертикальною віссю
	Те ж, на 12-25 м	При подачі води в приймальний резервуар всі види свердловинних насосів з невеликим напором; при подачі в мережу або в бак напірної башти ті ж насоси, але з великим напором.
	Те ж, на 25-180 м	При подачі води в резервуар, мережу або в бак напірної башти деякі марки свердловинних насосів з занурювальним і незанурювальним електродвигуном, що створюють великі напори; комбіновані водопідйомники, з'єднані послідовно; свердловин з горизонтальними відцентровими насосами (при відсутності насосів з необхідним напором)
	Те ж, на більше 180 м	Комбіновані водопідйомники: два свердловинних насоса, що працюють послідовно; свердловинний насос, послідовно з'єднаний з горизонтальним; свердловинний насос з ерліфтом (повітря відвідна труба опускається всередину напірної труби насоса), але подача води тільки в резервуар; свердловинний насос з напором понад 200 м

Необхідний напір насоса залежить від схеми подачі води:

- безпосередньо у водопровідну мережу,
- в резервуар
- в водонапірну вежу.

Він повинен забезпечити необхідний вільний напір в будь-якій точці мережі з урахуванням різниці абсолютних відміток і втрат напору у водопроводі і зазвичай підраховується проектною організацією.

Приклад. Потрібен підібрати напір свердловинного насоса з подачею $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вода подається в напірний бак, що знаходиться на абсолютній відмітці на 20 м вище свердловини. Висота від поверхні землі до верху бака 12 м. Статичний рівень h_0 в свердловині встановився на глибині 60 м (рис. 9).

За графіком питомої дебіту (див. рис. 8.1) при подачі $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ пониження рівня S складе 9 м. Отже, динамічний рівень буде перебувати на глибині $h = h_0 + S = 60 + 9 = 69$ м. Статичний рівень h_0 в свердловині встановився на глибині 60 м (рис. 8.9).

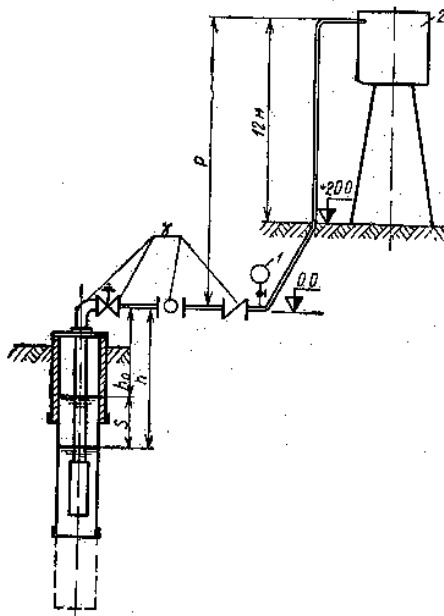


Рисунок 8.9 - Схема подачі води з свердловини в бак напірної башти для підрахунку необхідного напору: 1 - манометр; 2 - водонапірні бак

Насос з занурювальним електродвигуном повинен бути опущений в свердловину на глибину $69 + 3 = 72$ м, рахуючи від усмоктувальної камери (3 - підпір насоса, необхідний для його нормальної роботи).

За графіком втрат напору в трубі насоса (див. рис. 8.8) при підйомі $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на кожні 10 м труби втрати напору складають 0,9 м (точка *a*). При спуску насоса на глибину 72 м довжина напірних труб складе $72 - 0,5 = 71,5$ м (0,5 - висота насоса). Втрати напору і в трубах будуть рівні $0,9 \cdot 71,5 = 6,4$ м.

На поверхні землі встановлені коліно діаметром 70 мм, засувка Лудло, водолічильник і зворотний клапан. Сумарні місцеві втрати напору γ в мережевий арматурі становлять близько 1 м.

Необхідний напір P при подачі води в водонапірні бак (НБ) на висоту 12 м з урахуванням різниці абсолютних відміток, рівний 20 м, і втрат напору у водопроводі від свердловини до напірного бака складає $12+20+i_c$ (i_c - втрати напору у водопроводі, залежні від його діаметра і довжини). Нехай ці втрати рівні 6 м. Тоді необхідний напір на поверхні землі складе: $12+20+6=38$ м. Отже, необхідний тиск насоса буде дорівнює:

$$H=h+i+\gamma+P=69+6,4+1+38=114,4 \text{ м.}$$

З урахуванням можливих додаткових втрат напору, які можуть виникнути в процесі експлуатації: через відкладення солей на внутрішніх стінках водопроводу до водонапірної вежі, встановленої додатково мережевий арматури, фасонних частинах і забезпечення необхідного вільного напору при виливі води в бак, необхідний розрахунковий напір збільшують на 10 - 12 м.

Отже, для нашого випадку потрібно насос з напором не менше 126 м. По каталогу найбільш підходящим насосом буде насос 2ЕЦВ-8-16-140 з подачею 12 - 20 м³/ч при напорі 150 - 112 м, з двигуном потужністю 16-103 Вт . При необхіднім напорі 126 м він буде піднімати 19 м³ води за 1 годину, що близько до заданої подачі.

ЛЕКЦІЯ 9 ПРОМИВАННЯ СВЕРДЛОВИН

1. Призначення і схема промивання.
2. Промивні рідини.
3. Якість промивних рідин.
4. Глини і глинопорошки.
5. Хімічна обробка промивних рідин.
6. Організація глинистого господарства.

1 Призначення і схема промивання

Промивання свердловини виконують з метою безупинного очищення вибою від вибуреної породи (шламу), охолодження породоруйнуючого інструмента, що нагрівається внаслідок тертя об породу, і закріплення стінок, складених хитливими, набухаючими породами. Крім того, промивання повинне забезпечувати ізоляцію окремих горизонтів, зниження твердості гірських порід, змащення бурового інструменту і т.д.

У практиці буріння геологорозвідувальних свердловин використовують три основні схеми промивання: пряму, зворотню і комбіновану.

При прямому промиванні (рис. 9.1, а) рідина на вибій нагнітається насосом 1 по шлангу 2 через сальник 3 і бурильні труби 4. Омиваючи вибій, торець породоруйнуючого інструменту 5 піднімається по стовбурі свердловини нагору, виносячи частки зруйнованої породи.

На поверхні промивна рідина, циркулюючи по спеціальних очисних жолобах 6 і відстійника 7, звільняється від шламу і знову захоплюється насосом з приймальної ємкості 8 через усмоктувальний шланг 9.

Пряма схема промивання здійснюється просто, але має ряд недоліків: малий вихід керна в м'яких і хитливих породах у результаті його розмивання струменем рідини; необхідна велика витрата рідини при бурінні свердловин значного діаметра в зв'язку з необхідністю створення великої швидкості підйомного потоку для виносу шламу.

При зворотньому промиванні (рис. 9.1, б) рідина насосом по шлангу 11 через герметизатор устя 12, у затрубний простір подається на вибій. Омиваючи вибій і породоруйнуючий інструмент 5, рідина піднімається по бурильних трубах 4 нагору і через сальник 3, шланг 10 і очисну систему надходить у приймальну ємкість.

Зворотна циркуляція промивної рідини може здійснюватися шляхом відсмоктування її з колони бурильних труб відцентровими, вакуумними, ерліфтними чи водоструминними насосами. У свердловину рідина надходить через устя самопливом із приймальної ємкості.

У даний час при бурінні геологорозвідувальних свердловин комплексами з гідротранспортом керна КГК-100 застосовується зворотна схема циркуляції за допомогою подвійної бурильної колони.

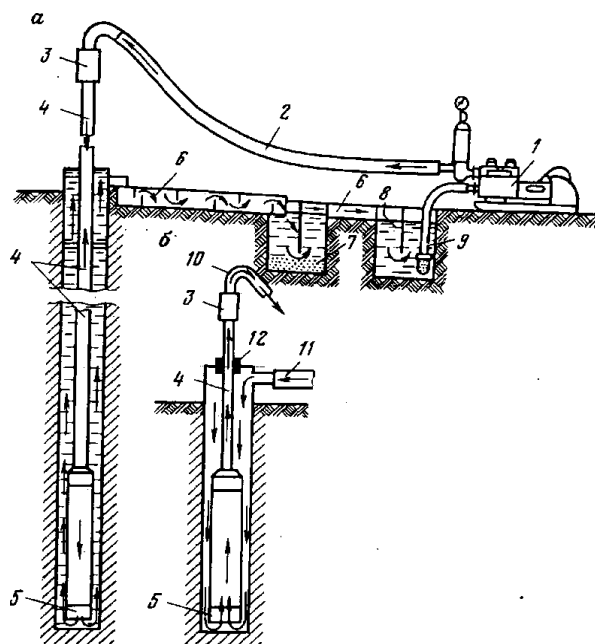


Рисунок. 9.1 – Схема промивки свердловин:
а - пряма; б - зворотна

Зворотне промивання забезпечує краще очищення свердловини від шламу, підвищення виходу керна, можливість його безупинного транспортування на поверхню, зменшення витрати рідини при бурінні свердловин значного діаметра, зниження поглинання рідини.

Але зворотне промивання у виробничих умовах поєднано з труднощами, викликаними необхідністю герметизувати устя свердловини, застосовувати спеціальні бурові снаряди (подвійну колону бурильних труб, заглибні ерліфті, водоструминні та інші насоси).

При комбінованій схемі промивання циркуляція промивної рідини по всьому стовбуру свердловини пряма і тільки в її призабійній частині - зворотна. Така схема промивання здійснюється із застосуванням спеціальних снарядів. Зворотна циркуляція може бути викликана напором прямого потоку з використанням спеціального перехідника із сальником, підсмоктуванням за допомогою заглибного водоструминного насоса (ежектора) чи відцентрового насоса з гідродвигуном турбінного типу.

У практиці геологорозвідувальних робіт найбільш широко застосовується комбінована схема промивання за допомогою ежекторних колонкових снарядів.

2 Промивні рідини

При існуючій технології і різноманітних умовах буріння свердловин необхідно застосовувати промивні рідини, що виконують цілий комплекс функцій і відповідають таким вимогам:

1. Добре очищати вибій свердловини від шламу.
2. Інтенсивно охолоджувати породоруйнуючий інструмент.

3. Попереджати обвалення стінок свердловини в хитливих породах за рахунок гідростатичного тиску й утворення щільної кірки на них.

4. Запобігати обміну рідинами і газами між пластами і свердловиною, тобто попереджати поглинання промивної рідини чи самовитоки і викиди води, нафти і газу із свердловини.

5. Забезпечувати гарний вихід керна, тобто не розмивати, не розчиняти і не забруднювати його.

6. Полегшувати руйнування гірських порід за рахунок фізико-хімічного впливу: розчинення, розмивання струменем рідини, зниження твердості породи.

7. Утримувати в зваженому стані шлам при припиненні циркуляції.

8. Легко очищатися на поверхні від продуктів руйнування гірських порід.

9. Не змінювати своїх властивостей при хімічній дії солей, розчинних порід, мінералізованих вод, високих і низьких температур і тисків у свердловині, не піддаватися бактеріальному розкладанню.

10. Не змінювати необоротно проникність продуктивних обривів, тобто після розкриття відновлювати їхню природну пористість чи штучно її збільшувати.

11. Мати мастильні й антивібраційні властивості.

12. Легко прокачуватися буровими насосами. Не викликати корозії, абразивного зносу деталей насосів і бурового інструмента.

13. Забезпечувати проведення в свердловині геофізичних досліджень.

14. Бути дешевою і недефіцитною.

Деякі з цих вимог взаємно протилежні. Тому не існує універсальних промивних рідин. У кожному випадку промивна рідина підбирається з урахуванням конкретних геологотехнічних умов буріння. Це і визначає велика розмаїтість існуючих, обумовлює розробку нових і удосконалення використовуваних промивних рідин.

У якості вихідних промивних рідин у практиці розвідницького буріння використовують: воду, істинні розчини (наприклад, розчини солей), дисперсні системи (глинисті, крейдові, емульсійні та інші розчини), а також газу.

За видом дисперсної фази промивні рідини можна розділити на рідини: із твердою фазою (глинисті, крейдові та інші розчини), з рідкою фазою (емульсії), з газоподібною фазою (аеровані розчини), комбіновані, коли дисперсна фаза представлена різними за видом компонентами.

У практиці геологорозвідувальних робіт найбільш широко використовуються наступні промивні рідини:

1. Технічна вода (прісна, морська) застосовується при бурінні в стійких нерозмивних і нерозчинних слабкотріщинуваних породах, що дають гарний вихід керна.

2. Сольові розчини являють собою технічну воду з додаванням від 4 до 15% NaCl або CaCl₂. Застосовуються при бурінні в зонах багатолітньомерзлих порід, які мають знижену температуру замерзання (-20 °C при концентрації NaCl 22%), а також у сольових відкладеннях для зменшення вилуговування солей.

Різновидом сольових розчинів є високомінералізований безглинистий крохмальний розчин (ВМБКР), що приготується з насиченого розчину солі (800л), крохмального реагенту (150 л), КССБ (5 л).

Слабкі розчини солей (NaCl , CaCl_2 , Al_2O_3 та інші) і органічних речовин (мило, сульфонал, превацелл та інші) застосовують як знижувачі твердості гірських порід.

3. Глинисті розчини використовують при бурінні в пухких, сипучих, пливучих та інших хитливим чи слабкостійких породах для запобігання обвалів, а також у тріщинуватих скельних породах для усунення поглинання промивної рідини.

4. Крейдові розчини застосовують при бурінні в ангідридах і солях як більш стійкі в порівнянні з глинистими, що не змінюють своїх фізико-хімічних властивостей; в аргілітах і глинистих сланцях, які запобігають їхньому опаданню, при розкритті високонапірних горизонтів, які мають щільність до $1,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$ і високі гідростатичні тиски, що створюють, на пласт.

5. Природні промивні рідини утворюються в процесі буріння з часток вибурення породи і води. утримуючої поверхнево-активні речовини (УПАВШИ) і структуроутворювачі. Вони одержують назву залежно від мінералогічного складу твердої фази. Але в більшості випадків тверда фаза багатоконпонентна, тому що рідко геологічний розріз родовища представлений однорідними породами.

При розвідницькому бурінні розроблено рецептури і випробувані карбонатні, мергелісті, мергелісто-крейдові, сульфатні, аргілітові промивні рідини.

6. Малоглинисті полімербентонітові промивні рідини (ПБР) розроблені для сучасного алмазного буріння, особливо при використанні ССК з малими кільцевими зазорами. У них концентрація глини не перевищує 1,5-5 %, а відсутня кількість твердої фази компенсується додаванням 0,2-0,3 % високомолекулярних з'єднань (поліакриламід у ПАА). При використанні ПБР, що мають підвищену мастильно-охолодну здатність, збільшується механічна швидкість буріння, знижуються вібрації, зменшується витрата алмазів, запобігаються різного роду ускладнення та аварії.

7. Промивні рідини на основі гідрогелю магнію є першими у вітчизняній і закордонній практиці рідинами на водяній основі, утримуючими конденсовану тверду фазу. Конденсація - це принципово відмінний від диспергування спосіб одержання колоїдних систем, що полягає у введенні в істиний розчин електролітів (розсолів) різних лугів, що утворюють з іонами солей важкорозчинні з'єднання.

Гідрогелі можуть існувати тільки при високій загальній мінералізації розчину і вмісту іонів магнію більше 10 г/л. Промивні рідини на основі гідрогелю рекомендується застосовувати при бурінні солей галіта, сільвіна, бишофіта, карналіта, глинистоаргілітових порід і т.д. Можливо одержання гідрогелів на основі водорозчинних солей заліза, міді й алюмінію.

8. Емульсійні промивні рідини використовують при алмазному бурінні для зниження вібрації, зносу бурового снаряда і зменшення витрат потужності на обертання колони бурильних труб. Емульсії являють собою дисперсні системи, що складаються з двох чи декількох рідких фаз, з яких одна знаходиться в іншій у вигляді ізольованих одна від одної крапельок. Для одержання стійких

концентрованих емульсій додається третя речовина, що називається емульгатором.

Емульсійні промивні рідини звичайно складаються з води, змазуючої речовини й УПАВШИ, що є емульгатором. На бурових установках вони утворюються додаванням у воду 1-2 % емульсола. У якості емульсола приміняються: паста шкіряна емульсуюча (ПК. Э), омиленні суміші гудронів (ОСГ), емульсол лісохімічний (ЭЛ-3, ЭЛ-4), емульсол нафтохімічний (ЭН-3, ЭН-4) і ін.

При використанні емульсій збільшується швидкість буріння і підвищується стійкість породоруйнуючого інструмента. Вони є знижувачами твердості гірських порід.

9. Аеровані (насичені повітрям, спінені) промивні рідини застосовують для боротьби з поглинанням. Аерація може бути механічною за допомогою компресорів чи спеціальних аераторів і хімічною з використанням ПАВ. Аеровані промивні рідини мають підвищену очисну і несучу здатність.

10. Інгібіровані промивні рідини застосовують для запобігання осипів і обвалів стінок свердловин у самодиспергуючих глинистих сланцях, аргілітах, у пластичних глинах, що набухають; їх використовують при бурінні в гіпсоангідрітах і при прояві пластових вод, які стійкі проти мінеральної агресії.

Інгібірування полягає в додаванні до промивної рідини речовин, що містять іони кальцію (вапно, хлористий кальцій та ін.) в присутності реагентів-стабілізаторів.

11. Розчини на нафтовій основі (РНО) використовують при розкритті продуктивних горизонтів, а також при бурінні в складних геологічних умовах.

12. Термостійкі промивні рідини призначені для буріння глибоких свердловин з високими забійними температурами (до 200 °С). Їх одержують шляхом обробки звичайних промивних рідин термостійкими реагентами (хромати) та ін.

3 Якість промивних рідин

Властивості промивних рідин обумовлюються дисперсністю твердої фази, мінералогічним складом, наявністю хімічних реагентів і характеризуються стабільністю, коагуляцією, седиментацією і структуроутворенням.

Дисперсність визначає стійкість суспензій; чим вище ступінь дисперсності, тим більше стійкість промивної рідини, при якій всі частки твердої фази утримуються в зваженому стані; рідина при цьому не розшаровується.

Коагуляція — процес з'єднання глинистих колоїдних часток у більш великі агрегати, що приводять до осадження їх чи загустінню розчину. Коагуляція глинистих часток відбувається під впливом агресивних пластових вод, розбурених порід, високих забійних температур і тисків при введенні деяких хімічних реагентів (вапно, цемент та ін.).

Седиментація - осадження часток у промивній рідині під дією сили ваги. Седиментація приводить до утворення осадів і відстоїв розчинів.

Структурування - здатність глинистих часток у нерухомому розчині злипатися по краях і утворювати сотоподібну структуру, що заповнює весь об'єм розчину.

У результаті структурування розчини загустівають, а в деяких випадках перетворюються в драглеподібну масу, що надає їм пружність і підвищує статичну напругу зрушення. При перемішуванні такого розчину структура порушується, розчин розріджується.

Процес відновлення структури при зупинках циркуляції **називається тиксотропією**. Промивні рідини з високої тиксотропією добре утримують шлам у зваженому стані при припиненні циркуляції.

Щоб виконувати своє призначення, розчини повинні мати певні якості. Якість промивної рідини визначають такі параметри: щільність ρ , г/см³ (кг/м³); в'язкість T , с; водовіддача B , см³ за 30 хв; товщина глинистої кірки K , мм; вміст піску Π , %; статична напруга зрушення (СНС) O_1 , Па; стабільність C , г/см³ (кг/м³), добовий відстій O , %; вміст газу G , см³; концентрація водневих іонів рН.

