

## 13. ЛІКВІДАЦІЯ СВЕРДЛОВИН

**Навчальні цілі:** у результаті вивчення розділу студент повинен знати порядок підготовки і проведення геофізичних досліджень у свердловинах; способи і матеріали для ліквідаційного тампонування; порядок проведення рекультивації землі; уміти вибрати спосіб і матеріали, а також розрахувати їх кількість для ліквідаційного тампонування свердловин.

### 13.1. Загальні відомості

Після завершення буріння і проведення необхідних досліджень свердловини, які не призначені для подальшого використання, повинні бути ліквідовані відповідно до Правил ліквідаційного тампонування бурових свердловин різного призначення, засипки гірничих виробок і занедбаних колодязів для попередження забруднення і вичерпування підземних вод. Свердловини, які не досягли проектної глибини або які не виконали геологічного завдання з причини неможливості продовжувати буріння на даний час через аварії або ускладнення, відсутність геологічного обґрунтування подальшого буріння, технічних можливостей бурового обладнання, можуть бути законсервовані або ліквідовані.

**Ліквідація свердловини** – це комплекс заходів, які направлені на відновлення порушеного свердловиною природного стану гірських порід з метою охорони надр.

**Консервація свердловин** – це комплекс заходів зі збереження бурової свердловини при тимчасовому навмисному припиненні її буріння.

Ліквідація свердловини передбачає проведення підготовчих і заключних робіт. К підготовчим відносять контрольний замір глибини свердловини, підготовку свердловини до геофізичних досліджень, заключні геофізичні й гідрогеологічні дослідження. На заключному етапі витягають обсадні труби (якщо можливо), проводять ліквідаційне тампонування, встановлюють на устя свердловини репер, оформляють акт на ліквідацію свердловини, демонтують і перевозять обладнання, приводять площадку буріння в первісний стан (рекультивація земель).

При консервації свердловини виконують тільки частину з перелічених робіт, але при цьому обов'язкові такі: заливка усього стовбура свердловини якісним глинистим розчином підвищеної в'язкості, установка репера або герметичної пробки на усті, складання акта на консервацію свердловини.

### 13.2. Підготовка і проведення геофізичних досліджень

У всіх свердловинах необхідно проведення геофізичних досліджень, причому гама-каротаж (ГК) обов'язковий для свердловин будь-якого призначення.

Геофізичні дослідження свердловини проводяться з метою:

- 1) вивчення геологічного розрізу, розчленування літологічних різниць порід і виявлення корисних копалин;
- 2) визначення технічного стану стовбура свердловини;
- 3) відбору проб корисних копалин (наприклад, відбір вугільних проб стріляючими ґрунтоносами).

Існують багато методів каротажу: електричний (КС, ПС, ВП, ТК, МТК та ін.), радіоактивний (ГК, ГГК, НГК та ін.), магнітний (МК), акустичний (АК) тощо.

У геологорозвідувальних свердловинах зазвичай передбачають стандартний каротаж (електрокаротаж), який дозволяє вимірювати удаваний опір порід (метод КС) і природне електричне поле порід (метод ПС); стандартний радіоактивний каротаж, який включає гама-каротаж (ГК) і нейтронний гама-каротаж (НГК).

Разом з каротажем проводять, як правило, інклінометрію для визначення кута нахилу та азимута свердловини і кавернометрію з метою вимірювання фактичного діаметра свердловини у всіх точках стовбура. Дані про фактичний діаметр свердловини використовують для інтерпретації діаграм електрокаротажу і радіоактивного каротажу (уточнення геологічного розрізу), а також технічних потреб (при розрахунках тампонування, визначення місць встановлення розділювальних пробок і мостів при тампонуванні).

За допомогою геофізичних досліджень можуть вирішуватися додатково такі питання: визначення місць притоку пластових вод у свердловину і їх мінералізації; встановлення зон поглинань (резистивіметричні вимірювання); визначення стану обсадних колон і знаходження металевих предметів у свердловині тощо.

Підготовленість свердловини згідно з даними технічними умовами оформляється актом за підписами бурового майстра і геолога; акт вручається начальнику каротажної партії перед проведенням робіт.

Начальник каротажної партії може розпочати проведення робіт у свердловині тільки після вручення йому акта про підготовку свердловини. При неможливості дотримання технічних умов з підготовки свердловини геофізичні роботи в ній можуть проводитися лише відповідно до узгодженого рішення керівництва контори буріння (розвідки, промислу) і геофізичного підприємства.

У процесі проведення геофізичних робіт на буровій обов'язкова присутність відповідального представника геологічної служби, бурової організації, промислу або розвідки, який після закінчення робіт у свердловині підписує акт про проведені роботи в даній свердловині.

У випадках, коли відбувається затягування свердловинного приладу, а також коли при повторних спусках спостерігається неодноразова зупинка свердловинного приладу, проведення каротажних робіт припиняється. При викидах, значних газопроявленнях і сильному переливанні рідини зі свердловини в процесі проведення в ній геофізичних робіт виконання останніх потрібно припинити.

Бурова організація зобов'язана надати каротажній партії (загону) зразки промивальної рідини і шламу та забезпечити можливість проведення передбачених "Технічною інструкцією з ГІД" контрольних спостережень і вимірювань.

Рішення про виконання наміченої програми геофізичних досліджень ухвалюється при каротажі останнього інтервалу свердловини начальником каротажної партії (загону) спільно з представником геологічної служби замовника.

Для нормального проведення геофізичних досліджень необхідна ретельна їх підготовка.

### **13.2.1. Підготовка бурової**

Бурова повинна мати під'їзні шляхи, що забезпечують безперешкодний під'їзд каротажної станції і транспортування каротажного устаткування. Перед буровою повинен бути підготовлений робочий майданчик для встановлення на

ній каротажної станції (апаратури, устаткування). Усі сторонні предмети між робочим майданчиком і устям свердловини повинні бути видалені.

Підлогу бурової треба очистити від промивальної рідини, нафти, мастильних матеріалів. Якщо підлога волога, необхідно посипати її піском.

Перед проведенням каротажу необхідно перевірити справність бурової лебідки та її приводу. Буровий інструмент та інвентар слід розмістити так, щоб вони не заважали каротажній партії (загону), і закріпити.

На краю майданчика бурової або не далі ніж 40 м від неї повинна знаходитися незалежна електрична точка (щит з рубильником) для підключення каротажного агрегату. У районах, де каротажні лебідки обертаються електродвигуном, до точки підводять трифазний струм. Підключення електричної мережі до каротажної станції проводиться електромонтером, обслуговуючим бурову, під наглядом начальника або інженера партії. У разі відсутності електромонтера підключення може здійснити спеціально проінструктований інженерно-технічний працівник партії у присутності начальника партії.

При проведенні каротажних робіт у нічний час бурова повинна бути посилено освітлена. В експлуатаційних нафтових і газових свердловинах устя повинно освітлюватися прожектором. При освітленні бурової нижче за норму проведення каротажних робіт у нічний час забороняється. Під час проведення каротажних робіт на свердловині має бути присутньою бурова бригада; начальник каротажної партії (загону) може залучати працівників бурової бригади до виконання допоміжних робіт, пов'язаних з проведенням каротажу. При каротажних роботах на буровій забороняється:

а) проводити без дозволу начальника каротажної партії (загону) ремонт бурового устаткування;

б) вмикати без дозволу начальника каротажної партії (загону) бурову лебідку і різні силові агрегати;

в) переносити і пересувати по підлозі бурової важкі предмети і бурове устаткування;

г) перекочувати труби поблизу з'єднувальних проводів, каротажного кабелю і станції;

д) проводити електрозварювання в радіусі 400 м, а в окремих випадках, на вимогу начальника партії, і на більшій відстані від бурової.

### **13.2.2. Підготовка свердловини**

Свердловина повинна бути підготовлена так, щоб забезпечити безперешкодний спуск каротажних зондів і свердловинних приладів у всьому стовбурі свердловини до вибою протягом часу, необхідного для проведення всього комплексу геофізичних досліджень. Для підготовки свердловини потрібно:

а) пропрацювати стовбур свердловини на всьому незакріпленому інтервалі долотом номінального діаметра з метою ліквідації уступів, різких переходів від одного діаметра до іншого, місць звуження і пробок;

б) зробити параметри промивальної рідини відповідно до вимог геолого-технічного наряду і забезпечити їх однаковість у всьому стовбурі свердловини (при цьому бажано виконати таке: статичну напругу зсуву  $\theta_1$  і  $\theta_{10}$  зменшити до

2 і 4 Па відповідно; густину знизити, але таким чином, щоб це не призвело до обвалів та інших ускладнень; стабільність розчину С повинна бути  $\leq 20$  кг/м<sup>3</sup>); для проведення електричного каротажу і бокового каротажного зондування (БКЗ) рекомендується, щоб опір промивальної рідини був не менше ніж 0,2 Ом·м;

в) забезпечити однорідність промивальної рідини у всьому стовбурі свердловини, для цього після буріння (при промиванні) циркуляцію рідини необхідно проводити не менше 2 год на кожні 1000 м глибини свердловини.