Основні параметри різних промивних рідин приведені нижче

Параметри За 30 хв.	ρ , г/см ³	T , с	B , см ³	K , мм	O_1 , Па	рН
Технічна вода	1-1,03	15-16	Не обмежено	0	0	
Сольові розчини	1,2-1,22	16-17	-	-	-	
Глинисті розчини, не оброблені хімічними реагентами	1,1-1,24	25-50			Не регламентуються	
Глинисті розчини, оброблені хімічними реагентами	1,1-1,3	25-50	3-5 8-10	1-3	1,5-2,5	7,5-9
Крейдові розчини	1,3-1,35	25-30	6-9	1-2		
Природні промивні рідини:						
Аргилітові	1,2-1,25	20-25	6-7		4,0-6,0	
Мергелісті	1,3-1,4	18-36	2-5	1,5		
Карбонатні	1,2-1,3	16-23	3-8			
Сульфатні і сульфатно-галоїдні	1,2-1,4	16-25	3-8			
Полімер-бентонітові розчини (ПБР)	1,02-1,03	16-30	3-7	0,1-0,5		10
Силікатно-гумнові розчини	1,04-1,06	17-18	4-6	0,1-1,0	0-0,3	
Аеровані розчини	0,8	24-26	10-20	2	2,5-7,5	
Розчини на нафтовій основі	0,85-0,9	от 60 до	0	1-2	0,2-1,5	
Обважені розчини	1,3-1,9	18-60	3-5	0,5-2,0	3,0-7,5	

4 Глини і глинопорошки

Для приготування глинистих розчинів вихідною сировиною є глина (глинопорошок) і вода.

За хімічним складом глини являють собою водянні алюмосилікати. За мінералогічним складом глини відносяться до полімінеральних порід, що складаються в основному з глинистих мінералів, які відрізняються між собою хімічним складом і структурою кристалічних решіток.

Таблиця 9.1

Хімічні реагенти	Характеристика реагенту	Умови застосування	Добавка, що рекомендується, %	
Знижувачі водовіддачі				
УЦР – вуглелужний реагент	Темно-бурий порошок, інтенсивний пептизатор, ефективний знижувач в'язкості, регулятор рН, емульгатор. Ефективний у комбінації з іншими реагентами	Сорт А - для слабо мінералізованих розчинів. Сорт Б - для прісних розчинів	<5	
ТЦР - торфолужний реагент	Темно-коричневий порошок. Дія аналогічна УЦР. Сильно підвищує в'язкість.	При поглинанні	<5	
КМЦ - карбоксиметил-целюлоза	Порошок білого чи кремового кольору. Добре розчинний у воді при добавці 1 % сульфанолю. КМЦ-250	Нейтральні і слабоколузні середовища. Прісні і середньо-мінералізовані обважненні розчини	<3	
		КМЦ-350	Середньомінералізовані обважненні	<2,5
		КМЦ-500	Не обважненні розчини	<2
		КМЦ-600	Високомінералізовані Те ж	<1,5
Карбофен	КМЦ із ФЭС	При t= 170 °С	<2,5	
Карбоніл Карбоминал	КМЦ з аніліном	Термостійкість	<2,5	
ММЦ - модифікована метилцелюлоза	КМЦ з моноетаноламіном Порошок білого кольору, добре розчинний. Темно-коричнева рідина, спінює розчин	Прісні Солоні	<2 0,05 0,5	
КССБ - конденсована сульфит-спиртова барда	КССБ-1	Прісні при t≤150 °С Мінералізовані при t> 150 °С Прісні при t =185 °С	<5	
	КССБ-2			
	КССБ-3			

Продовження табл. 9.1

Хімічні реагенти	Характеристика реагенту	Умови застосування	Добавка, що рекомендується, %
НСЦ – нейтральний сульфатний щолок	Не спінює розчин	Підвищена мінералізація	<5
Крохмаль	Білий чи жовтуватий порошок, розчинний у слабких розчинах лугів	Високомінералізовані при $t \leq 120-130^\circ\text{C}$	<3
Модифікований крохмаль	Крохмаль оброблений	Високомінералізовані при $t \leq 140-150^\circ\text{C}$	<3
Декстрин	Гідролізований крохмаль	Те ж	<4
Гіпан - гідролізований поліакріло-нітріл	Грузла, темно-жовтувата рідина. Чуттєвий до солей кальцію. При замерзанні якість погіршується	Прісні при $t=250^\circ\text{C}$, високомі-нералізовані при $t \leq 150^\circ\text{C}$	<3
Реагент К-4	Неповний гідроліз поліакрілонітрілу	Прісні при $t = 250^\circ\text{C}$, високомінералізовані при $t \leq 150^\circ\text{C}$	<1
Реагент К-9	В'язка жовтувата рідина з аміачним запахом, розчинна у воді	Те ж	<1
РС-2 - гідролізований поліакриламід	порошок чи рідина	Прісні й слабо мінералізовані з малим змістом глини	<2
Метас	Білий порошок, розчинний у 1 %-ному розчині. Не стійкий проти солей кальцію	Високоміне-ралізовані при $t \leq 180-200^\circ\text{C}$	<2,5
Знижувачі в'язкості			
ССБ - сульфит-спиртова барда	Густа темно-бура рідина, спінює розчин	Прісні й мінералізовані	<5
ФХЛС – феррохром-лігно-сульфонат	Коричневий порошок, що не злежується, розчинний у воді	Прісні і мінералізовані при $t \leq 150^\circ\text{C}$	<3
ОКЗИЛ	ССБ, оброблена хромпіком. Сполучається з більшістю реагентів	Немінералізовані при $t \leq 200^\circ\text{C}$, мінералізовані при $t \leq 170^\circ\text{C}$	<10
ОССБ - окислена ССБ	Темно-коричнева рідина	Вапняні, хлор-кальцієві і гіпсові розчини	<3
НЛГ – нітролігнин	Жовто-бурий зернистий порошок, розчинний у лузі	Прісні, вапнякові, слабкоміне-ралізовані	<0,5 - 0,6

Продовження табл. 9.1

Хімічні реагенти	Характеристика реагенту	Умови застосування	Добавка, що рекомендується, %
Хлорлігнін	Бурий порошок, нетерmostійкий, не застосовується в агресивних середовищах	Те ж	<1
Суніл-сульфінірований нітролігнін	Рідина чорного кольору, добре розчинна у воді, хімічно нейтральна, підвищує стійкість стінок свердловин	Прісні і мінералізовані при $t \leq 160 \text{ }^\circ\text{C}$, малосилікатні розчини	<0,5
Ігетан	Чорний порошок, розчинний у воді, не змінює рН, зберігає щільність розчину	Прісні мінералізовані	<0,5
Сількор	Екстракт з деревної кори, добре розчинний. При обважненні до $2,37 \text{ г/см}^3$ підтримує прокачуваність розчину	Прісні мінералізовані	<0,5
ПФЛХ - поліфенол лісохімічний	Тверда темно-коричнева речовина; несолістійке, нетерmostійке; спінує розчин	Прісні	<0,5
Декстринова крихта	Світло-коричневий порошок з відходів крохмалю; кращий знижувач в'язкості	Прісні, соляні розчини на основі гідрогеля	<1
Алюмінат натрію	Світла рідина	Солестійкі алюмінатні	<4

Основними породотвірними мінералами глин є монтморилоніт, каолініт, пальгорскіт, гідрослюди. Залежно від переважного вмісту того чи іншого глинистого мінералу **глини мають назву:**

- 1) бентонітові (чи монтморилонітові), у складі яких переважають мінерали групи монтморилоніта;
- 2) каолінітові, що містять переважно каолініт;
- 3) палігорскітові, у складі яких переважає палігорскіт;
- 4) глини, що містять мінерали всіх груп і домішки часток ґрунту. До цієї групи відносяться ілітові глини, що складаються з іліта (гідрослюди).

Кращі глини для готування розчинів - **бентонітові**. Бентонітові глини відносяться до тонкодисперсних глин, утворюють у водяному середовищі досить стійкі висококолоїдні розчини. Від ступеня дисперсності залежить витрата глини для приготування глинистого розчину.

Для порівняння різних глин прийняте поняття "вихід одержуваного з них розчину". Під **виходом розуміють** обсяг глинистого розчину в'язкістю 25-30 с, отриманий з 1 т глини (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Колоїдність глини	Високо-колоїдна	Колоїдна	Середньо-колоїдна	Мало-колоїдна	Важка
Щільність глинистого розчину, г/см ³	1,06	1,06 – 1,15	1,15 – 1,30	1,30 – 1,40	1,40
Вихід глинистого розчину, м ³ /т	10 - 18	4 - 10	3 - 4	1,6 – 3,0	1,6

Крім комових глин, у бурінні застосовують **глинопорошки**. Глинопорошки роблять у заводських умовах шляхом висушування і подрібнювання звичайних глин з добавками хімічних реагентів чи без них.

Глинопорошки можна підрозділити на:

- 1) бентонітові (Черкаського, Махарадзеєвського, Саригюхського та інших родовищ);
- 2) каолінітові (Дружковського, Городищенського та інших родовищ);
- 3) палигорскітові (Черкаського родовища).

Найбільший вихід глинистого розчину одержують з бентонітових порошоків. Модифіковані (комбінована обробка хімічними реагентами) глинопорошки роблять на Константинівському і Ільському заводах глинопорошків.

5 Хімічна обробка промивних рідин

Для одержання промивних рідин з необхідними властивостями їх обробляють хімічними реагентами. У процесі буріння промивні рідини можуть істотно змінювати свої властивості під впливом розбурених порід, мінералізованих вод, температури, часу та інших факторів, тому їх повторно обробляють хімічними реагентами. У зв'язку з цим **розрізняють первинну обробку промивної рідини**, коли її готують до початку буріння, і **вторинну** - для підтримки зміни властивостей промивної рідини в процесі буріння.

У даний час для обробки промивних рідин застосовують приблизно 50 основних реагентів і 500 продуктів, що є їхніми модифікаціями.

За дією на властивості промивних рідин хімічні реагенти розділяють на знижувачі водовіддачі, знижувачі в'язкості, коагулятори, пептизатори, структуроутворювачі і речовини спеціального призначення (добавки): смазочні добавки, піноутворювачі, піногасники, обважники, реагенти, що надають рідини термостійкість і ін. Але такий розподіл реагентів умовний, тому що багато хто з них комплексно впливають на промивну рідину.

Основні дані про знижувачі водовіддачі і в'язкості приведені у таблиці 9.2.

Реагенти пептизатори: кальцинована сода Na_2CO_3 і триполіфосфат натрію (ТПФН) Na_3PO_4 - застосовуються як пептизатори глин, для зм'якшення води, для розчинення нітролігніну, ПФЛХ та інших реагентів, для переводу кальцієвих глин у натрієві. Невеликі добавки їх знижують в'язкість і

водовіддачу розчину, а великі - збільшують в'язкість, СНС і викликають коагуляцію.

Реагенти, що поставляють іони кальцію (коагулятори): вапно CaO , гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, хлористий кальцій CaCl_2 . Використовуються в основному для одержання висококальцієвих розчинів.

Реагенти-структуроутворювачі: поварена сіль NaCl , рідке скло Na_2SiO_3 , азбест, окислений петролатум, палігорскитовий і бентонітовий глинопорошки. Na_2SiO_3 використовується для одержання силікатних розчинів, застосовуваних у породах, що обвалюються, і в умовах високої мінералізації. Додатки 2-5 % Na_2SiO_3 підвищують термостійкість розчинів, стабілізованих КМЦ, до 180-190 °С.

Регулятор лужності - каустична сода NaOH застосовується для приготування лужних реагентів УЩР, ТЩР, крохмального реагенту, нитролігніну, ПФЛХ і ін. У невеликих концентраціях NaOH є пептизатором, у великих - коагулятором. Регуляторами лужності є також фосфати, рідке скло, ССБ і ін.

Реагенти, що надають термостійкість: біхромат натрію $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, феноли естонських сланців (ФЭС), гідрохінон, фенолоформальдегідні смоли.

Реагенти-піногасники: суспензія гуми (РС), суспензія поліетилену (ПЭС), соапсток, карболеніум, нейтралізований чорний контакт (НЧК), сивушна олія (СМ), поліметилсилоксан (ПМС), окислений парафін (ОКП-50) та ін.

Обважники: барит BaSO_4 , гематит Fe_2O_3 , магнетит FeOFe_2O_3 - застосовуються для одержання промивних рідин щільністю понад $1,5\text{г/см}^3$. Промивні рідини щільністю до $1,5\text{ г/см}^3$ можна одержати з малоколоїдних глин, мергелю, крейди, вапняку.

6 Організація глинистого господарства

Економічність і ефективність сучасного буріння багато в чому залежить від застосовуваних промивних рідин, якість яких у більшості випадків визначається станом і організацією промивного господарства.

У випадку застосування як промивної рідини води й природних розчинів організація промивного господарства зводиться в основному до доставки води на бурові установки. Джерелами водопостачання можуть служити ріки, струмки, природні і штучні водойми, пункти шахтного водовідливу, водозабірні шурфи і свердловини. Вода до бурових установок може подаватися самопливом (якщо водойма знаходиться вище ділянки робіт), насосами, від водокачок підвозиться водовозками. При неглибокому заляганні ґрунтових вод (до 4 м) вода зі спеціально пробурених свердловин шурфів біля установки може засмоктуватися як із приймальної ємкості безпосередньо буровим насосом.

При використанні промивної рідини глинистих та інших розчинів, що штучно готуються, промивне господарство ускладнюється.

Промивні рідини можуть готуватися безпосередньо на бурових чи на спеціальних глинистих станціях. Перший спосіб використовується, коли бурять окремі свердловини. У цьому випадку біля кожної бурової установки встановлюють глиномішалку, будують навіси і площадки для збереження глини та інших матеріалів. При значних обсягах робіт у ГРП чи на ділянці організують глинисті станції для централізованого приготування промивних рідин. Способи їхньої доставки на бурові установки в основному такі ж, як і води.

Розроблені типові проекти глинистих станцій з продуктивністю 5,30 и 50 м³/добу. **Стационарна глиниста станція має, як правило, кілька приміщень:** основне приміщення (*машинний зал*), у якому розташовані всі механізми для готування промивних рідин і реагентів, завантажувальні пристрої, насоси і т.д. ; **лабораторію; приміщення для інвентарю і реактивів; площадку (приміщення) для збереження глини; кімнату відпочинку.**

Пересувні станції можуть бути одноблоковими і двоблоковими. Кожен блок встановлюється на окремих санках. В ПГО "Ворошиловоградгеологія" розроблений одноблоковий пересувний агрегат для готування промивних розчинів АПР-1.

Для готування глинистих розчинів застосовують глиномішалки одне- і двохвальні з горизонтальним і вертикальним розташуванням валів Г1-0,25, Г1-0,30, ГМ-0,7, ГМЭ-0,75, ОГХ-7А, ГК-1, МГ-1-0,75, МГ-1-0,80, Г2-П-2-4, МГ-2-4, ГНД-3, ГКЛ-2М місткістю від 0,25 до 4 м³. Час готування порції глинистого розчину із сухих комкових глин від 40 хв до 2 год.

Іншим різновидом механічних глиномішалок є ФСМ (ФСМ-3, ФСМ-7, ФСМ-12) з продуктивністю з комкової глини до 12 м³/ч, з глинопорошку до 25 м³/год. Але глинистий розчин, одержуваний у ФСМ, відрізняється низькою якістю, тому що містить багато не розпутившихся часток глини. Цей недолік усувається багаторазовою циркуляцією глинистого розчину через ФСМ.

Останнім часом у деяких геологорозвідувальних організаціях застосовується швидкісна високопродуктивна глиномішалка диспергатор зі шнековим пристроєм, що перемішує, і крильчатим диспергатором продуктивністю до 240 м³/добу. Глиномішалка може працювати в замкнутому циклі.

Створена високопродуктивна вихрова глиномішалка по типі побутових, пральних машин. Продуктивність вихрових глиномішалок примірно в 3 рази вище лопатевих.

Для приготування розчинів із глинопорошку використовують гідравлічні мішалки ежекторного типу. Це пристрій безупинної дії. Гідромішалка ГДМ-1 забезпечує приготування 70—90 м³/год. готового глинистого розчину.

ЛЕКЦІЯ 10 ФІЛЬТРИ Й ОБЛАДНАННЯ НИМИ СВЕРДЛОВИН

1. Розкриття водоносних горизонтів.
2. Конструкція водоприймальної частини.
3. Типи і конструкції фільтрів..
4. Вибір і розрахунок фільтрів.
5. Установка фільтрів.
6. Освоєння водоносних горизонтів

1 Розкриття водоносних горизонтів

Найбільш простим за технологією й ефективним порівняннi з іншими способами розкриття водоносних шарів є ударно-канатне буріння, при якому практично не порушується природний стан водоносного горизонту, не відбувається його глинізація, не потрібно проведення складних робіт з виклику водопритоку в свердловину, фільтр встановлюється під захистом обсадної колони.

При обертальному бурінні широко застосовується розкриття водоносних шарів із прямим промиванням водою. Основною умовою безаварійної роботи при цьому способі є підтримка постійного рівня води до устя свердловини як у процесі буріння, так і при підйомі бурового снаряда.

Водоносні свердловини, складені хитливими пісками, з промиванням водою розкривають одночасно з установкою фільтра.

Для розкриття напірних водоносних шарів, у тому числі із самозливом, а також і для безнапірних водоносних горизонтів, що залягають на великих глибинах і характеризуються повним поглинанням, широко застосовується обертальне буріння з прямим промиванням глинистим розчином, незважаючи на його негативний вплив на проникність водоносного шару.

Глинисті розчини повинні мати максимальні значення в'язкості, статичної напруги зрушення і щільності, що забезпечує необхідний надлишковий гідростатичний тиск на шар.

Якщо дозволяють гідродинамічні параметри шару, то перед опусканням фільтра глинистий розчин у свердловині замінюють водою.

В останні роки все більш широко при розкритті водоносних шарів використовують гіпанові й малоглиністі, а також спеціальні вапняні й крохмальні розчини. Ці розчини утворюють тонку і щільну кірку, яка міцно утримує стінки свердловини від обвалення і зменшує зону кольматації шару. При освоєнні водоносного горизонту кірка легко руйнується, а крохмальні розчини саморозпадаються.

Аеровані промивні рідини застосовуються для розкриття водоносних шарів, представлених стійкими породами, що характеризуються повним поглинанням. Вони мають велику в'язкість і СНС, малу щільність ($0,7 - 103 - 0,85 \cdot 103 \text{ кг/м}^3$) і легко видаляються при відкачках. У цих же умовах рекомендується бурити з продувкою повітрям, коли одночасно з розкриттям шару відбувається і його освоєння, причому дебiти таких свердловин значно вищі, ніж пробурених ударно-канатним засобом.

Розкриття водоносних горизонтів із зворотньо-всмоктувальною промивкою водою дає найбільший ефект.

Каверни безфільтрових свердловин утворюються при таких способах розкриття водоносного шару: 1) при ударно-канатному бурінні тартанням породи шару желонкою; 2) при обертальному бурінні розбурюванням шару гідравлічними чи механічними розширювачами; 3) при відкачці породи у вигляді пульпи ерліфтними ежекторними та іншими насосами.

Стійкість покрівлі водоносного шару зміцнюють шляхом завантаження гравію в каверну й утворенням на башмаку експлуатаційної колони при її цементуванні підвісної покрівлі.

2 Конструкція водоприймальної частини

Залежно від характеру порід, що складають водоносний горизонт, водоприймальна частина свердловини обладнується фільтрами різних типів, але може бути і безфільтровою.

Фільтри встановлюють у водоносних горизонтах, представлених пухкими (галька, гравій, піски) чи сильнотріщинуватими породами (вапняки, піщаники, граніти і т.п.), для запобігання їх від обвалів і перешкоди виносу породи водою.

Фільтрова колона (рис. 10.1, а) складається з надфільтрової труби 3, робочої частини фільтра 1 і відстійника 2.

Надфільтрова труба повинна мати пристрій 5 для спуску і підйому фільтра і герметизуючий сальник 4 для перекриття кільцевого зазору між фільтром і колоною обсадних труб.

Відстійник призначений для збору осідаючих з рідини механічних домішок.

Головний елемент фільтрової колони - фільтр. Від правильного його вибору залежать тривалість служби свердловини і сталість її дебіту. Тому фільтри повинні задовольняти наступним вимогам:

1. Забезпечувати добір необхідної кількості води.
2. Мати невеликі гідравлічні опори, максимальну пропускну здатність при мінімальних розмірах.
3. Володіти необхідною механічною міцністю.
4. Бути стійкими проти хімічної й електрохімічної корозії, не забиватися частками навколишніх порід, не заростати осадами, що виділяються з води.
5. Очищати воду від механічних домішок; пропускати пісок і дрібні фракції породи тільки в початковий період роботи.
6. Не погіршувати якість води. Матеріали для їхнього виготовлення повинні відповідати санітарним вимогам.
7. Бути простими у виготовленні і мати невелику вартість.

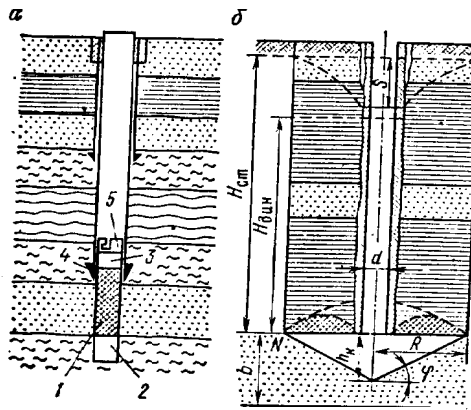


Рисунок 10.1 – Устаткування водоприймальної частини свердловини

Безфільтрова водоприймальна частина свердловини (рис. 10.1, б) влаштовується у водоносних горизонтах, представлених стійкими тріщинуватими скельними породами і мілко- і тонкозернистими пілуватими пісками.

При стійких скельних водоносних породах не потрібно яке-небудь устаткування водоприймальної частини або особлива методика відкачки.

Для експлуатації водоносних горизонтів, складених дрібними пілуватими пісками, непридатні ніякі фільтри, крім гравійних. Якщо ж установка гравійного фільтра неможлива, то здійснюють безфільтрову експлуатацію горизонту

Улаштування безфільтрової водоприймальної частини свердловини можливо тільки при потужній і міцній покрівлях водоносних пісків (аргіліти, піщаники, мергелі і т.п.) і високому напорі вод аж до самозливу. При цьому свердловиною розкривається тільки верхня частина водоносного горизонту, а потім у результаті інтенсивної відкачки ерліфтом розробляється лійка з великою водозбірною площею, що і є водоприймальною частиною свердловини.

Безфільтрові свердловини повинні експлуатуватися при безупинному і рівномірному режимі відкачки, що не порушує природного укосу водоносної породи.

3 Типи і конструкції фільтрів

Усі фільтри поділяються на п'ять основних типів:

1) трубчасті й каркасно-стрижневі; 2) фільтри з покриттям із дроту, сітки і штампованого листа; 3) гравійні; 4) блокові; 5) гравітаційні.

Основними конструктивними характеристиками фільтра є його скваженість і розмір прохідних отворів.

Під скваженістю розуміють відношення площі отворів до загальної площі робочої частини фільтра. Сучасні фільтри мають скважинність від 7 % у трубчастих щілинним і зі штампованих листових матеріалів до 70 % у каркасно-стрижневих фільтрах.

Трубчасті фільтри (рис. 10.2) виготовляються з обсадних труб. Але в умовах високо мінералізованих вод, коли відбувається хімічний кольматаж

(закупорювання отворів фільтра чи пір водовміщуючих порід у результаті протікання механічних, хімічних чи біологічних процесів у призабійній частині свердловини) і заростання фільтрів, рекомендується застосовувати фільтри з антикорозійних металевих (наприклад, нержавіючої сталі), чавунних, азбоцементних, поліетиленових, винипластових, поліпропіленових, склопластикових, керамічних, порцелянових, фанерних і інших труб.

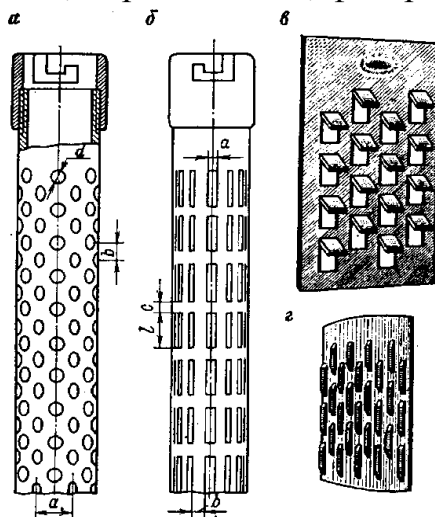


Рисунок 10.2 – Трубчасті фільтри

Круглі (рис. 10.2, а) і щілинні отвори (рис. 10.2, б) розташовуються в шаховому порядку.

Звичайна відстань b (див. рис. 10.2, а) між круглими отворами по довжині труби складає $(2,1-3,5) d$, де d —діаметр отвору, а по колу (розмір a)— $(1,55-1,7) d$.

Відстань b між щілинами (рис. 10.2, б) повинна бути в 10 разів більше їхньої ширини, а довжина l щілин 25-100 мм, відстань z між рядами щілин по вертикалі 10-20 мм.

Розмір (d, a) отворів залежить від призначення фільтра. Якщо перфорована труба використовується як опорний каркас, розміри отворів можуть бути 10-25 мм. У тому випадку, коли поверхня фільтра безпосередньо контактує з породою, розмір отворів залежатиме від гранулометричного складу порід (табл. 10.1).

Отвори в трубчастих каркасах висвердлюють свердлом, прорізають фрезою, автогеном, утворюють штампуванням при формуванні фільтрів (чавунних, керамічних, пластмасових та ін.). У полімерних трубах може бути застосований термічний спосіб розробки отворів.

Таблиця 10.1.

Тип фільтра	Розмір отворів при неоднорідності порід	
	$K_H < 2$	$K_H > 2$
Трубчастий:		
з круглою перфорацією	$(2,5 - 3) d_{50}$	$(3 - 4) d_{50}$
з щілинною перфорацією	$(1,25 - 1,5) d_{50}$	$(1,5 - 2) d_{50}$
Сітчастий	$(1,5 - 2) d_{50}$	$(2 - 2,5) d_{50}$
Дротовий	$1,25 d_{50}$	$1,5 d_{50}$

Примітка. Коефіцієнт неоднорідності K_n приймається як відношення d_{60}/d_{10} , де d_{10} , d_{50} , d_{60} -розмір часток, вміст яких у водоносному шарі за масою складає 10, 50, 60 %.

Наявність гострих і рваних крайок при штампуванні викликає підвищену корозію металу. Тому на трубчасті фільтри, виготовлені з обсадних труб чи штампованого листа, наносять захисні покриття: емалеві, поліетиленові, органосилікатні (кремнійорганічні з'єднання під товарним найменуванням ВН-30), поліамідні (рильсанові - органічні речовини, синтезовані з касторової олії), найритові (холодна чи гаряча вулканізація синтетичним каучуком).

У даний час починають широко впроваджуватися фільтри зі штампованих листових матеріалів. Листи випускають з пористої, нержавіючої сталі, латуні, оцинкованого заліза з різною формою, отворів: круглі, щілини відкритого типу, типу "міст" (рис. 10.2, г), з нависаючими козирьками для відхилення гравію (рис. 10.2, в). Між отворами по поздовжній осі може бути створений гофр, що надає листу велику твердість.

Процес виготовлення таких фільтрів дуже простий: лист звертають у циліндр, зварюють, приварюють сполучні патрубки і наносять захисне покриття. Сполучні елементи з кроком різьби 32 мм можуть виготовлятися безпосередньо на фільтрі методом холодного штампування, для цього на аркушах залишають глухі ділянки довжиною до 180 мм. Довжина ланки фільтра 2-4 м, скважинність від 17 до 67%.

Різновид щільних фільтрів зі скляних і пластмасових тарілчастих чи дисків пластин поліпропілену. У фільтрах цієї конструкції окремі тарілчасті елементи збирають на металевих стрижнях, де між ними утворюються прохідні отвори. Щілини для проходження води регулюють при зборці.

У дрібнозернистих пісках такі фільтри працюють як корзинчаті з обсіпанням дрібним гравієм при русі води зверху вниз. У грубозернистих пісках і галечниках ці фільтри рекомендується застосовувати за схемою гравітаційного типу, в яких рух води відбувається знизу вгору й утворюється гравійне обсіпання з природних порід.

Розроблені фільтри з пластин пропілену. Кожен елемент такого фільтра має довжину 155 мм, ширину пластини залежно від діаметра 15-27 мм, товщину 2-3 мм. На кінцях елементів розташовані сполучні кільця під анкерні болти діаметром 13 мм. Ширина просвіту щілин регулюється за допомогою штифтових припливів, що знаходяться в середній частині збірного елемента.

Каркасно-стрижневі фільтри

Каркасно - стрижневий фільтр (рис. 10.3) складається з двох сполучних патрубків 1, металевих стрижнів 2 і опорних поясів твердості 3.

Сполучні патрубки виготовляють довжиною 300- 350 мм з обсадних труб відповідного діаметра, що мають стандартну різьбу, а металеві стрижні довжиною 2-3,5 мм - із пруткової звичайної, нержавіючої сталі чи арматурного заліза. Товщину стрижнів приймають залежно від діаметра фільтра. Для

утворення каркаса стрижні приварюють по утворюючій до патрубків на відстані 30-40 мм один від одного.

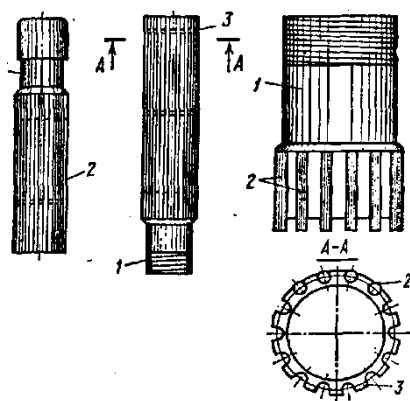


Рисунок 10.3 – Каркасно-стрижневий фільтр

Для надання стрижням необхідної твердості при монтажі каркасу встановлюються через 200, 250, 300 мм при діаметрі стрижнів відповідно 10-12, 14, 16 мм опорні пояси з кілець чи зварені із закладкою шматків металу між стрижнями.

Довжина ланки фільтра 2-3,5 м, з'єднання ланок різьбові чи зварені.

Каркасно-стрижневі фільтри мають велику скваженність (до 60 %), менш трудомісткі у виготовленні, вимагають меншої витрати суцільнотягнутих труб, задовільно працюють при тривалій експлуатації.

Фільтри з покриттям із дроту, сітки і штампованого листа

У фільтрах цього типу як основу використовують перфоровані труби, каркасно-стрижневі чи штамповані конструкції.

Фільтри з дротовим покриттям (рис. 10.4, а) найбільш прості у виготовленні. Дріт діаметром від 1,5 до 6 мм із нержавіючої сталі чи інших матеріалів намотується на каркас вручну чи механізованим способом, наприклад, на токарському верстаті. Розмір зазору між витками повинен відповідати середньому діаметру зерен породи водоносного горизонту чи матеріалу обсіпання.

При навивці дроту на перфоровану трубу уздовж її встановлюють поздовжні ребра через 40-60 мм по колу для збільшення площі фільтрації. Для того, щоб спіраль не розгорнулася у випадку обриву дроту, неї припаюють через 0,5 м намотування. При виготовленні фільтрів великого діаметра пропаюють чи зварюють дріт декількома швами уздовж всього фільтра.

Закордонні фірми як стрижні застосовують дріт краплевидної форми, а для обмотки - дріт трапецеїдальної форми з вершинами, зверненими усередину фільтра. Утворені при цьому отвори розширюються усередину, що сприятливо позначається на роботі фільтра.

Розробляються фільтри, в яких несуча каркасу і фільтруюча поверхня виготовляються зі склониток шляхом їх ромбічного чи поздовжньо-поперечного намотування з одночасним зв'язком епоксидними чи іншими смолами.

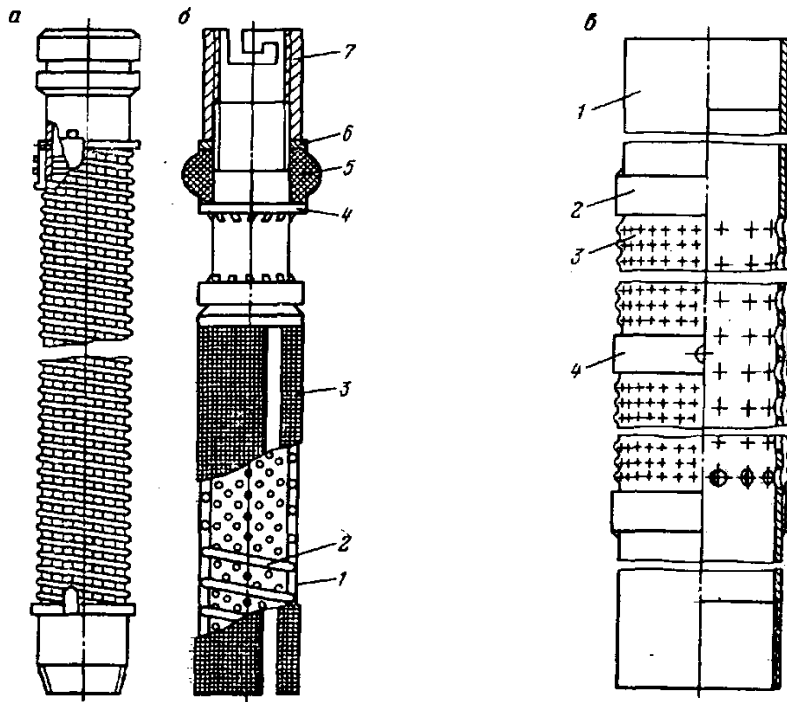


Рисунок 10.4 – Фільтри з покриттям:

а- дроту; б- із сітки (сітчастий фільтр): 1-каркас; 2 - дротова обмотка; 3-сітка; 4-опорне кільце; 5-гумова манжета; 6- натискне кільце; 7 - муфта; в- з просічного листа (фільтри ФКО)

Сітчасті фільтри

Робоча частина сітчастого фільтра (рис. 10.4, б) складається з каркасу 1 і фільтруючої сітки 3, між якими розташована дренажна прокладка із сітки з великими ячейками чи спіралью намотаного дроту 2 діаметром 2-3 мм з відстанню між витками 30-60 мм. Іноді навивку спіралі ведуть поверх поздовжніх дротів, прикріплених уздовж каркаса.

Щоб послабити дію електрохімічних процесів при використанні фільтруючих сіток з кольорових металів рекомендується захищати сталеві каркаси антикорозійними покриттями, застосовувати прокладки з гофрованої вінілопластової сітки і т.п.

Фільтрові сітки виготовляють з латуні, нержавіючої сталі, пластичних мас і скловолокна. За типом плетива ці сітки підрозділяються на квадратні, гладкі (галунні) і кіперні.

Сітка квадратного плетива (рис. 10.5, а) складається з дротиків рівного перерізу, що переплітаються під прямим кутом. Сітки квадратного плетива випускаються за ДСТ 6613-73.

Сітки галунного плетива (рис. 10.5, в) виготовляють з поздовжніх дротів стовщеного перерізу (основи) і поперечних тонких дротів ("утка"). Дріт "утка" прилягає щільно один до одного, огинаючи одну-дві дротини основи (одинарні, полуторні і подвійне плетиво). Отвори в сітці при цьому виходять бічними, звивистими і при огляді її на світло їх не видно.

У практиці водопостачання звичайно застосовують галунні сітки одинарного плетива. Розмір галунної сітки визначається дробовим числом,

наприклад 14/100. Чисельник позначає число дротів основи, а знаменник - число дротів "утка", що приходяться на 25,4 м. Сітки галунного плетива випускають за ДСТ 3187-76.

Галунну сітку розташовують на каркасі так, щоб дроти "утка" йшли уздовж осі труби.

Сітки кіперного плетива (рис. 10.5, б) виготовляють з дротів однакової і різної товщини; дроти "утка" переплітаються з двома чи трьома дротами основи, причому місця переплетення увесь час зрушуються. Ці сітки мають невелику міцність і швидко закупорюються піщинами. За ДСТ 3339-74 випускається сітка за назвою "сім'янка" (рис.9.5, г).

При виготовленні фільтрів частіше використовують галунні сітки для дрібно- і середньозернистих пісків, сітки квадратного для різнозернистих і грубозернистих пісків і сітку "сім'янка" - для установки у гравелістих породах чи з контуром гравійного обсіпання в дрібнозернистих пісках. Розмір сітки вибирається з таким розрахунком, щоб через неї просівалося 70-80 % часток піску.

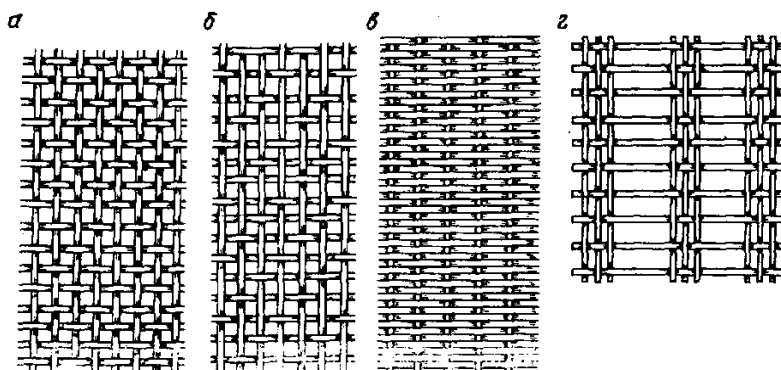


Рисунок 10.5 – Фільтрові сітки:

а - квадратного плетива; б - кіперного плетива; в - галунного плетива;
г - сітка "сім'янка"

Сітки з вініласту виготовляють штампованими з круглими і плетеними з квадратними отворами і методом просікання-витяжки. Штамповані сітки випускають прості й гофровані. Найбільш придатні для фільтрів гофровані сітки, тому що вони краще пропускають воду через фільтр. Сітки капронові, нейлонові, зі скловолокна виготовляють плетивом з ниток. Сітки з неметалевих матеріалів використовують там, де підземні води мають велику мінералізацію й агресивність. Металеві сітки зміцнюють на каркасах шляхом пайки чи зшивки, сітки з інших матеріалів - за допомогою зшивки чи склеювання швів.

В останні роки Міністерство геології України рекомендує застосовувати фільтри ФКО (рис.10.4, в) з водоприймальною поверхнею з просіченого листа, в якому отвори виконані у вигляді конусів трапецеїдального перерізу, звернених великою підставою всередину опорного каркасу.

Фільтруюча оболонка 3, з оцинкованої чи нержавіючої сталі товщиною близько 1 мм має отвори діаметром 1,1, 2 і 5 мм з конічними виступами висотою від 2,5 до 4 мм; відстань між отворами 6 - 10 мм. Розмір отвору підбирають відповідно до гранулометричного складу порід водоносного

горизонту зі співвідношення $d=(7/16)d_{50}$. Кінці листа паяють і монтують на трубчастому каркасі 1 за допомогою кріпильних кілець 2, 4.