Не допускається проведення геофізичних вимірювань у свердловинах:

а) заповнених промивальною рідиною з в'язкістю  $> 90$  с;

б) з промивальною рідиною, що містить  $> 5$  % піску або уламків твердих порід;

в) в яких наявне поглинання (з пониженням рівня  $> 15$  м/год), переливання або газопроявлення.

Роботи в свердловинах, в яких зазначені умови не виконуються, а також за наявності інших ускладнень можуть проводитися лише за особливим узгодженим рішенням керівництва геофізичного підприємства й організації, що проводить буріння.

Виконання робіт у свердловинах, заповнених нафтою або промивальною рідиною з домішкою нафти  $> 10$  %, допускається лише при узгодженому рішенні керівництва геофізичного підприємства й організації, що проводить буріння.

Визначення висоти підйому цементу термометром проводиться не пізніше ніж через 2 доби після заливки свердловини цементом; безпосередньо перед виміром термометром і в процесі вимірювань не допускається спускати буровий інструмент у свердловину і доливати її водою.

При проведенні газового каротажу з боку викидної лінії промивальної рідини на відстані 50 м від устя свердловини повинен бути обладнаний горизонтальний майданчик розміром 3×5 м для установлення газокаротажної станції. До майданчика підводять трифазний змінний струм. Нахил і ширина жолобної системи для промивальної рідини повинні відповідати проекту. При проведенні газового каротажу категорично забороняється додавати нафту в промивальну рідину. Під час газокаротажних робіт у свердловинах, в яких раніше застосовувалися рідини з домішками нафти або нафтові ванни (для ліквідації аварій), необхідно заздалегідь ретельно промити свердловину й очистити відстійник.

Визначення місць припливу (поглинання) і затрубної циркуляції рідини, контроль за гідравлічним розривом і солянокислотою обробкою, відбиття контактів (ВНК, ГВК, ГНК), термокартаж, визначення температури порід, місць розташування металу, а також гідрогеологічні дослідження проводять за типовими або індивідуальними проектами, складеними геофізичними підприємствами та узгодженими із замовником.

При виконанні геофізичних робіт за типовими та індивідуальними проектами свердловину готують відповідно до вимог даних технічних умов і, крім того, умов, викладених у проекті.

### **13.2.3. Проведення робіт у нафтових і газових свердловинах**

Геофізичні дослідження свердловин проводяться геофізичними підприємствами на замовлення геологічних служб бурових організацій і нафтогазовидобувних підприємств.

Разом із замовленням геофізичному підприємству обов'язково подають такі відомості: вид досліджень; інтервал глибин, що підлягає дослідженню; глибина вибою; глибина башмака колони і діаметр обсадних труб; діаметр долота (номінальний діаметр свердловини); густина і в'язкість промивальної рідини; стан свердловини і дата її готовності до проведення вимірювань. Заявки реєструються в журналі.

При зняттю роторному столі в свердловинах, що буряться, при перевищенні фланця обсадної колони більш ніж на 0,5 м над підлогою вишки і при вимірюванні через труби фонтанно-компресорної арматури над устям свердловини повинен бути встановлений робочий майданчик розміром не менше 2,5×2,5 м з дерев'яним настилом завтовшки не менше 40 мм, з огорожею поручня і сходами маршового типу. Настил майданчика має знаходитися вище за фланець колони або встановлену на ній арматуру. При вимірюванні через фонтанно-компресорну арматуру настил майданчика мусить знаходитися вище за маховик буферної засувки не менше ніж на 20 см.

Ротор після установки на нього блок-балансу надійно закріплюють, щоб уникнути його повороту.

При роботі в районах із суворими кліматичними умовами в зимовий час до устя свердловини за допомогою гумового шланга підводять пару або гарячу воду.

На буровій повинні знаходитись якір і канат, що витримує навантаження до 1000 кг.

### **13.2.4. Проведення робіт у розвідувальних свердловинах на вугілля, руду та інші корисні копалини**

Геофізичні дослідження розвідувальних свердловин на вугілля, руду та інші корисні копалини проводять відповідно до проекту на їх виконання. При розвідці вугільних родовищ геофізичні роботи повинні виконуватися у всіх розвідувальних свердловинах, а в технічних і гідрогеологічних свердловинах – в міру необхідності. Геофізичні роботи проводяться каротажними партіями (загонами) на замовлення геологорозвідувальних організацій.

У заявці на проведення робіт повинні міститися такі обов'язкові відомості: глибина вибою; діаметр свердловини; технічний стан свердловини; глибина башмака обсадної колони і діаметр обсадних труб; інтервали і види досліджень; дата готовності свердловини до проведення вимірювань.