Дебіт свердловин у результаті застосування фільтрів ФКО підвищується відносно дебіту свердловин із сітчастими і дрововими фільтрами від 3 до 8 разів. За вартістю вони дешевше сітчастих фільтрів. При установці фільтрів ФКО різко скорочується час на розглинзацію свердловин. Фільтри ФКО випускають для тонкозернистих (ФКО-Т), дрібнозернистих (ФКО-М) і середньозернистих (ФКО-С) пісків. Довжина секції фільтра 4,5 м, діаметр каркаса - від 89 до 219мм, скваженість від 0,5 до 8%. Випробування показали, що ФКО в ряді випадків працюють з тривалим піскуванням, **часто поновлюваним після** зупинки і запуску насоса.

Фільтри гравійні

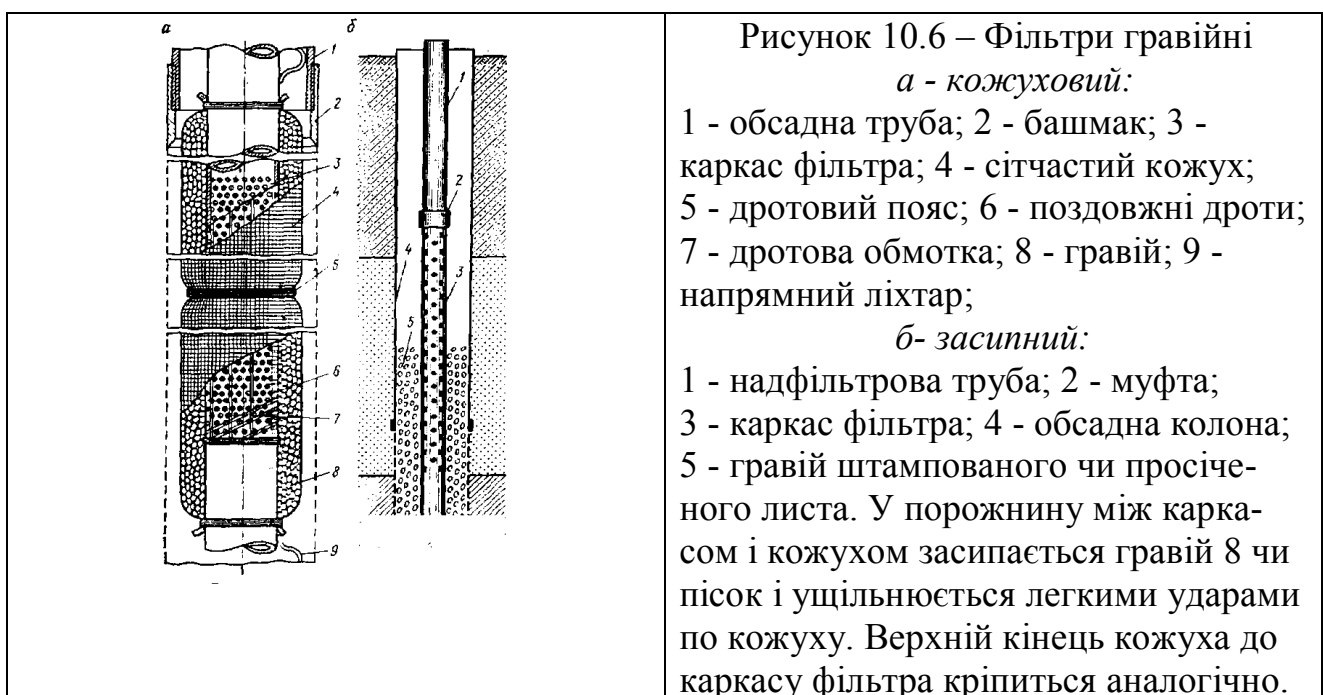
До гравійних відносяться фільтри, в яких фільтруюча поверхня складається з гравію, що штучно вводиться, чи грубозернистого піску, розташованого навколо опорних фільтрових каркасів.

Існують два види гравійних фільтрів:

- 1) опускні, які встановлюються в свердловині в готовому виді;
- 2) засипні, створювані в свердловині шляхом засипання або накачування гравію між каркасами і стінками свердловини; ці фільтри можуть бути з одношаровим і багат шаровим обсипанням.

Опускні фільтри рекомендується застосовувати в глибоких (понад 100 м) свердловинах. Вони можуть бути трьох типів: корзинчаті, кожухові і блокові.

У кожуховому фільтрі (рис. 10.6, а) гравійне обсипання знаходиться у кільцевому зазорі між каркасом і кожухом з сітки чи перфорованого заліза. Зовнішній діаметр кожуха повинен перевищувати діаметр каркасу на 50-100 мм.



Каркаси можуть бути трубчасті, зі штампованого листа чи каркасно-стрижневі. Уздовж трубчастого каркасу 3 прикріплюють (рис. 10.6) **гравійні фільтри**: п'ять-вісім дротів - 6 діаметром 2-3 мм і по них навивається такий же дріт - 7 з зазором між витками 1,5 - 2 мм. На відстані 150 - 200 мм від нижнього кінця каркасу фільтра до труби, а при значній товщині обсіпання до спеціально привареного фланця пайкою чи дротом прикріплюється кожух 4 зі сталеві сітки.

Сітка при виготовленні кожуха зшивається дротом чи з'єднується пайкою. Довжина ланки фільтра приблизно 1 м (звичайно по ширині сітки). Ланки між собою з'єднуються муфтами. Для центрування фільтра при спуску в свердловину можуть установлюватися напрямні ліхтарі 9.

У процесі експлуатації кожух швидко руйнується і водомістка порода контактує безпосередньо з гравієм. Засипні гравійні фільтри, створювані на вибої свердловини, залежно від гранулометричного складу водоносних порід і хімічного складу підземних вод можуть бути з одношаровим і багатшаровим обсіпанням. Залежно від способу спорудження свердловин одношарові гравійні обсіпання поділяються на тонкошарові з товщиною обсіпання 35 - 50 мм і розширеного контуру з товщиною обсіпання 75-100 мм і більше.

Фільтри з тонкошаровим обсіпанням влаштовуються в такий спосіб (рис. 10.6, б). Після зупинки обсадних труб у водотривкій породі на вибій опускається трубчастий, із дротовою обмоткою чи сітчастий фільтр. Діаметр фільтра повинен бути на 100 мм менше внутрішнього діаметра обсадних труб. Для центрування фільтра в свердловині на ньому встановлюються напрямні ліхтарі. Гравій засипається в кільцевий простір між фільтром і обсадними трубами звичайним способом через устя свердловини чи через допоміжні труби діаметром 50-38 мм. У міру засипання на висоту 1 - 2 м обсадні й допоміжні труби піднімають, поступово оголюючи фільтр. Висота засипання повинна бути на 5 - 10 м вище робочої частини фільтра, тому що надалі рівень її знизиться за рахунок виносу піску і гравію.

Гравійні обсіпання розширеного контуру можна споруджувати одним з таких способів:

1. При прокачуванні фільтра ерліфтом, під час якого через фільтр виноситься порода з прифільтрової зони і контур обсіпання розширюється.
2. При посадці фільтрів з конусом. Порода з вибою видаляється желонкою через конус.
3. При гідравлічному розмиванні шару. Вода нагнітається насосом по бурильних трубах, з'єднаних з донною частиною фільтра за допомогою перехідника з лівою різьбою. Після ретельного промивання й утворення розширеного контуру гравій засипають у висхідний потік промивної рідини.
4. З використанням механічного розширювача. Розширити стовбур свердловини можна до 900-1000 мм. Гравійну суміш накачують за допомогою водяного інжектора.
5. При бурінні свердловин зі зворотнім промиванням діаметром ≥ 500 мм. Контур гравійного обсіпання 200-300 мм на сторону.

6. За допомогою допоміжних свердловин. Навколо центральної свердловини, обладнаної фільтром, бурять чотири-п'ять допоміжних свердловин на відстані 1 - 1,5 м, в які засипають гравій під захистом обсадних труб.

У водоносних породах, представлених дрібнозернистими пісками зі слабкою водовіддачею, гравійні фільтри влаштовують із двошаровим і рідше тришаровим обсипанням.

Гравійно-обсипні фільтри широко застосовують при устаткуванні високодебітних свердловин, а також свердловин, розрахованих на тривалий термін експлуатації.

Товщина шару обсипання повинна бути не менше $l = (5 - 10)D_{50}$. Розмір гравію підбирають зі співвідношення $D_{50} / d_{50} = 8 - 12$.

Блокові фільтри

Блокові фільтри з пористим заповнювачем складаються з циліндричних блоків, з'єднаних послідовно й опорних фланців, що стягуються за допомогою, капронових шнурів чи болтами. Стики між болтами ущільнюють гумовими прокладками.

Блоки являють собою пористі циліндри, виготовлені з гравію чи щебеню дробленого шамоту шляхом зв'язування обсипання різними, що склеюють і цементують речовинами (бітумом, цементом, рідким склом та ін.). Товщина стінок блоку до 28 мм, а розмір гранулометричного матеріалу 1-20 мм. Блокові фільтри застосовують у середньо-, дрібно- і тонкозернистих пісках. Вони більш надійно працюють з додатковим гравійним обсипанням.

4 Вибір і розрахунок фільтрів

Тип і раціональну конструкцію фільтра вибирають з урахуванням:

- а) призначення і терміну роботи свердловини;
- б) складу водомістких порід, що визначають розміри прохідних отворів;
- в) хімічного складу води і її корозійних властивостей, що впливають на вибір матеріалу робочої частини фільтра;
- г) глибини свердловини, що визначає міцність фільтра і можливість його спуска.

Фільтри необхідно підбирати за СНиП II 31-74, основні положення якого приведені в таблиці 10.2.

Діаметр фільтра звичайно приймають конструктивно, виходячи з проєктованого дебіту свердловини і параметрів водопідйомного устаткування, а довжина його робочої частини у (м) визначається з виразу

$$l = Q / \pi D n v_{\phi}, \quad (10.1)$$

де Q - дебіт свердловини, м³/доб;

D - зовнішній діаметр фільтра, мм;

n - скваженість фільтру, % (приймається залежно від його конструкції, звичайно 0,1-0,4);

v_{ϕ} - припустима вхідна швидкість фільтрації, м/доб, визначається за емпіричною формулою

$$v_{\phi} = 65\sqrt[3]{K} \quad (10.2)$$

де K - коефіцієнт фільтрації породи, м/доб.

Якщо застосовують фільтри з обсипанням, то v_{ϕ} розраховується за формулою

$$v_{\phi} = 1000 K (d_{50} / D_{50})^2 \quad (10.3)$$

де d_{50} и D_{50} - середні розміри відповідно часток породи шару й обсипання.

Довжину робочої частини фільтра можна визначати за формулою

$$l = Q\alpha / D \quad (10.4)$$

де Q - дебіт свердловини, м³/ годину;

D - діаметр фільтра, мм;

α - емпіричний коефіцієнт.

Значення коефіцієнтів K і α приведені в таблиці 10.3.

Для збільшення терміну служби свердловини розрахункова довжина фільтру збільшується в 2 рази і більше.

У водоносних горизонтах потужністю до 10 м довжину робочої частини фільтру приймають рівної їхньої потужності, а його діаметр розраховується з приведених вище формул і перевіряють на відповідність габариту водопідйомника, якщо останній встановлюється у фільтровій колоні.

Таблиця 10.2.

Водоносні породи	Застосовувані фільтри
Напівскельні хитливі, щербеністі і галечникові породи з переважною крупністю часток щєбня і гальки від 20 до 100 мм (більш 50 %)	Трубчасті фільтри з круглою і цільовою перфорацією. Каркасно-стрижневі фільтри
Гравій, гравелистий пісок з крупністю часток від 1 до 10 мм з переважною крупністю часток від 2 до 5 мм (більше 50 %)	Трубчасті фільтри з круглою щілинною чи перфорацією, каркасно-стрижневі фільтри, з водоприймальною поверхнею з дротової обмотки чи зі штампованого сталевого листа
Піски грубозернисті з переважним розміром часток 1-2 мм (більше 50 %)	Трубчасті фільтри з щілинною перфорацією, каркасно-стрижневі фільтри з водоприймальною поверхністю з дротової обмотки, сталюого штампованого листа чи сітки квадратного плетива
Піски середньозернисті з переважною крупністю часток 0,25- 0,5 мм (більше 50 %)	Трубчасті і каркасно-стрижневі фільтри з водоприймальною поверхністю із сіток галунного плетива з одношаровим гравійним обсипанням (гравійні фільтри)
Піски дрібнозернисті з переважною крупністю часток 0,1- 0,25 (більше 50 %)	Гравійні фільтри з розширеним контуром чи багатошаровим обсипанням. Блокові фільтри
Піски різної зернистості при наявності стійкої покрівлі	Безфільтрові свердловини

Таблиця 10.3.

Порода	Коефіцієнт фільтрації K , м/доб	Коефіцієнт α
Пісок:		
дрібний	2-5	90
середній	6-15	60
крупний	16-30	50
Гравій	31-70	30

За умов ремонту свердловин мінімальний діаметр каркаса фільтра повинен складати не менше 100 мм. Довжина надфільтрової труби має бути не менше 3 м при глибині свердловини до 30 м і не менше 5 м - при великих глибинах. Довжину відстійника, як правило, приймають рівною 1 - 2 м.

При спорудженні безфільтрових свердловин не можна допускати обвалення покрівлі в лійку, тому що при цьому може бути ізольований водоносний горизонт від стовбура свердловини.

Припустимий радіус лійки u (м), виходячи з цієї умови,

$$R \leq \frac{p(H-S)}{(1-m)p_k + p_m}, \quad (10.5)$$

а максимально припустимий дебіт свердловини (в м³/доб.)

$$Q = \pi v_{cp} R \sqrt{1 + tg^2 \varphi}, \quad (10.6)$$

де H - статичний рівень води, м;

S - найбільше зниження при відкачці, м;

m - пористість породи покрівлі, частки одиниці; p_m і p_k - щільність води і породи покрівлі, кг/м³;

v_{cp} - припустима вихідна швидкість фільтрації, м/доб;

$tg \varphi$ - тангенс кута природного укосу у воді породи, що складає водоносний горизонт (приймається для пливунів 0 - 0,27, пісків середньої крупності - 0,47-0,61, великих гравелистих пісків 0,7).

Радіус лійки (u м) можна орієнтовно визначити за кількістю піску, який виноситься, за формулою

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V}{\pi K tg \varphi}}, \quad (10.7)$$

де V - обсяг винесеного піску зі свердловини, м³;

K - коефіцієнт розпушення піску, рівний 1,05 - 1,15.

Стійкість покрівлі водоносного горизонту збільшується при цементуванні експлуатаційної колони, що виконує роль анкерної кріпи.

5 Установка фільтрів

Перед спуском фільтра свердловину, пробурену роторним способом, треба пробити долотом, промити глинистим розчином з зниженими в'язкістю і щільністю чи водою, провести контрольний вимір її глибини. У хитливих породах слід підтримувати надлишковий тиск на шар стовпом води не менше 3,0 - 1,5 м вище статичного рівня.

Фільтрова колона збирається так, щоб її робоча частина при установці знаходилася на відстані 0,5 - 1,0 м від покрівлі і підшви пласта для запобігання попадання розмивної породи у фільтр. При експлуатації декількох пластів робочі частини фільтра встановлюють в кожному пласті і з'єднують між собою трубами.

На довгих (більше 10 м) фільтрах для центрування монтують через 4 - 6 м напрямні ліхтарі, що кріпляться зварюванням чи хомутами на відстійнику, надфільтровій трубі і робочій частині фільтра.

Опускати фільтри можна на експлуатаційній колоні, що виходить до устя свердловини, і в потай. При установці фільтра на експлуатаційній колоні обсадні труби піднімають, а якщо вони були опущені до вибою, то для оголення фільтра зовсім витягують зі свердловини залежно від санітарно-гідрогеологічних умов і вимог проекту. При установці фільтра в потай на надфільтровій трубі повинний бути сальник, що запобігає виносу часток породи через кільцевий зазор у свердловину. Найбільше застосування одержали гумові й прядив'яні, рідше дерев'яні, свинцеві та інші сальники.

Розтискний сальник (див. рис. 10.4, б) виготовляють в такий спосіб. На надфільтровій трубі нижче різьби приварюють опорне кільце 4 (діаметр кільця менше внутрішнього діаметра обсадної труби), надівають гумову манжету (прядив'яний сальник) 5, кільце 6 і до половини різьби нагвинчують муфту 7 з вирізом для спускового гака. При обертанні муфти гумова манжета розширюється і перекидає міжтрубний простір.

Фільтр в потай спускають на бурильних трубах за допомогою спускового ключа чи на муфті з лівою різьбою. У першому випадку на верхньому кінці надфільтрової труби ставлять замок у вигляді двох Г - подібних вирізів, в які заводиться Г - подібний ключ бурильної труби.

Деякі закордонні фірми передбачають спуск фільтрів на бурильних трубах з нижньою підтримкою (в башмаку фільтра є скоба, а на кінці бурильних труб - гак). Такі фільтри легше витягувати зі свердловини для заміни і ремонту.

Для зниження динамічної глинізації дротових, сітчастих і блокових фільтрів їх рекомендується спускати з відкритим відстійником. Це знижує фільтрацію розчину через водоприймальну поверхню. Відстійник після установки фільтра перекидають засипанням гравію.

При розкритті водоносних пісків із застосуванням у якості промивної рідини води фільтр не доходить до вибою внаслідок обвалення стінок свердловини. У цих випадках фільтр, що має внизу перехідник зі зворотним клапаном і лівою різьбою, опускається на бурильних трубах, по яких

нагнітається вода буровим насосом, у результаті чого здійснюється гідравлічний розмив пласта з одночасною посадкою фільтра.

Аналогічно ведуть установку фільтра за допомогою ерліфта. Фільтр опускається на обсадних трубах, що є одночасно водопідйомними для ерліфта. При роботі ерліфта в свердловину через устя буровим насосом доливається вода.

Якщо у водоносному горизонті передбачаються пропластки глини, застосовують спосіб посадки фільтрів з використанням механічних розширювачів. Фільтр опускається на бурильних трубах, що проходять всередині нього і закінчуються розширювачем. Лопати розширювача розкриваються під дією осьового навантаження. Бурильна колона з'єднана з фільтром за допомогою пристрою, що дозволяє їй обертатися без обертання фільтра. При підйомі бурильні труби від'єднуються від фільтра. Затрубний простір ізолюється корзинчатим сальником.

6 Освоєння водоносних горизонтів

Освоєння водоносних пластів, що полягає у відновленні їх природної водопроникності чи штучному її збільшенні, виклику водопритоку в свердловину і формуванні її водоприймальної частини, може сполучатися з розкриттям пласта.

Освоєння свердловин, пробурених із промиванням глинистим розчином, зводиться до розглинізації водоносних горизонтів і фільтрів і здійснюється такими способами:

1. Промивання свердловини через робочу поверхню фільтра. Вода по бурильних трубах нагнітається всередину фільтра і через його робочу поверхню надходить у зафільтрований простір. Надфільтрова частина перекривається спеціальним сальником чи конічним фланцем, змонтованим на трубах. Таке промивання забезпечує в основному розглинізацію фільтра, а розглинізація стінок свердловини відбувається неефективно.

2. Желонування і свабування. При зниженні стовпа рідини відбувається приплив води із пласта в свердловину і відбувається очищення її стінок і фільтра від глинистої кірки. Сваб занурюється під статичний рівень до фільтра. Хід його складає десятки метрів.

Спосіб дає позитивні результати при освоєнні свердловин з напірними водоносними пластами.

3. Затрубне (зафільтрове) промивання виконується аналогічно установці фільтрів з гідророзмивом пласта. Але при цьому способі глиниста кірка також цілком не видаляється, тому що вода, виходячи з - під башмака фільтра, піднімається не по всьому зазорі між стінками свердловини і фільтром, а по ізольованих каналах, промитих у глинистій кірці.

4. Прокачування ерліфтом чи гідроелеватором. Цей спосіб звичайно застосовують при розглинізації напірних водоносних горизонтів. Для підвищення його ефективності періодично зупиняють прокачування, тобто створюють гідравлічні удари в зоні фільтра. Недолік цього способу - видалення

продуктів кольтатації через робочу поверхню фільтра, що веде до забруднення його робочої поверхні і знижує величину репресії (збудження) на пласт.

Більш ефективним є прокачування за схемою установки фільтра за допомогою ерліфта. У цьому випадку в результаті видалення піску через відстійник промивні вікна фільтра відбувається обвалення стінок свердловини, руйнування глинистої кірки і зони кольтатації шару.

5. Гідроімпульсні способи. До них відносяться всі гідромеханічні способи порушення ударних хвиль в інтервалі водоносного пласта.

Гідроімпульсний спосіб освоєння свердловин при знакоперемінному впливі ударних хвиль дає максимальний ефект і дозволяє за певних умов не тільки відновити проникність пласта, але і штучно збільшити її.

Гідроімпульси можуть створюватися:

а) робочим органом, що являє собою ряд дисків, укріплених на трубі, що з'єднана з поверхневим забійним вібратором; при цьому одночасно може відбуватися відкачка ерліфтом, заглибним електронасосом і т.д.;

б) високонапірним струминним апаратом (гідроелеватором) з приводом від поршневих насосів, що подають робочу рідину в пульсуючому режимі;

в) пневмоустановкою з робочим тиском повітря 10 Мпа, що дозволяє регулювати частоту й інтенсивність вихлопів стиснутого повітря для створення імпульсів;

г) вибухом торпед шнура, що детонує (ДТШ);

д) генераторами імпульсних струмів, що дозволяють на відміну від ДТШ багаторазово впливати на пласт, плавно регулювати імпульси в широкому діапазоні енергії і частот.

Хімічні способи засновані на властивості соляної кислоти розчиняти карбонатні породи і дисперговані частки карбонатних промивних рідин, а плавикової кислоти - глинисті частки. Ефективність кислотної обробки підвищується при використанні ПАВ типу ОП-7, ОП-10 і у комбінації з гідроімпульсними способами, що збільшують зону проникнення кислоти в пласт. Для зниження корозійного впливу кислоти на метал в неї вводять інгібітори катапин А, К, ПБ-5 та ін.

Робочу частину фільтра для захисту її від глинізації іноді покривають синтетичними плівками і пастами, до складу яких входить тальк, формальдегідна смола та інші матеріали. Після установки фільтра паста і плівка розчиняються пластовою водою чи при додаванні хімічних реагентів.

ЛЕКЦІЯ 11 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДЯНИХ СВЕРДЛОВИН

1. Методи налагодження свердловин
2. Заїлювання свердловин и боротьба з ним
3. Проникнення води з затрубного простору і боротьба з ним

Технічне обслуговування та спостереження за свердловиною покладається на чергового моториста. При експлуатації свердловин він зобов'язаний вести спостереження за рівнями води в свердловині. Глибина до статичного рівня вимірюється один раз на місяць, глибина до динамічного рівня-один раз на тиждень. Показання вимірювань заносять у журнал роботи водопідйомника.

Вимірювання до рівнів води виконують станційним пневматичним показчиком рівня або електроконтакта рівнеміром.

Пневматичний показчик рівня являє собою сталеву трубку діаметром 25-32 мм, опущену в свердловину на 5-10 м нижче передбачуваного динамічного рівня. До трубки приєднують манометр 1 с дрібною шкалою і патрубком з корковим краном. Глибину до статичного рівня води визначають, нагнітаючи повітря в трубку ручним насосом, сполученим гумовим шлангом з патрубком. Показання тиску на манометрі буде рости до тих пір, поки повітря не витіснить всю воду, що знаходиться в трубці. Після цього закривають кран і знімають показання манометра.

Знаючи глибину H_T , на яку опущена в свердловину трубка (рахуючи від осі манометра) і показання манометра P_o , визначають глибину до статичного рівня води в свердловині. Вона дорівнюватиме: $h_o = H_T - P_o$.

При відкачці води з свердловини рівень в ній знижується на деяку величину S , що відбивається на показаннях манометра. Після стабілізації динамічного рівня стрілка манометра встановиться на новому показанні P_1 , яке менше P_o . Різниця показань по манометру $P_o - P_1$ буде відповідати понижній рівня S під час відкачування. Глибина $h = H_T - P_1$.

По зміні глибини до рівня води у свердловинах можливо з'ясувати причину зменшення дебіту з часом експлуатації.

В таблиці 11.1 вказані причини зміни глибин до рівнів води.

Особливе значення має систематичний контроль за якістю води, яке в процесі експлуатації може погіршитися. Для з'ясування причин зміни якості води необхідно перевірити стан зони санітарної охорони джерела, павільйону і гирла свердловини, ознайомитися з проектною і виконавчою документацією на побудову свердловини, вивчити топографічні і гідрогеологічні дані району розташування свердловини, детально обстежити можливі джерела забруднення води, а також проаналізувати шляхи надходження забруднень і сторонніх вод в експлуатований водоносний горизонт.

Значний вміст у воді зважених частинок впливає на прозорість, каламутність та кольоровість і свідчить про неякісне спорудження свердловини (незашпаровування зазорів і зрізів вирізаних і витягнутих труб, відсутність

підкаблучної цементації, розрив або дефект обсадних труб, неякісна будівельна відкачка і т.д.).

Таблиця 11.1 – Причини зміни глибин до рівня води в свердловині

Статичний рівень води	Динамічний рівень води	Питомий дебіт	Можливі причини зміни
Без зміни	Вище ніж раніше	Без зміни або дещо більше	Зменшення підйому води водопад'ємником
Знизився	Знизився	Без змін	Районна депресія, виснаження водоносного горизонту
Періодично знижується	Періодично знижується	Те ж	Вплив роботи сусідніх свердловин. Експлуатаційний водоносний горизонт гідравлічно пов'язаний з поверхневими водами; вплив атмосферних опадів
Без зміни	Нижче ніж раніше	Зменшився	Зменшення припливу води в свердловину через робочу частину: замулення, заростання фільтра свердловини
Нижче ніж раніше	Те ж	Майже без змін	Поглинання експлуатаційних вод через дефекти в обсадних трубах, що знаходяться вище динамічного рівня
Те ж	Те ж	Зменшився	Те ж, але дефекти в трубах знаходяться нижче динамічного рівня, районна депресія, вплив сусідньої свердловини

Колоїдно-розчинні гумовані фульвокислоти, а також гуміново-кисле залізо значно збільшують кольоровість і каламутність води. Розчинені у воді різні речовини, особливо залізо, взаємодіючи з агресивними газами (киснем, сірководнем), також погіршують якість води і ускладнюють експлуатацію водопідйомників і водопровідних споруд.

Порівнюючи результати первинного і наступних аналізів води і зіставляючи технічні дані, можна з достатньою точністю визначити джерела і шляхи надходження в експлуатований водоносний горизонт сторонньої води. Наприклад, збільшення вмісту у воді хлоридів, сульфатів, заліза, поява азотистих з'єднань або збільшення їх вмісту, збільшення в деяких випадках жорсткості, мінералізації, окиснюваності вказують на підсос води з ґрунтових і алювіальних шарів.

Ґрантові і алювіальні води в районах населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств насичені побутовими та промисловими стоками, тому можливо бактеріальне забруднення вод експлуатованого горизонту.

Найбільш поширені підсоси сторонньої води внаслідок потрапляння осередків забруднення (сміттєзвалищ, кар'єрів і т. д.) В зону депресійної лійки, зміни напрямку потоку підземних вод через збільшення глибини до динамічного рівня, порушення технічних умов при спорудженні свердловини і її експлуатації. В таблиці 11.2 вказані причини погіршення якості води, можливі джерела забруднень, шляхи їх надходження та можливі способи відновлення якості води.

Таблиця 11.2 – Погіршення якості води, його причини і способи відновлення

Показники зміни якості підземної води	Джерела забруднень	Шляхи надходження забруднень	Способи відновлення якості води
Поява вмісту хлоридів сульфатів, заліза Збільшення жорсткості і мінералізації	Підсос ґрунтових вод з найближчих кар'єрів і водойм. Забруднення надходять із несправною каналізацією, вигребів і звалищ	Шляхи надходження безпосередньо в експлуатаційний водоносний горизонт з вогнищ забруднень і захоплення забрудненої води водозабором. Надходження забруднень в гирлі свердловини через ознаки корозії отвори в обсадних трубах свердловин або по затрубному зазору	Ліквідація вогнищ забруднення. Зменшення витрати свердловини. Герметизація гирла свердловини. Капітальний ремонт або санітарно-технічна закладення свердловини
Збільшення вмісту азотних речовин і в деяких випадках бактеріальне забруднення	Надходження в водоносний горизонт забруднень при антисанітарному стані прилеглої території, наявність несправної каналізаційної мережі, поглинаючих і бездіяльних свердловин, шахт, колодязя, скотарень, кар'єрів, забруднених водойм	Захоплення ґрунтової води водозабором. При заборі води з глибинних шарів, погано захищених в покрівлі водоупорами, забруднення надходять із вилуджування шарів через корозійні отвори в обсадних трубах чи через інші дефекти (незакладені зрізи, обриви стиків), або по затрубному зазору	Ліквідація вогнищ забруднення. Хлорування води, якщо забруднення незначне і не прогресує (за вказівкою санітарної інспекції). Капітальний ремонт свердловини з метою ліквідації дефектів
Погіршення органолептичних властивостей води: виявлення кольоровості, опалесцентних, червоно-бурого осаду гідрату окису заліза, зменшення прозорості, збільшення постійної жорсткості	Торф'яні болота і болота, містять сірчаний колчедан (окислення сірчаного колчедану до сірчаної кислоти, яка нейтралізується за рахунок усунення жорсткості, а залізо переходить в сірчаноокислу закис заліза, що надходить в водоносний шар). Наявність гумінових речовин у воді ускладнює і утрудняє знезалізнення	Захоплення водозабором болотних вод внаслідок депресії. Надходження їх в нижче розташований експлуатований водоносний горизонт через нещільності стиків обсадних труб корозійні отвори або по затрубному зазору	Зменшення відбору води.осушення боліт з метою припинення окислення заліза. Повне вироблення всього болота до підстилаючого водоупору. Капітальний ремонт свердловин
Підвищення мінералізації	Нижче розташовані водоносні шари одного і того ж або іншого горизонту, містять мінералізовану воду	Підсос мінералізованої води з нижнього і верхнього шарів, перекритих обсадними трубами при інтенсивній відкачці	Зменшення відбору води. Тампонаж нижнього і верхнього шарів, що містять мінералізовану воду

Антисанітарний стан павільйону і відсутність герметизації гирла свердловини, особливо що знаходиться нижче поверхні землі, також можуть бути причинами погіршення якості води. При наявності високого рівня ґрунтових вод, особливо під час осінньо-весняних паводків, через незакладені гирла в свердловини надходять поверхневі води.

Забруднення часто потрапляють в експлуатований водоносний шар по затрубному зазору, утвореному під час спорудження свердловини через неякісну затрубну цементацію при обертальному способі спорудження, а також через установки опорної плити насоса безпосередньо на зріз обсадної труби. У цих випадках спостерігається крім погіршення якості води осідання верхніх геологічних нашарувань і руйнування надземних споруд.

Поглинаючі колодязі, недіючі занедбані свердловини, поверхневі вироблення ґрунтів, а також наскрізні отвори в обсадних трубах, що утворилися в результаті корозії, є основним джерелом і причинами забруднення або погіршення якості води експлуатаційних горизонтів.

Деякі експлуатаційні водоносні горизонти за хімічним складом мають неоднорідну воду. З поглибленням зростає мінералізація і збільшується вміст окремих інгредієнтів. У цих випадках експлуатують тільки верхній водоносний шар і обмежують відбір води. Збільшення відбору призводить до підсосу води з нижчого шару з небажаними інгредієнтами і до різкої зміни хімічного складу води.

Методи налагодження свердловин. Налагоджувальні роботи на водяних свердловинах виробляють в наступних випадках:

- для заміни водопідйомника;
- відновлення питомої дебіту;
- відновлення якості води, ліквідації аварій.

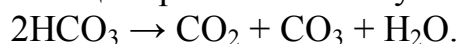
Заміна водопідйомника головним чином пов'язана із зміною гідрологічних умов району, в якому розташована свердловина, внаслідок депресії або виснаження водоносного горизонту. Вона може бути викликана також спрацюванням водопідйомника або необхідності заміни його більш економічним. Всі роботи не переслідують мети збільшення підйому води насосом проти проектного. Для заміни водопідйомника іншим з більшою подачею необхідно отримати згоду місцевих органів санітарного нагляду, проектною організації та територіального геологічного управління. Збільшення забору води з експлуатаційного горизонту може привести до збільшення депресійної лійки, підсосу сторонньої води, погіршення якості води та порушенню роботи водозабору в цілому. Збільшення забору води також може погіршити роботу збірних і напірних водопроводів, вплинути на роботу інших насосів, подаючих воду в той же водогін.

Основними причинами зменшення дебіту свердловини є замулення її робочої частини осілими дрібними частинками порід (глини, піску, мергелю) і закупорка отворів фільтра різними солями, які містяться в розчиненому вигляді в воді, в результаті хімічного, електрохімічного або механічного впливу.

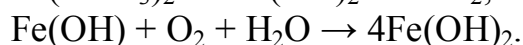
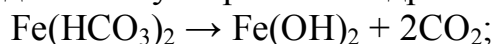
Частина дрібних фракцій розмитих порід, що виносяться разом з водою під час її підйому, осідає, на вибої свердловини, зменшуючи її глибину.

Під час відбору води з свердловини при проходженні її через робочу частину фільтра порушується хімічна рівновага складу підземної води. Гідралічний опір фільтра сприяє інтенсивному виділенню розчинених у воді газів: кисню, вуглекислоти, сірководню. Гази вступають в хімічну реакцію з розчиненими у воді металами, утворюючи їх окисли, які згодом осідають на фільтрах, закупорюючи отвори.

Реакція протікає за наступною схемою:



При наявності у воді бікарбонату закисного заліза $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ останній розпадається і утворюється гідрат окису заліза:



При наявності у воді великої кількості катіонів кальцію і магнію утворюються карбонати кальцію CaCO_3 і магнію MgCO_3 .

Крім утворення солей у вигляді гідрату окису заліза, карбонату кальцію і магнію виділяються газу вступають в хімічну реакцію з металом фільтра, викликаючи його корозію. При наявності блукаючих струмів і різних потенціалів в металах, з яких виготовлені деталі фільтрів, виникають гальванічні пари, що призводять до інтенсивного осадженню солей і електрохімічного руйнування фільтра.

В процесі експлуатації відбувається механічна закупорка отворів каркаса або фільтра дрібними частинками порід. При великих вхідних швидкостях проходу води через фільтр в зафільтровальному просторі утворюється щільна плівка з спресованих, іноді зцементованих солями дрібних частинок породи, що перешкоджає надходженню води в свердловину.

Зіставляючи гідрогеологічні дані та результати аналізів води, а також виробляючи детальне обстеження свердловини, можна визначити причину зменшення питомого дебіту, вид і характер закупорки.

При хімічній закупорці спостерігається випадання гідрату окису заліза, в результаті чого зростає вміст заліза у воді, з'являється кольоровість і осад.

При механічній закупорки результати хімічних аналізів води майже залишаються без зміни, але збільшується пониження рівня під час відкачування і зменшується питомий дебіт.

Для відновлення питомого дебіту потрібно забезпечити приплив води в свердловину, ліквідувавши відкладення на робочій частини свердловини і усунувши закупорку отворів фільтрів.

Ствол свердловини очищають від замулення або засмічення її сторонніми предметами, випадково потрапили в свердловину з поверхні землі, звичайної желонкою (рідко за допомогою бурового верстата). При невеликій глибині свердловини і достатньому стовпі води в ній застосовують ерліфтну установку.

Ерліфтна установка складається з водопідймальних і повітродувних труб, що опускаються в свердловину до місця замулення. Повітродувні труби через гнучкий гумовий шланг приєднують до ресивера пересувного компресора.

Після включення компресора в роботу стиснене повітря через ресивер, гнучкий гумовий шланг і повітродувного трубу ерліфтної установки надходить в водопідймальну трубу. Інтенсивно змішуючись з водою, він утворює емульсію, щільність якої значно менше щільності води, що не збагаченої повітрям. Чим більше стовп води, через який проходить повітря, тим інтенсивніше він змішується з водою.

Існують два види форсунок, найбільш часто застосовуваних на ерліфтних установках (рис. 11.1). На рисунку 11.1, **б** зображена форсунка, якою обладнують ерліфтний установку системи «всередині». Вона являє собою сталеву трубу такого ж діаметру, як і повітродувні труби, з отворами діаметром 6-8 мм, просвердленими в шаховому порядку. Сумарна площа всіх отворів повинна бути в 1,5 рази більше живого перерізу повітродувної труби.

На рисунку 11.1, **а** зображена найпростіша конструкція форсунки для ерліфтної установки системи «поруч». Повітродувну трубу зрізують на ділянці близько 1 м під деяким кутом до осі труби. Отвір, що представляє собою сильно витягнутий еліпс довжиною 1 м і шириною, що дорівнює діаметру труби. Такий же отвір вирізають на водопідйомній трубі на відстані 1,5-1 м від нижнього зрізу водопідйомної труби. До неї приварюють повітродувного трубу, після чого вигинають її так, щоб вона йшла паралельно водопідйомній. На верхній кінець водопідйомної труби встановлюють коліно для відводу води.

Водопідймальні і повітродувні труби опускають в свердловину з таким розрахунком, щоб нижній зріз водопідйомної труби на 0,5 м не доходив до місця замулення, і включають компресор. При великому пониженні рівня для більш інтенсивної і рівномірної відкачування води в свердловину нагнітають воду, штучно підтримуючи можливо більш високий динамічний рівень. Нагнітається в свердловину вода повинна відповідати найсуворішим санітарним вимогам.

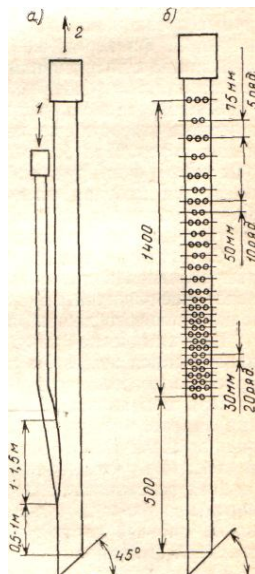


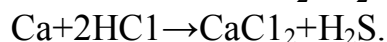
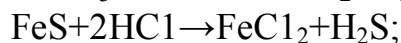
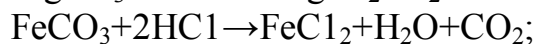
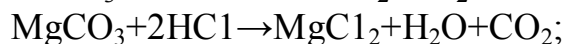
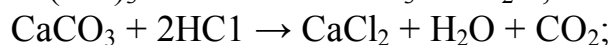
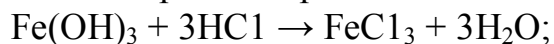
Рисунок 11.1 – Форсунки ерліфтної установки:
а - для системи «поруч»; **б** - для системи «в середині»;
 1 - стиснене повітря; 2 - емульсія

Повітродувні труби в залежності від діаметра свердловини і подачі ерліфтної установки, опускають всередину водопідіймальних труб або встановлюють поруч з ними на 1 - 1,5 м вище кінця водопідіймальної труби. Глибина спуску повітродувних труб, обмежена тиском, який виникає компресором.