У вугільнорозвідувальних свердловинах роботи з вуглерізкою проводяться тільки після каротажу.

У свердловинах глибиною більше 400 м рекомендується проводити каротаж не більше ніж через кожні 250 м проходки.

Перед початком робіт на свердловині геологічна служба повинна надати каротажній партії (загону) геологічний розріз свердловини, накреслений у масштабі глибин 1:200, із зазначенням виходу керна. Свердловина повинна бути поглиблена настільки, щоб відстань від нижньої частини наміченого до дослідження вуглемісткого інтервалу до вибою була не менше 3 м.

Демонтаж бурового устаткування до закінчення каротажних робіт не допускається. Свердловина може бути закрыта лише після проведення всіх необхідних у даній свердловині геофізичних досліджень і відбору зразків порід.

У випадку, якщо вуглемісткі або рудні інтервали залишилися недослідженими, рішення про закриття свердловини може бути ухвалене тільки вищою геологічною організацією.

### 13.3. Ліквідаційне тампонування

Ліквідаційне тампонування – це комплекс робіт, який виконується:

1) при бурінні на тверді корисні копалини з метою ізоляції шарів (покладів) від обводнення, затоплення і попередження додаткових витрат і ускладнень при наступній експлуатації родовища;

2) при інженерно-геологічних пошуках для уникнення попадання вод по свердловині під фундамент майбутньої споруди;

3) для запобігання забруднення і засмічування водоносних горизонтів через свердловину, змішування вод різних за якістю, а також вичерпування водоносних горизонтів.

Ліквідаційному тампонуванню підлягають свердловини всіх типів відразу по закінченні буріння або коли потреба в них відпадає. По завершенні робіт складається акт. На ліквідаційне тампонування розробляється проект, що затверджується головним інженером організації, яка виконує бурові роботи. Якщо свердловина розташована на полі діючої шахти, то проект узгоджується з керівництвом шахти. Контроль якості тампонування здійснюється геологічною службою організації, яка виконує бурові роботи.

Залежно від гірничо-геологічних і гідрогеологічних умов, ступеня тріщинуватості порід, наявності старих гірничих виробок можуть застосовуватися спрощений, звичайний (простий) і спеціальний способи тампонування.

**Спрощений спосіб тампонування** виконується в свердловинах, які не розкрили гірничі виробки, водоносні або поглинаючі горизонти, не містять рудних зон, але розташовані у можливих зонах дренажування. При цьому тампонажна суміш заповнює тільки інтервал залягання корисної копалини, а решта свердловини заливається в'язким глинистим розчином.

**При звичайному (простому) тампонуванні** весь стовбур свердловини заповнюється тампонажною сумішшю. Цей спосіб використовують у свердловинах, які не розкрили водоносні або поглинаючі горизонти (або вони ізольовані до проведення ліквідаційних робіт) чи старі гірничі виробки.

**Спеціальне тампонування** полягає в повному або частковому заповненні стовбура тампонажною сумішшю і в установці розділювальних пробок або цементних мостів. Цей спосіб використовують у свердловинах, які розкрили зони поглинань, водо- і газопроявлень або старі гірничі виробки.

Тампонажні суміші бувають такі, що твердіють і не твердіють.

Суміші, що твердіють, готуються на основі цементу і води з додаванням інертних матеріалів (пісок, крейда, суглинок тощо), а у деяких випадках – прискорювачів тужавіння й інших домішок. Наприклад:

– цемент (Ц): суглинок (С): вода (В): хлористий кальцій зі співвідношенням вагових частин 1:0,5:0,6:0,03 і густиною 1910 кг/м<sup>3</sup>;

– Ц:С:В = 1:1:0,8 – 1670 кг/м<sup>3</sup>;

– Ц:П:В = 1:2:1 – 1950 кг/м<sup>3</sup>.

Розрахунок кількості матеріалів для ліквідаційного цементування свердловин здійснюється аналогічно розрахунку матеріалів для цементування обсадних колон.

Для ліквідаційного тампонування свердловини, що пробурена в скельних чи напівскельних породах, застосовують цементний розчин, в породах глинистих – пластичну жирну глину. Свердловина, що пробурена із застосуванням глинистого розчину і тампонована цементом, перед тампонуванням промивається водою для розглинізації. Цементний розчин нагнітають насосом через бурильні труби, які опущені до вибою. У міру заповнення свердловини цементним розчином бурильні труби піднімають. Після підйому насос і бурильні труби промивають водою для очищення від залишків цементного розчину.

При тампонуванні глиною її замочують, приготавляють густе глинисте тісто, потім за допомогою глинопресу чи вручну виготовляють циліндри з глини. Глиняні циліндри опускають на вибій свердловини в довгій колонковій трубі і, піднявши її на 1–1,5 м над вибоєм, випресовують їх водою з насосу. Потім кожен порцію тампонажної глини трамбуєть металевою трамбівкою.

Для ліквідаційного тампонування глибоких свердловин використовують наведені нижче суміші.

1. Глинисто-цементний розчин, виготовлений на основі глинистого розчину підвищеної в'язкості ( $T = 50\text{--}80$  с). На 1 м<sup>3</sup> глинистого розчину додають 120–130 кг тампонажного цементу і 12 кг рідкого скла.

2. Для ліквідації свердловин на вугілля для тампонування свердловин застосовують отверджуваний глинистий розчин (ОГР) такого складу: нормальний глинистий розчин – 64 %, формалін – 11 %; ТС – 25 %. ТС-10 – це темно-коричнева рідина, виготовлена із суміші сланцевих фенолів, етиленгліколю і розчину їдкого натру.

**Розділювальні пробки** можуть бути або стандартні пакерні ущільнення конструкції ВІТР, або місцевого виготовлення. Пробки встановлюються:

– нижче зони активного водообміну (на глибині 300 м);

– у покрівлі поглинаючих горизонтів;

– у ґрунті водонапірних горизонтів;

– у покрівлі та підшві інтервалу корисної копалини: на вугільних родовищах на відстані 4m у підшві шару (m – потужність шару) і 40m – у покрівлі. Це саме стосується гірничих виробок. Якщо відстань між вугільними шарами менше 40m, пробки встановлюються в ґрунті кожного шару і покрівлі верхнього. Інтервал між пробками в межах вугільних шарів заповнюється бетонною сумішшю, а решта – тампонажною сумішшю.

Доставка тампонажної суміші здійснюється через бурильну колону з розрахунку разового заповнення свердловини в інтервалі 50–100 м для свердловин діаметром до 76 мм і 200–300 м – понад 76 мм.

Устя свердловини ліквідується описаним далі способом. Навколо направлення або кондуктора проходить шурф розмірами 1×1×1 м. Обсадна труба зрізається нижче поверхні на 0,8 м і закривається металевою кришкою з написом номеру свердловини, року ліквідації, абрєвіатури організації, що виконує буріння. За відсутності труб устя на цій глибині перекривається бетонною плитою (0,8×0,8 м) з написом і шурф засипається.

Після завершення робіт проводиться рекультивація земель.

Відповідно до земельного законодавства України організації, що виконують геологорозвідувальні роботи на відведених їм у тимчасове користування сільськогосподарських землях або лісових угіддях, повинні за свій рахунок приводити ці земельні ділянки у стан, придатний до використання у сільському, лісовому або рибному господарстві.

Об'єми робіт з рекультивації землі, яку використано під бурову установку, включають:

- зняття родючого шару ґрунту і переміщення його убік;
- ліквідація фундаменту після демонтажу бурового обладнання;
- засипання всіх відстійників, ям, шурфів;
- ліквідація забруднень ґрунту паливно-мастильними та іншими шкідливими для ґрунту і рослин матеріалами;
- планування ділянки і нанесення раніше знятого родючого шару.

У процесі виконання робіт необхідно вживати заходів проти наслідків бурових робіт, які призвели до ерозії ґрунту та яроутворення.

## **Висновок**

У цьому розділі розглянуто порядок підготовки і проведення геофізичних досліджень у свердловинах; наведені способи і матеріали для ліквідаційного тампонування; викладено порядок проведення рекультивації землі.

## **Контрольні питання**

1. У яких випадках свердловини підлягають ліквідації чи консервації?
2. Дати визначення терміну "ліквідація свердловини".
3. Дати визначення терміну "консервація свердловини".
4. Підготовчі роботи до ліквідації свердловини.
5. Мета проведення геофізичних досліджень свердловин.
6. З якою метою проводять інклінометрію і кавернометрію свердловин?
7. Які додаткові питання вирішують за допомогою геофізичних досліджень?
8. Як проводиться підготовка бурової до проведення геофізичних досліджень?
9. Як проводиться підготовка свердловини до проведення геофізичних досліджень?
10. В яких свердловинах не допускається проведення геофізичних досліджень?
11. Для чого виконується ліквідаційне тампонування свердловин?
12. Які існують способи тампонування?
13. Які існують тампонажні суміші?
14. В яких місцях встановлюються розділювальні пробки?
15. Які роботи включає рекультивація землі, що використано під бурову установку?