Хімічну закупорку фільтра солями що відклалися залежно від характеру усувають гідравлічним, хімічним або піротехнічним способом. За характером закупорка підрозділяється на м'яку (гідрат окису заліза) і тверду (сірчисте залізо при наявності в воді сірководню, рідко вапняний туф). М'які осади вимивають при переривчастому прокачуванні свердловини ерліфтної установкою, нагнітаючи стиснене повітря в зафільтровальний простір через робочу частину фільтра. Але цей спосіб вимагає тривалого часу.

Хімічний спосіб полягає у переводі нерозчинних осадів гідрату заліза, карбонату кальцію, магнію і других солей у розчинні. Він заснований на здатності соляної кислоти розчиняти відкладення як на фільтрі, так і у зафільтровальній просторі.

Хімічні процеси протікають за наступними рівняннями:



Для обробки свердловин використовуються кілька сортів соляної кислоти (табл. 11.3).

Таблиця 11.3 – Сорти соляної кислоти, застосовуваної для обробки водяних свердловин

Сорт кислоти	Концентрація, %	ГОСТ або ТУ
Кислота соляна синтетична технічна	31	ГОСТ857-57
Кислота соляна технічна, сорт I	27,5	ГОСТ1382-12
Теж, сорт II	27,5	ГОСТ 1382-82
Кислота соляна з газів виробничих відходів, інгібована	18-28	ТУ МХИ 3354-52
Кислота соляна синтетична інгібована	19-25	ВТУ МХИ 2345-50

Доцільніше застосовувати інгібовану кислоту. Інгібітор надає кислоті властивість активно розчиняти тільки оксиди і продукти корозії металів, але не впливати на чистий метал. Така кислота транспортується не в скляній, а в звичайній металевій тарі.

В якості інгібітора зазвичай використовуються унікал і технічна оцтова кислота. Кількість інгібітору що додають залежить від концентрації соляної кислоти.

При замовленні кислоти для обробки свердловини необхідно вказувати, що кислота буде застосована для обробки харчового продукту. Це дуже важливо, так як в якості інгібітора в кислоту можуть додавати миш'як, формалін та інші речовини, що роблять шкідливий вплив на організм людини. Кількість соляної кислоти повинно бути в 1,5 рази більше обсягу робочої частини свердловини.

Кислоту заливають в свердловину через заливальну трубу, звичайно діаметром 32 або 38 мм, опущену до робочої частини фільтра. Після заливки всієї порції заливальну трубу витягують і гирло свердловини герметизують за допомогою фланця. До фланця приварений патрубок з двома кранами і манометром. До одного з кранів приєднаний гнучкий шланг, що йде до пересувного компресора (рис. 11.2) або до балона з азотом. Повітря, що надходить через кран в обсадну трубу, давить на поверхню води в свердловині, вода в свою чергу тисне на соляну кислоту, що знаходиться в фільтрі і витісняє її в зафільтрувальний простір. За час проходження через фільтр кислота взаємодіє з солями, розчиняючи їх.

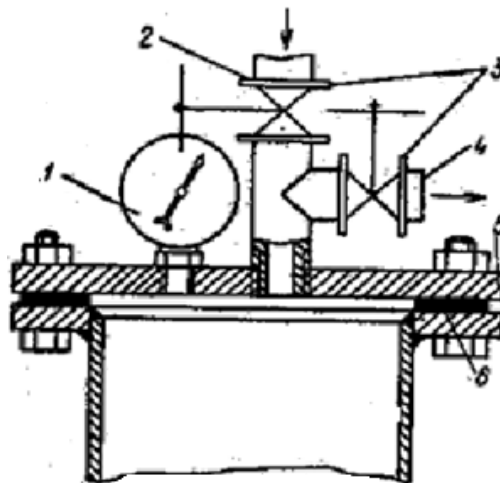


Рисунок 11.2 – Устя свердловини при обробці соляною кислотою:

- 1 - манометр; 2 - патрубок для нагнітання стисненого повітря; 3 - кран;
- 4 - патрубок для випуску повітря; 5 - верхній фланець; 6 – прокладка

Через 1 годину кран, через який нагнітається повітря, закривають і відкривають кран для випуску повітря. Соляна кислота знову надходить у свердловину, і рівень води відновлюється. Так проробляють 5-6 разів.

Величина тиску повітря залежить від величини стовпа води над фільтром. При витісненні соляної кислоти рівень води в свердловині не повинен падати нижче верхньої частини фільтра.

Після обробки фільтра соляною кислотою скважину прокачують переривистим відкачуванням за допомогою ерліфтної установки для виносу

продуктів реакції і дрібних частинок порід. Робити прокачку насосом, особливо насосом з занурювальним електродвигуном, не рекомендується, так як не прореагована кислота може пошкодити його деталі.

Аналогічно обробляють соляною кислотою свердловини, пробурені в стійких тріщинуватих водоносних вапняках. При витісненні соляної кислоти зі свердловини стисненим повітрям в вона проникає по тріщинам на велику відстань, розчиняючи на своєму шляху вапняки, і цим самим збільшує тріщинуватість. Для економії соляної кислоти при обробці окремих ділянок фільтрів застосовують кислотну пробку (рис. 11.3). При цьому способі очищення свердловини витрачається 30-40 кг інгибірованої соляної кислоти на 1 м фільтра.

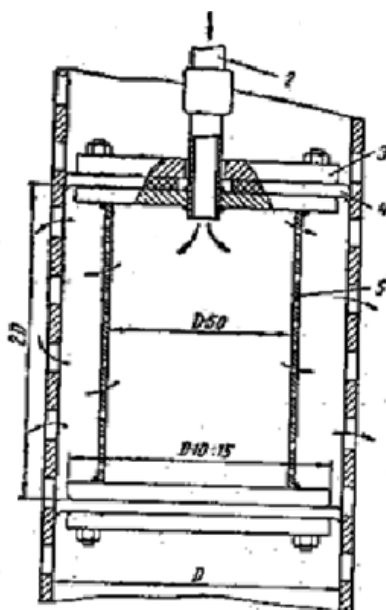


Рисунок 11.3 – Кислотна пробка

1 - інгибірована соляна кислота; 2 - заливальна труба;
3 - фланець; 4 - гумова прокладка для ущільнення; 5 - патрубок

Кислотна пробка являє собою патрубок з фланцями, діаметр якого на 50 мм менше діаметра фільтрувальної труби. В патрубок просвердлені отвори діаметром 8-10 мм. Через верхній фланець введена заливальна труба. Між фланцями за допомогою болтів затиснута гумова прокладка товщиною 15-10 мм, щільно прилегла до стінок фільтра. Висота патрубку повинна бути в два рази більше діаметра фільтра. Фланці зазвичай роблять на 15 мм менше внутрішнього діаметра фільтра.

Кислотну пробку опускають до оброблюваної ділянки, і в неї заливають кислоту. Через заливальну трубу кислота надходить в патрубок, а з нього через отвори в фільтрі далі в зафільтрований простір. Залив в пробку кислоту, її опускають глибше і обробляють наступну ділянку. Після обробки всього фільтра виробляють звичайну переривчасту прокачку ерліфтною установкою.

Піротехнічний спосіб застосовують для ліквідації механічної і хімічної закупорки фільтра. Цей спосіб заснований на використанні енергії вибуху

малих зарядів вибухової речовини для руйнування осадів, що відклалися на фільтрі і в при фільтрувальній зоні.

З цією метою застосовують торпеду з детонуючого шнура (метод розроблений ВНДІ геофізики) і снаряд з чорним димним порохом (метод розроблений спеціалізованому правлінням Росводоканал наладка МЖКХ РСФСР).

У перший момент газу, що утворюються при вибуху пороху, знаходяться під великим тиском в навколишньому щільному середовищі-воді. Потім вони починають розширюватися, і тиск в газовому міхурі знижується. При зрівноважуванні тиску в газовому міхурі із навколишнім середовищем газу набувають велику швидкість і за інерцією продовжують розширюватися до витрачення всього запасу кінетичної енергії.

При проходженні газового міхура через фільтр в затрубний простір на стінках труб руйнується осад, а в зафільтровальному просторі щільна зцементована плівка.

Коли тиск в газовому міхурі буде нижче гідростатичного, на осад діють сили, які прагнуть викинути звільнилися частки порід і осадів середину фільтра. Цей процес повторюється і з часом поступово загасає.

Така пульсація газового міхура з загасаючої амплітудою коливання тиску відбувається кілька разів за один вибух до витрачення всього запасу, кінетичної енергії, сприяє вібрації навколишнього середовища та усуненню осадів з фільтра.

До виробництва вибухових робіт необхідно ознайомитися з конструкцією свердловини, фільтра, структурою і фракціями водоносних порід, результатами відкачок води, аналізами води і порівняти їх з початковими, а також з гідрогеологічними змінами, що відбулися з часу експлуатації свердловини. Перед спуском снаряда необхідно перевірити глибину свердловини. У разі замулення або засмічення робочої частини фільтра породою або сторонніми предметами вона повинна бути вичищена, а сторонні предмети вилучені.

Торпеда з детонуючого шнура (рис. 11.4) складається з заряду, що представляє собою 1-3 відрізка шнура (пов'язаних в пучок і знаходяться в водостійкою оболонці), і змонтованих на сталевому тросі головки з електродетонатором або вибухопатроном, за допомогою якого проводиться підрип шнура, пристосування для центрування торпеди в зоні її підрипу і вантажу для натягу троса. Торпеда містить 12,5 г вибухової речовини на 1 м довжини шнура.

Промисловість випускає два типи торпед: ТДШ-50 і ТДШ-25, що відрізняються діаметром і конструкцією головки.

ТДШ-50 має максимальний діаметр 50 мм. Головка багаторазової дії. У голівці поміщається електродетонатор та відрізок детонуючого шнура, від якого детонація передається всьому заряду торпеди.

ТДШ-25 має максимальний діаметр 25 мм. У голівці закладений вибуховий патрон разової дії і електродетонатор. Вибуховий імпульс детонуючому шнуру передається через стінку патрона.

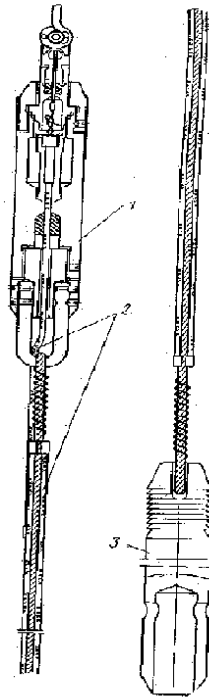


Рисунок 11.4 – Торпеда детонуючого шнура:
1 - головка; 2 - детонувальний шнур; 3 - вантаж

Довжина торпеди відповідає довжині робочої часті скважини. Згідно з інструкцією, в залежності від конструкцій фільтра виробляють 1-2 вибуху.

Зібрану торпеду приєднують до струмопідвідного кабелю і на ньому опускають на задану глибину. Потім проводять підрив торпеди. Після підриву з свердловини витягають головку і сталевий трос з центруючим пристроєм і вантажем.

Застосування порохових снарядів для відновлення дебіту свердловини не вимагає спеціального обладнання, великих капітальних витрат і тривалого часу. Крім того порох володіє невеликою руйнівною силою, внаслідок чого значно зменшується можливість руйнування каркасу і прориву фільтрувальної сітки. Амплітуда коливання тиску в газовому міхурі після підриву порохового снаряда в координатної сітці більш плавна і тривала, ніж при підриві детонуючого шнура.

Снаряд являє собою звичайну скляну пляшку місткістю 0,5л, в яку насипають чорний димний порох. В нього вставляють електрозапал зі сталевого дроту, до якого приєднують електропровідний кабель з водонепроникної ізоляцією.

Герметизація заряду здійснюється набиванням паперового пижа, поверх якого насипають сухий пісок. Горлечко пляшки заливають розплавленим гудроном (рис. 11.5).

Скляні пляшки слід застосовувати при спуску снаряда в воду не більше ніж на 35-40 м. При великому стовпі води над снарядом пляшка може бути розчавлена гідростатичним тиском. У цих випадках замість пляшок

використовують металеві стакани, виготовлені з обрізків газових труб діаметром 63-100 мм.

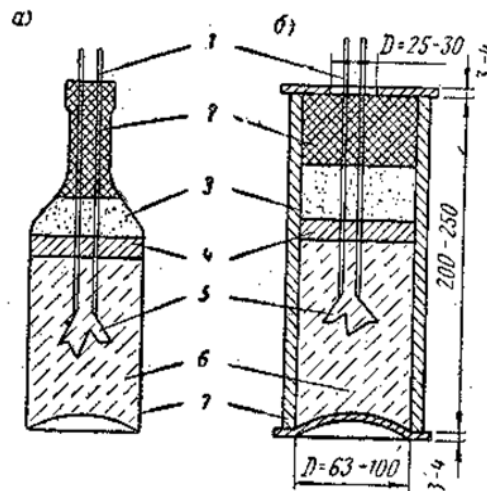


Рисунок 11.5 – Снаряди з пороховим зарядом:

а - скляна пляшка; *б* - металевий снаряд; 1 - електропровід; 2 - гудрон;
3 - пісок; 4 - паперовий пиж; 5 - електрозапал; 6 – чорний димний порох;
7 – корпус снаряда

Для заряду рекомендується застосовувати чорний димний порох. Кількість пороху залежить від діаметра фільтра, висоти стовпа води під снарядом, структури і фракцій водоносних порід, ступеня корозії каркасу і характеру закупорки фільтра. Оскільки визначити ряд факторів, що впливають на величину заряду, неможливо, орієнтовно засипають 200-400г пороху. Чим більше діаметр фільтра, чим більше заряд, але чим більше стовп води над снарядом або тонше фракція водоносних ґрунтів, тим менше маса заряду. Як правила, масу заряду визначають практичним шляхом, починаючи підриви снарядом з мінімальною масою заряду. При незначній ефективності масу збільшують і роблять повторний вибух. Практика показала, що в свердловинах, обладнаних сітчастими фільтрами, маса заряду не повинна перевищувати 0,5 кг, в перфорованих трубах – 1 кг чорного димного пороху.

При ліквідації механічної закупорки і глинізації (після роторного буріння) заряди повинні мати більшу масу, ніж при ліквідації м'яких відкладень (наприклад, гідрату окису заліза).

Підриви снарядів роблять лише в робочій частині фільтра, починаючи з низу, через кожен 1-1,5 м. Категорично забороняється одночасно підривати кілька снарядів, так як це може привести до руйнування каркасу фільтра і пошкодження фільтрувальної сітки. Під час підривів гирло свердловини повинно бути повністю відкрито.

Не слід підривати заряди на відстані вище 1,5 м від сальника надфільтрувальної труби, а також в глухих ділянках фільтра. Недотримання цих умов може привести до руйнування сальника або фільтра. Після підривів снарядів по всій довжині робочої частини фільтра роблять будівельну прокачку

свердловини, щоб видалити продукти реакції вибуху, зруйновані осади звільнилися частки порід.

Піротехнічні роботи виробляють також і в свердловинах, не обладнаних фільтрами. У цих випадках мета робіт збільшити робочу поверхню або тріщинуватість стійких водоносних порід і звільнити тріщини від осіли в них дрібних фракцій порід. Торпедування допускається виконувати в свердловинах при наявності стовпа води в них не менше ніж 30 м над місцем вибуху і глибині 5 м від башмака останньої колони обсадних труб. При меншому стовпі води застосовувати торпедування не ефективно, так як спостерігатиметься викид води відклялися з свердловини.

При виробництві вибухових робіт у свердловинах, не обладнаних фільтрами, торпеду виготовляють з азбоцементної труби можливо більшого діаметра (рис. 11.6). Чим менше кільцевий зазор між корпусом торпеди і породою, тим більший ефект буде отриманий від вибуху. Торпеди з металевим корпусом застосовувати не рекомендується, так як утруднюється витягування зі свердловини залишків торпеди. В якості взривчатої речовини торпедування зазвичай використовується амонал. Кількість амоналу, необхідного для вибуху, розраховують за формулою

$$G=8.3(R^3/a b c),$$

де G - маса амоналу, кг; R - найбільший радіус руйнування в залежності від міцності порід; a - коефіцієнт опору ґрунту (для вапняків - 0,5, для граніту - 0,3, для м'яких глин 1,2); b - коефіцієнт матеріалу торпеди (для сталі 0,9, для азбоцементу - 1); c - коефіцієнт, що залежить від різниці діаметрів між корпусом торпеди і свердловиною (при різниці діаметрів 25мм він дорівнює 0,95, при 38 мм - 0,9, при 50 мм - 0,85).

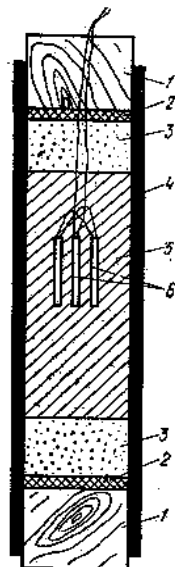


Рисунок 11.6 – Торпеда з азбоцементної труби:

- 1 - дерев'яна пробка; 2 - гудрон; 3 - пісок; 4 - корпус; 5 – вибухівка;
6 - електродетонатори

Нижня і верхня частини корпусу торпеди забиті дерев'яними пробками і залиті гудроном або бітумом. Вибухова речовина (амонал або тротил) знаходиться між верхнім і нижнім шаром піску. В середину вибухової речовини вставлені електродетонатори.

Електропроводка від електродетонаторів виводиться з торпеди через верхню пробку. Заряджену торпеду опускають у свердловину на сталевому або пеньковому канаті і роблять вибух на заданій глибині. Торпедування слід починати з нижньої частини (забою) свердловини. За звичай роблять 3-6 вибухів на різних глибинах. При вибуху торпеди порода руйнується в радіусі 0,5 - 1,5 м на висоті 3 - 4,5 м. Утворені при вибуху торпеди газу витісняють воду зі свердловини і навколишньої породи на велику відстань. Після вибуху вода з великою швидкістю спрямовується в свердловину, що сприяє інтенсивній промивці тріщин і вимиванню з них дрібних частинок і відкладень. Після закінчення вибухових робіт ствол свердловини чистять від зруйнованої породи з подальшим переривистим прокачуванням. В результаті торпедування питомий дебіт свердловини часто значно зростає, так як збільшуються тріщинуватість порід і робоча поверхня частини свердловини.

Якщо торпедування роблять, щоб відновити питомий дебіт свердловини, маса заряду не повинна перевищувати 6 – 8 кг, заряди опускають в поліетиленовому мішку, а на токопідводящій кабель підвішують вантаж. В цьому випадку спостерігається незначне руйнування порід, але відбувається інтенсивне очищення тріщин від дрібних фракцій порід. Якщо торпедування необхідно для збільшення робочої поверхні свердловин за рахунок руйнування водоносних порід, маса заряду повинна становити 18 – 28 кг залежно від міцності водоносних порід.

На зміну якості води експлуатованої свердловини впливають багато причин (див. табл. 11.2). Розглянемо випадки зміни якості води, пов'язані безпосередньо з конструкцією, експлуатацією і дефектами свердловини (рис. 11.7).

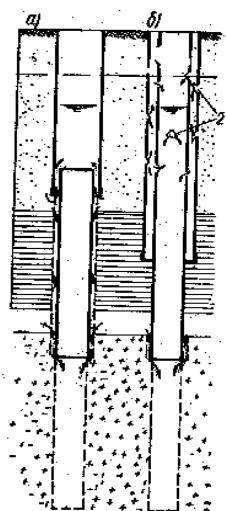


Рисунок 11.7 – Шляхи надходження сторонніх вод в свердловину

а – через зріз вирізної труби і через башмак обсадної труби;

б-через дефекти в обсадній трубі і через башмак:

1 - рівень ґрунтових вод; 2 - дефекти обсадних труб

Надходження чужих вод через незакладені зріз вирізаної і витягнутої труби або через зріз надфільтрувальної труби визначають нагнітанням води в свердловину, попередньо перекривши гумовою пневматичною пробкою водоприймальну частину свердловини. Пневматична пробка (рис. 11.8) являє собою патрубок з отворами, до торців якого приварені фланці діаметром на 10-13 мм менше внутрішнього діаметра вирізаною колони або надфільтрувальної труби. На фланці надітий гумовий мішок, виготовлений з гумового балона автомобіля. Гумовий мішок за допомогою фланця притиснутий до нижнього фланця. Нижній фланець глухий, верхній має отвір, через яке введена повітродувна труба.

Пробку на трубах або порожнистих штангах опускають в свердловину до заданої глибини. Через трубу нагнітають повітря.

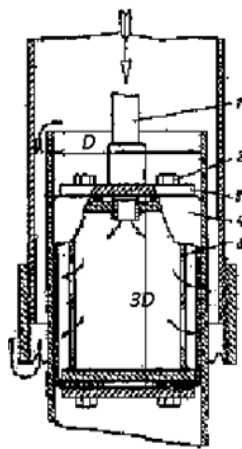


Рисунок 11.8 – Пневматична пробка:

- 1 - повітропровідна труба; 2 - шпилька; 3 - фланець; 4 – гумовий мішок;
5 - патрубок

Повітря надходить в гумову камеру, яка, роздуваючись, щільно прилягає до стінок труби і перекриває доступ води в свердловину через водоприймальну частину. Тиск повітря, що нагнітається в камеру, повинний бути на 0,15-0,2 МПа (1,5-2 атм) більше, ніж тиск, що створюється стовпом води над пробкою.

Якщо вода надходить в свердловину через кільцевий зріз з водоносного горизонту, що має більший п'єзометричний напір, ніж експлуатований горизонт, то рівень води в свердловині буде підвищуватися, а якщо з горизонту, що має менший п'єзометричний напір, – знижуватися. При рівному п'єзометричному напорі в свердловину потрібно наливати воду, стежачи за її рівнем. Зменшення рівня вказує на відсутність закладення кільцевого зазору.

Схема ліквідації затрубного і міжтрубного припливу води в свердловину показана на рисунку 11.9. У більшості випадків затрубний і міжтрубний приплив води є наслідком порушення організаціями, що виконують бурові роботи, технічних умов на спорудження водяних свердловин.

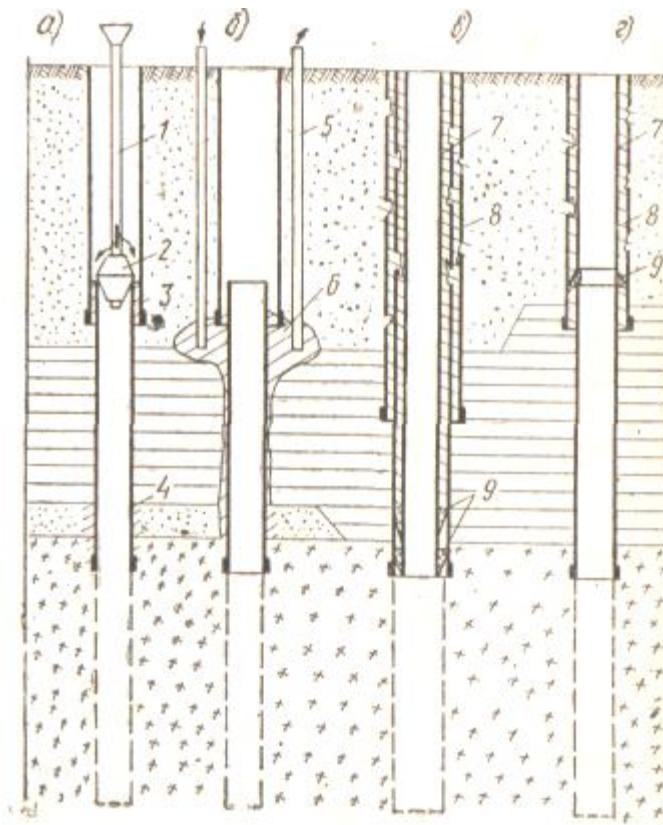


Рисунок 11.9 – Схеми ліквідації затрубного і міжтрубного припливу води:
 а - закладення кільцевого зазору вирізаної і витягнутої труби; б - ліквідація надходження ґрунтових вод бурінням зондовочних свердловин; в - установка нової висячої обсадної труби з сальником; г - установка нової колони обсадних труб на зріз вирізаної труби; 1 - заливальна труба; 2 - конусна пробка; 3 - цементация кільцевого зазору; 4 - підбашмачна цементация; 5 - зондовочна свердловина; 6 - цементне кільце; 7 - нова обсадна колона; 8 - цементация; 9 - сальник

Під час проходки порід буровим інструментом, особливо при обертальному способі буріння, між встановленою колоною обсадних труб і породою є великий кільцевий зазор. За відсутності підкаблучної або затрубної цементация по затрубному простору утворюється рух води з перекритих водоносних шарів.

Вода з небажаним хімічним складом може надходити по двох шляхах: під башмак останньої колони обсадних труб або під башмак попередньої колони обсадних труб, а потім через зріз (якщо вирізана подальша колона).

Ліквідувати надходження води через зріз обсадної колони можна відключенням робочої частини свердловини за допомогою тимчасового тампонажу піском до зрізу обсадної труби. Після заливки цементного розчину складу 1:1 пісок витягують з свердловини або замість тампонажу на зріз вирізаної обсадної труби встановлюють конічну пробку.

Усунути надходження ґрунтових вод по затрубному зазору дуже складно. Ця робота вимагає великої навички. Існують два способи усунення затрубної циркуляції води.

При першому способі в безпосередній близькості від гирла свердловини бурять 3-4 зондовочні свердловини діаметром 75 - 100 мм до водотривкої породи ґрунтових вод. Через одну з них нагнітають воду або глинистий розчин для розмиву підшови водотривкої породи. Розмив виробляють до тих пір, поки вода не почне вилитися через всі інші свердловини. Разом з промивають водою виноситься розмивається порода і біля ствола свердловини утворюється каверна. Потім в свердловину нагнітають цементний розчин. Розчин нагнітають доти, поки він не з'явиться в гирлі решти свердловин. Після цього обсадні труби зондовочних свердловин витягають. Після нагнітання навколо обсадної труби і у підшови водотривкої породи створюється цементне кільце. Цементний розчин цементує нестійкі породи і заповнює затрубний зазор, перекиваючи доступ ґрантових вод в експлуатаційний горизонт.

Другий спосіб полягає у виробництві підкаблучної цементації. Щоб уникнути цементації розкритого водоносного горизонту роблять тимчасовий тампонаж піском незакріпленого обсадними трубами ділянки свердловини. Останню обсадну колону піднімають на 1 - 2 м, через заливну трубу в свердловину заливають цементний розчин на висоту 5 - 8 м і продавлюють його в затрубний простір. Потім підняту обсадну трубу знову ставлять на колишнє місце. Після схоплювання цементу видаляють його залишок і ліквідують тимчасовий тампонаж. Таким чином, експлуатований горизонт надійно ізолюється від проникнення в нього води з небажаним складом.

Щоб ліквідувати надходження води через дефекти обсадних труб, в свердловину встановлюють нову колону обсадних труб зі спеціальним сальником на кінці. Потім кільцевий зазор цементують.

Сальники виготовляють двох типів. Перший тип сальника (рис. 11.10, а) призначений для установки нової колони на зріз раніше вирізаної, другий тип сальника (рис. 11.10, б) застосовують при відсутності вирізаної колони. Після установки нової зварної колони зі спеціальним сальником в кільцевий зазор заливають цементний розчин складу 1:1. Розчин заливають порціями: спочатку на 3 - 4 м, щоб уникнути прориву цементу через сальник, а потім після схоплювання першої порції - другу до гирла свердловини. Завдяки надмірному тиску цементний розчин заповнює всі порожнечі і пори. Через дефекти в обсадних трубах розчин проникає в затрубний простір, цементуючи розмиті породи і заповнюючи каверни. Цементация надійно захищає свердловину від надходження в неї породи води з інших водоносних шарів. Недоліком цього методу є зменшення діаметра свердловини.

Для визначення глибини задавлювання останньої колони обсадних труб застосовують трубомір системи Я. С. Суреньянец (рис. 11.11). Трубомір являє собою текстолітовий тримач з прикріпленими до нього на пружних ресорах двома роликками з легованої сталі. До ресорам підключені два електропроводи, що йдуть через вольтметр до джерела струму. Прилад опускають у свердловину на газових трубах. При проході по обсадній трубі роликки врізаються в неї і відбувається замикання електричного кола. При виході роликків з обсадної труби відбувається розмикання електричного кола. За кількістю метрів труб,

опущених в свердловину, судять про глибину задавлювання останньої обсадної труби.

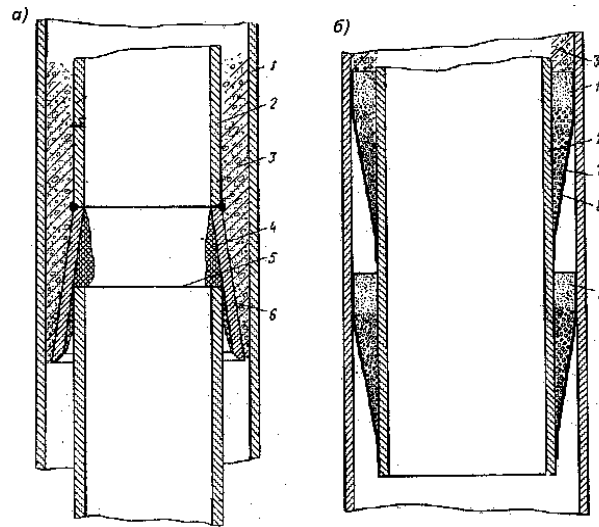


Рисунок 11.10 – Сальники:

а - при установці нової колони на зріз раніше вирізаної і витягнутою;
 б - при установці висячої нової колони; 1 - стара обсадна труба; 2 - нова обсадна труба; 3 - цементний розчин; 4 - свинцеве кільце; 5 - зріз обсадної труби; 6 - конус; 7 - кожух сальників; 8 - азбестова кришка; 9 - пісок

Іноді при збільшенім водовідводі з водоносного горизонту з неоднорідним складом води відбувається підсос води з нижнього шару з небажаним хімічним складом.

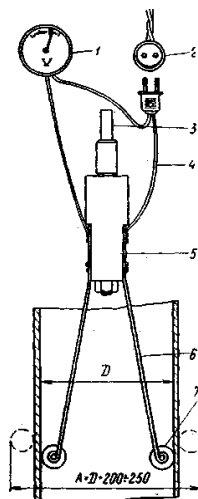


Рисунок 11.11 – Трубомір системи Я. С. Суреньяц

1 - вольтметр; 2 - джерело струму; 3 - напрямна труба; 4 - електропровід;
 5 - текстолітовий тримач; 6 - ресори; 7 - ролики

В таких випадках частина розкритого водоносного горизонту тампонують цементним розчином.

В процесі експлуатації через хибний монтаж насосу, установки його безпосередньо на обсадних трубах, в сильно викривлену свердловину або в результаті ослаблення різьбових з'єднань напірних труб можуть відбутися аварії. Найбільш часті аварії - обрив в стиках напірних труб. При установці опорної плити безпосередньо на зріз обсадної труби агрегат при роботі сильно вібрає, внаслідок чого зтяжка болтів фланцевих або муфтових з'єднань напірних труб слабшає, що веде до аварії.

При монтажі агрегату в викривлену свердловину відбувається поломка чавунних ребер усмоктувальної секції агрегату з занурювальним електродвигуном, обрив верхніх або нижніх шпильок усмоктувальної секції, в результаті чого електродвигун обривається і падає на забій свердловини.

У насосів з трансмісійними валами через хибний монтаж, складання напірних секцій та монтажу їх у викривлених свердловинах спостерігається сильна вібрація валу. Вал розбиває вкладиші підшипників і хрестовини радіальних підшипників, що призводить до обриву трансмісійних валів, а також напірних труб.

Робота електродвигунів, особливо зануреного типу, без контрольно-вимірювальних приладів (амперметра, вольтметра) або включення їх безпосередньо в силову електричну мережу без пускової станції, де змонтовані різні реле захисту електродвигунів, призводять до виходу їх з ладу, так як обмотка електродвигуна перегоріє.

Правильний монтаж і систематичне спостереження за контрольно-вимірювальними приладами виключає аварії насосних агрегатів.

Деякі види ліквідації аварій складні і вимагають великої навички. До них відносяться:

- вилучення зі свердловини зануреного електродвигуна,
- витягування зі свердловини насосів, розклинених болтами, що випали з фланцевих з'єднань,
- витягування зі свердловини насосних агрегатів і напірних труб, засипаних піском.

Для вилучення з свердловини насосних агрегатів широко застосовують два пристосування: овершот (рис. 11.12) і якір (рис. 11.13).

Овершот виготовляють зі сталеві труби діаметром на 50 мм менше діаметра обсадної колони, в якій знаходиться впав агрегат. Наявність виступу в нижній частині овершот дозволяє відвести фланець або муфту яка впала труби від обсадної труби, в разі якщо вони притиснуті до стінки. Щоб уникнути викручування штанг або труб, на яких опущений овершот, його слід обертати тільки за годинниковою стрілкою.

Щоб визначити положення зрізу упалої напірної труби і глибину, на якій вона знаходиться, у свердловину спускають на газових трубах або на штангах печатку.

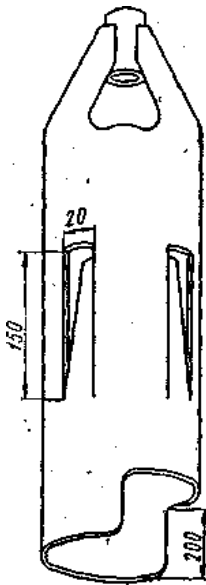


Рисунок 11.12 – Овершот

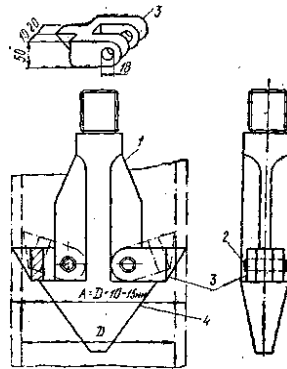


Рисунок 11.13 – Якір:

- 1- тримач; 2 - вісь щічки; 3 - щічка; 4 - направляючий конус

Чим більше буде застосовано зусиль для підйому, тим сильніше вривуться щічки в трубу.

Якщо впав насосний агрегат частково засипаний піском або іншою породою, витягти його скрутно. При великих підйомних зусиллях відбувається обрив стиків напірних труб, розрив чавунних деталей насоса і т. д. В цих випадках при захопленні ловильного пристосуванням витягування труби або насосного агрегату роблять сильну натяжку труб або штанг, на яких опущено ловильне пристосування. Потім по верхньому кінцю штанги або труби проводять сильні удари, спрямовані по вертикалі. Удари створюють вібрацію, яка дозволяє послабити захоплення породою насосного агрегату, і він легко витягується з свердловини.

При вилученні з свердловини насоса з чавунними корпусами напірних секцій, розклинених болтами що впали, застосовують одночасно з ловильного інструментом спеціальний кожух (рис. 11.14).

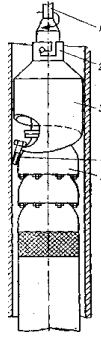


Рисунок 11.14 – Схема застосування кожуха при ловильних роботах:

1- шланги; 2 - замок; 3 - кожух; 4 - втрачений болт; 5 - насос

Овершот опускають на бурових штангах або на газових трубах діаметром 100-150 мм зі сталевими муфтами і накривають ним видобуту трубу. Під час проходу муфти або фланця вигнуті всередину пластинки віджимаються і заходять під муфту або під фланець, міцно захоплюючи трубу.

За відсутності муфти або фланця на напірної трубі насоса застосовують якір, призначений для захвата труби зсередини. У нижньому вільному положенні щічок розмір А повинен бути на 10 - 15 мм більше внутрішнього діаметра труби, що підлягає вилученню. Кромки щічок якоря роблять гострими і цементують, тому при підйомі його кромки чіпляються за шорстку внутрішню поверхню труби.

Кожух виготовляють із сталевих листа товщиною 3-4 мм у вигляді овершот і опускають у свердловину на штангах або на трубах із спеціальним замком. При обертанні його за годинниковою стрілкою болти що впали з фланцевих з'єднань потрапляють між кожухом і насосом. Потім штанги або труби витягають зі свердловини, а через отвір замка в неї опускають ловильне пристосування і витягують насос разом з кожухом. В цьому випадку виключається можливість розклинити насос що впали в свердловину болтами.

Проводити ловильні роботи на сталевому тросі або канаті категорично забороняється, бо це може привести до аварій. Спуск будь-якого ловильного пристосування в свердловину повинен здійснюватися тільки на бурових штангах або на сталевих трубах із сталевими муфтами.

Санітарно-технічна закладення (тампонаж) свердловин охороняє експлуатований водоносний шар від забруднення і виснаження. Основною причиною забруднення води в свердловинах є поганий технічний стан обсадних труб. Як показала практика обстеження водяних свердловин, термін служби обсадних труб зазвичай становить 20-30 років. Через корозію або через інших дефектів в обсадних трубах в свердловину проникають забруднені води з вище розташованих, не захищених від забруднення водоносних шарів, погіршуючи якість води експлуатованого водоносного горизонту.

Санітарно-технічному (ліквідаційним) тампонажу підлягають:

- прийшовши в непридатність водянні свердловини, відновлення яких неможливе або недоцільне;

- занедбані водяні свердловини, експлуатація яких не передбачається з тих чи інших причин;
- водяні свердловини малих діаметрів, пробурені для тимчасового водопостачання;
- водяні свердловини з малим дебітом або невірної конструкції, виправлення яких неможливо або недоцільно;
- використані пошукові та геологорозвідувальні свердловини;
- поглинаючі свердловини, здатні забруднювати експлуатовані водоносні шари.

Припис на закладення свердловини по санітарних причин дає місцева санітарно-епідеміологічна станція (СЕС) на підставі санітарно-технічного акта з обов'язковим додатком результатів аналізів води і з зазначенням причин неможливості експлуатації, відновлення або використання свердловини.

Закладення свердловини, яку неможливо експлуатувати або відновити з технічних причин, роблять на підставі заяви власника свердловини за погодженням з санітарними, комунальними та територіальними геологічними управліннями.

Якщо в процесі буріння свердловини було допущено сполучення між собою різних водоносних горизонтів, необхідно при закладенні свердловини цей дефект ліквідувати. Міжтрубні зазори повинні бути надійно забиті розчином цементу.

До початку робіт потрібно скласти програму на закладення свердловини. Програму робіт складають на підставі обстеження свердловини, в процесі якого визначають:

- глибину свердловини, ступінь замулення забою або величину засора фільтра;
- дійсну конструкцію свердловини і технічний стан обсадних труб;
- зв'язок ґрунтових вод з експлуатованим водоносним шаром.

До програми на закладення свердловини прикладають наступні документи:

- ситуаційний план з нанесенням місця розташування свердловини і абсолютні відмітки гирла, забою, статичного рівня;
- довідку про призначення свердловини, геологічний розріз її гідрогеологічні висновки;
- результати аналізів води (первинні і сьогоденні).

Наявність затрубних і міжтрубної циркуляції води (наявність циркуляції води в міжтрубному зазорі визначають, нагнітаючи у міжтрубний зазор воду або барвник);

- матеріали про характер забруднення (хімічного, бактеріологічного, механічного) і можливі його джерела;
- відомості про тих, що були в процесі експлуатації свердловини зміни або виправлення її конструкції (вирізка або витяг обсадних труб, установка або витяг перфорованих труб, фільтрів, аварії водопідйомників і т. д.);
- відомості про найближчі окремих свердловинах, розташованих у радіусі до 500м, і великих водозаборах в радіусі до 20 км.

Програму робіт на закладення свердловини обов'язково узгоджують с місцевої СЕС. Тампонаж робить організація, яка виконувала бурові роботи, або спеціалізована організація. Відповідальність за правильність виконання робіт по закладенню відповідно до затвердженої програми несе власник свердловини. Технічний звіт по ліквідаційному тампонажу пред'являють територіальним геологічному управлінню, місцевої СЕС та комунальним органам.

Виробництво ліквідаційного тампонажу докладно викладено в «Правилах санітарно-технічної закладення (тампонажу) водяних свердловин».

Схема санітарно-технічних закладень представлена на рисунку 11.15. Роботи здійснюються в п'ять етапів:

- очищення вибою свердловини від засмічення і сторонніх предметів, очистка стінок від корозії і осадів, відбір проби води для аналізу;
- обробка розчином хлорного вапна з концентрацією активного хлору не менше 100 мг/л;
- засипка в робочу частину промитого, прохлорованого фільтруючого матеріалу (гальки, гравію, піску) і заливка першої порції цементного розчину складу 1:1. Марка цементу не нижче 500 (тампонажний або гідроцемент);
- перфорація обсадної труби (при одноколонному кріпленні свердловини) проти верхніх водоносних шарів, промивка, хлорування кільцевих зазорів, заливка другої порції цементного розчину;
- уривка шурфу навколо свердловини 1 січня 0.5 м і бетонування шурфу і зрізів обсадних труб до рівня підлоги павільйону шахти, приямка. Склад бетону 1: 3.

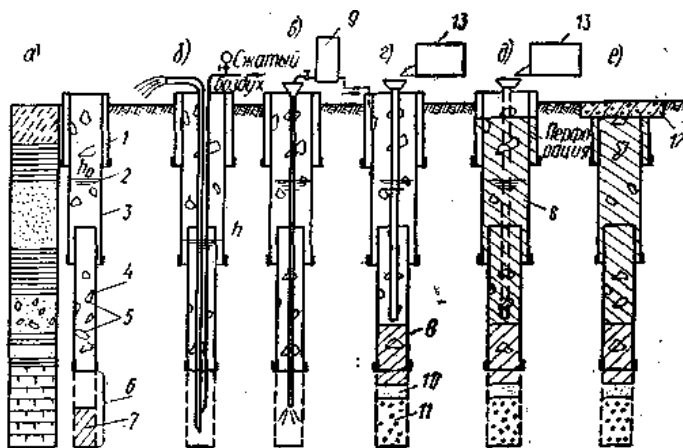


Рисунок 11.15 – Схема санітарно-технічної закладення водяної свердловини: а - конструкція свердловини до тампонажу; б - промивка свердловини ерліфтної установкою; в - хлорування розчином хлорного вапна; г - заливка першої порції цементного розчину; д - заливка другої порції цементного розчину; е - бетонування шурфу і зрізів обсадних труб; 1 - колона обсадних труб; 2 - статичний рівень води; 3 - друга колона обсадних труб; 4 - третя колона обсадних труб; 5 - ознаки корозії отвори в обсадних трубах; 6 - робоча частина свердловини; 7 - замулення, засмічення; 8 - цементний розчин; 9 - обробка хлорним вапном; 10 - пісок; 11- фільтруючий матеріал; 12 - цементна плита; 13- бак для цементного розчину

ЛЕКЦІЯ 12 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ МОНТАЖІ ТА ОБСЛУГОВУВАННІ ВОДЯНИХ СВЕРДЛОВИН І ВОДОПІДЙОМНИКІВ

1. Монтаж свердловинних насосів
2. Обслуговування свердловинних насосів
3. Вибухові роботи
4. Робота з соляною кислотою
5. Експлуатація павільйону над водяною свердловиною
6. Перша допомога при пораненні
7. Перша допомога при ураженні електричним струмом
8. Розслідування нещасного випадку та оформлення акта про нього

До монтажу та обслуговування водопідйомників допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки. Повну відповідальність за нещасні випадки, що сталися на роботах через порушення правил техніки безпеки, несе майстер (бригадир), керівник виробництвом робіт або обслуговуванням агрегатів. Робітники, зайняті на монтажі, і машиністи при експлуатації насосів повинні дотримуватися загальні правила техніки безпеки і вміти надавати першу допомогу потерпілому при отриманні травми або ураженні струмом.

1 Монтаж свердловинних насосів

До роботи з монтажу свердловинних насосів допускаються особи, які засвоїли вимоги правил техніки безпеки. Щоб уникнути нещасних випадків вхід на вишку або павільйон стороннім суворо забороняється. Категорично забороняється відігрівати труби всіх розмірів відкритим вогнем: для обігріву застосовують тільки гарячу воду. Без відома майстра забороняється вмикати і вимикати механізми, а також користуватися різного роду пристосуваннями.

Строго забороняється використовувати при роботі несправний інструмент. На місці проведення робіт повинна бути аптечка з коштами надання першої допомоги постраждалим. Майстер зобов'язаний негайно відправити робітника, який отримав травму, в найближчий медичний пункт, а в серйозних випадках викликати швидку допомогу. Робітники, зайняті на монтажних роботах, повинні дотримуватися дисципліни, строго виконувати санітарні вимоги щодо утримання робочого місця в чистоті. Побудована вишка, тринога, копер повинні бути міцними, здатними витримати навантаження 1,5 маси агрегату який піднімають. Забороняється проводити монтажні роботи при сильному вітрі (понад 5 балів), під час зливи, при сильному морозі, а також у нічний час. При підйомі матеріалів і деталей не можна перебувати під вантажем, що піднімається. Блоки за вантажопідйомністю повинні відповідати масі піднімаються деталей насоса і агрегату. Блоки підвішують на сталюму канаті, діаметр якого залежить від маси вантажу, але не менше 12 мм. При підйомі або спуску важких предметів забороняється підтримувати і направляти їх руками. Ці роботи виконують за допомогою м'яких канатів.

Вантажопідйомна лебідка повинна бути забезпечена надійним пристосуванням, що не допускає мимовільне опускання вантажів. Кріпити канат до барабанних лебідок і деталям (до гака, підвісному кільцю і т.п.) потрібно так, щоб обернути канат від перетирання.

Виступаючі частини механізму лебідки повинні бути забезпечені відкидними залізними кожухами. Приводні ремені і рухомі частини трансмісії лебідки повинні бути надійно огорожені. Змащування і ремонт підшипників привідної лебідки і блоків не можна виконувати під час їх роботи. Щоб не допустити при монтажі падіння дрібних деталей в свердловину, її горло необхідно закривати сталевим листом з отвором для опускаються труб. Щоб уникнути нещасного випадку забороняється працювати в спецодязі з довгими полами і широкими рукавами.

Забороняється повертати шестірні, шків, лебідки ломом. Забороняється для зупинки механізмів вставляти між спицями або зубцями сторонні предмети.

Все електрообладнання повинно бути ретельно заземлено. При обслуговуванні пускового щита або електродвигуна, що знаходиться під напругою, необхідно надягати гумові калоші або чоботи і захисні гумові рукавички.

Підключення силового кабелю до механізмів або виконання інших електротехнічних робіт повинен робити тільки електрик. Якщо припинилася подача електроенергії, необхідно вимкнути рубильники і пускові прилади. Не допускається проводити роботи на сталевому канаті, що має обриви дроту в кількості 10% на 1 м, а також якщо обірвана хоча б одна стренга. Категорично забороняється спускати в свердловину інструмент і труби з недокрученими і незакріпленими гвинтовими з'єднаннями.

Щоб уникнути нещасних випадків під час спуску або підйому грузів стояти в безпосередній близькості від каната забороняється. Не допускається направляти трос рукою, ногою або ломом при навивці його на барабан лебідки. Щоб уникнути падіння блоку при обриві його підвісній сережки необхідно додатково зміцнювати блок ланцюгом або сталевим канатом за нижню сережку. Не допускається надягати шматки газових труб на ручки ключів для збільшення їх довжини. Забороняється гальмувати лебідки, вставляючи дошки, ломи та інші предмети в спиці барабанів або шестерень. Таль підвішують на стропі з м'якого сталевого тросу, причому підйомний гак талі повинен мати особливий замок, який не дозволяє стропі виходити з нього при будь-яких положеннях.

2 Обслуговування свердловинних насосів

Правила техніки безпеки для машиністів насосних станцій звичайно викладаються у вигляді короткої пам'ятки, яка повинна бути вивішена на стіні біля робочого місця. Машиніст насосної станції на водяних свердловинах повинен пройти курс виробничого навчання та перевірку знань правил техніки безпеки, отримати іменне свідоцтво, яке підтверджує право допуску його до роботи. Всі агрегати і механізми (крім заглиблених павільйонів)

забезпечуються денним та електричним освітленням за діючими нормами і правилами. Крім основного освітлення на насосних станціях має передбачатися аварійне освітлення, що харчується від акумуляторної батареї напругою не вище 12 В. Для підйому і переміщення деталей або вузлів устаткування в павільйоні встановлюють вантажопідйомні пристосування відповідної потужності. Крім пам'ятки з техніки безпеки в павільйоні повинні бути вивішені інструкції з догляду та обслуговування машин, а також основні креслення і схеми роботи машин. **На кожній насосній станції незалежно від числа насосів повинні бути:**

- вогнегасник;
- пожежний рукав з насадком у пожежного крана (для насосних станцій з компресорами);
- гумові килимки і рукавички у щитів включення і виключення електродвигунів;
- захисні засоби (за діючими нормами);
- аптечка (в спеціальній шафі).

Черговий машиніст зобов'язаний:

- під час чищення, регулювання і дрібного ремонту насосів вживати заходів проти мимовільного пуску їх в роботу, т.п. Знеструмити електродвигун і на пусковому пристрої вивісити плакат «Не вмикати, працюють люди»;
- негайно зупиняти агрегат при нещасному випадку, сильної вібрації агрегату, неприпустимо високому нагріві підшипників;
- появи сторонніх шумів в агрегаті; несправності системи змащення; виникненні пожежі в насосній станції або павільйоні;
- негайно сповістити свого безпосереднього начальника про аварійні зупинках агрегатів і вживати заходів для їх ліквідації;
- включати і відключати агрегати, стоячи на гумовому килимку;
- набивання сальників насоса робити тільки при зупиненому і відключеному агрегаті;
- зберігати обтиральні матеріали (невикористані і використані) в окремих металевих ящиках з кришками і щодня виносити з павільйону використані обтиральні матеріали;
- стежити за чистотою застелених поверхонь павільйону;
- негайно видаляти пролиті мастильні масла і воду щоб уникнути утворення слизьких місць;
- знати правила надання першої допомоги при ураженні електричним струмом;
- знати правила поведінки в разі пожежної тривоги.

Черговому машиністу забороняється:

- виправляти і ремонтувати агрегат під час його роботи;
- знімати під час роботи агрегату запобіжні кожухи та інші захисні пристрої;
- пускати несправний агрегат;
- підігрівати маслопровідну систему факелами, паяльними лампами та іншими приладами з відкритим вогнем;

- тримати біля електродвигунів і пускових пристроїв мастильні масла, обтирочні та інші займисті матеріали;
- переносити вантаж підйомним механізмом над людьми;
- стосуватися незахищеними руками електропроводів та іншого електрообладнання, крім корпусу електродвигуна;
- допускати в павільйон сторонніх осіб.

3 Вибухові роботи

До початку вибухових робіт виконавці зобов'язані отримати безпосередньо від контролюючої організації дозвіл на право їх виробництва із зазначенням термінів їх проведення. До виробництва вибухових робіт допускаються особи, які мають єдину книжку підричника. Виконуючи вибухові роботи зобов'язані дотримуватися «Єдині правила безпеки при веденні вибухових робіт», затверджені Держгіртехнаглядом. Дозвіл на право придбання вибухових матеріалів видають республіканські, крайові, обласні, міські та районні управління міліції на підставі заяви керівника підприємства, а якщо вибухові роботи покладаються на підрядну організацію, то на ім'я останньої.

Право на зберігання вибухових матеріалів у складах і в сейфах підприємства або організації має бути підтверджено письмовим дозволом органом міліції міста, області, краю, республіки. Посадові особи, винні в порушенні правил безпеки, при виробництві вибухових робіт, в залежності від характеру порушень несуть адміністративну, дисциплінарну або судову відповідальність.

Зарядку порохових снарядів виробляють на відкритому місці в стороні від джерел відкритого вогню та включених електронагрівальних приладів. Зарядку і підриви зарядів ведуть тільки в денний час. Під час виробництва робіт забороняється палити і розводити відкритий вогонь. Забороняється заливати в снаряди киплячий гудрон без ізоляції порошу паперовим пижом і піском. Перед заливанням гудрон необхідно остудити до в'язкого стану. До підриву зарядів категорично забороняється підключати електропровід до джерела живлення. Під час підриву весь обслуговуючий персонал повинен бути віддалений від гирла свердловини не менше ніж на 5 м, причому джерело струму для підриву заряду повинен також знаходитися не ближче

5м від гирла свердловини. Заготовлені снаряди повинні знаходитися не ближче 5 м від місця робіт і кількість їх не повинно перевищувати 5 шт. Устя свердловини під час виробництва робіт повинно бути повністю відкрито.

4 Робота з соляною кислотою

До роботи з соляною кислотою допускаються особи, які пройшли спеціальний інструктаж по роботі з кислотами. При роботі слід користуватися спецодягом (гумовим фартухом, чобітьми, рукавичками) і захисними окулярами, що оберігають тіло і обличчя від опіків соляною кислотою. Ніс і рот потрібно закривати марлевою пов'язкою, складеною в кілька разів, або надягати протигаз. Слід пам'ятати, що при заливці соляної кислоти в свердловину через

заливну трубу внаслідок бурхливої реакції з корозією металу спостерігається сильний її викид із труби.

5 Експлуатація павільйону над водяною свердловиною

Заглиблені і напівзаглиблені павільйони над водяною свердловиною повинні бути надійно ізольовані від ґрунтових вод. Для видалення води, що потрапляє на підлогу павільйону, підлоги влаштовують з ухилом до збірних приямків, відводять воду у водостік. При неможливості видалення води з приміщення самопливом насосні станції обладнуються допоміжними дренажними насосами.

Павільйони над водяною свердловиною обладнують природною або штучною вентиляцією, що забезпечує необхідну чистоту повітря і відведення тепла від компресорів і електродвигунів.

У місцях, де проводяться ремонтні роботи, повинні матися переносні електричні лампи, що живляться від трансформатора із вторинною напругою не вище 12 вольт. В павільйонах, які не мають акумуляторних батарей, в якості аварійного освітлення можуть застосовуватися газові лампи, ліхтарі «Летюча миша» і т.п.

Температура повітря в павільйоні в опалювальний період не повинна опускатися нижче 16° і не вище 24°С, а в літній час не повинна перевищувати зовнішню температуру більше ніж на 10°С.

У приміщенні без постійного перебування машиністів мінімальна температура може становити 5°С.

Для підйому і переміщення деталей або вузлів устаткування в павільйоні встановлюють вантажопідйомні пристосування відповідної потужності. Вантажопідйомні споруди, що встановлюються над павільйонами з люком в перекритті, повинні бути розбірними і перебувати там лише на час монтажно-демонтажних робіт та ремонту водяних свердловин.

При прокладанні трубопроводів нижче рівня підлоги павільйону канали з трубопроводами необхідно перекривати щитами. В павільйоні слід вивішувати короткі інструкції про те, як чинити в разі поразки електричним струмом, а також плакати з техніки безпеки.

6 Перша допомога при пораненні

При пораненні необхідно зупинити кровотечу і не допускати забруднення ран. Для тимчасової зупинки кровотечі при пораненні кінцівки застосовують кругове перев'язування її вище місця поранення джгутом, для чого можуть бути використані ремінь, косинка, пояс і т.д. Під джгут підкладають що-небудь м'яке: бинт, рукав сорочки, рушник тощо. Джгут можна залишати тільки на 1,5-2 годин, інакше може настати омертвіння кінцівок. Після зупинки кровотечі на рану необхідно накласти стерильну пов'язку і відправити потерпілого до лікувального закладу. При невеликій кровотечі достатньо накласти стерильну пов'язку і доставити потерпілого до лікувальної установи.

7 Перша допомога при ураженні електричним струмом

Ураження людини електричним струмом супроводжується послабленням пульсу, погіршенням дихання і втратою свідомості. Постраждалого від електричного струму треба швидко звільнити від струмопровідних частин, відключивши рубильником ту ділянку електричної мережі, на якому стався нещасний випадок, і обов'язково викликати лікаря. При низькій напрузі в мережі можна відтягнути потерпілого від проводу за сухий одяг. Якщо одяг вологий, потрібно використовувати гумові рукавички. Ні в якому разі не можна доторкатися до оголеного тіла постраждалого мокрими або металевими предметами, оскільки це небезпечно для того хто надає допомогу.

Після звільнення потерпілого від струмопровідних частин його виносять на свіже повітря і забезпечують повний спокій до прибуття лікаря.

Якщо потерпілий знепритомнів, але дихання його не припинився, треба зняти всі частини одягу затрудняють його дихання, розстебнути воріт, пояс і т.п., давати понюхати нашатирний спирт, окропити водою.

При відсутності у потерпілого дихання і пульсу необхідно почати робити йому штучне дихання. Штучне дихання слід проводити безперервно до прибуття лікаря. Слід пам'ятати, що відсутність зовнішніх ознак життя не свідчить ще про його смерть. Констатувати смерть має право тільки лікар.

8 Розслідування нещасного випадку та оформлення акта про нього

Про кожний нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, коли потерпілий залишає місце роботи, сам потерпілий або свідок нещасного випадку повинен негайно сповістити свого начальника. Кожен нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом і викликав втрату працездатності не менш ніж на один робочий день, повинен бути розслідуваний протягом

24 годин начальником цеху (дільниці) і головою або членом місцевого комітету профспілки з складанням у трьох примірниках акта за встановленою формою. Всі три екземпляри акта направляють головному інженеру підприємства, який зобов'язаний в добовий термін затвердити акт і вжити заходів до усунення причин, що викликали нещасний випадок. Один примірник акта залишається у головного інженера, другий направляють начальнику цеху (ділянки), де стався випадок, а третій - в місцевий комітет профспілки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Башлык С.М. Бурение скважин. / С. М. Башлык, Г.Т. Забигаило. – Москва : Недра, 1983. – 447 с.
2. Башкатов Д.Н. Бурение скважин на воду./ Д. Н. Башкатов, В. Л. Роловой. – Москва : Колос, 1976. – 200 с.
3. Анатольевский П.А. Справочник по специальным работам : Проектирование и сооружение скважин для водоснабжения. / П. А. Анатольевский, В. Л. Слинько. – Москва : Недра, 1983. – 230 с.
4. Суреньянц С Я. Эксплуатация водяных скважин. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва : Стройиздат, 1976. 126 с.
5. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (СНиП 2.04.02. – 84). – Москва : Стройиздат, 1988. – 136 с.

Навчальне видання

ЯКОВЕНКО Микола Михайлович

ТЕКСТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Бурова справа»

(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» (професійне спрямування «Водопостачання та водовідведення»))

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір і верстання М. М. Яковенко

План 2014, поз. 44Л

Підп. до друку 15.12.2014 р.
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60 x 84/16
Ум. друк. арк. 6,0
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014