

ДО ПИТАННЯ МОЇТОРИНГУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ ФОСФОРИТІВ ВОЛИНИ МЕТОДОМ СВЕРДЛОВИННОГО ГІДРОВИДОБУТКУ

**Б. М. Мандрик, О. Є. Кошляков, Є. С. Кириченко, кандидати геол.-мін. наук
(КНУ імені Тараса Шевченка)**

Рассмотрена методика режимных наблюдений за уровнем и качеством подземных вод, а также за состоянием массива горных пород и просадкой земной поверхности на месторождениях фосфоритов Волыни при использовании эрлифтово-мониторной схемы гидродобычи.

Фосфоритні добрива, що використовуються на сільськогосподарських землях України, виробляються, в основному, з фосфатної сировини, яка надходить із Кольських родовищ. Але вже в 1994 р. поставки апатиту з Росії знизились на 80 % і продовжують знижуватись. У зв'язку з цим виникла необхідність у виробництві мінеральних добрив із власної сировини [1].

В Україні на Волині є власні родовища зернистих фосфоритів, запаси яких можуть задовольнити значну частину потреб країни. Проте використання їх до останнього часу стримувалося відсутністю ефективних технологічних способів видобутку. Через складні геолого-структурні умови родовищ, що характеризуються невитриманістю продуктивних пластів за площею та глибиною, малою потужністю, слабкою стійкістю вмісних порід, обводненістю, розробка покладів фосфориту традиційними шахтним або кар'єрним способами виявилася недоцільною.

Найефективнішим з економічної та екологічної точок зору вважається метод свердловинного гідровидобутку (СГВ), який використовується для видобутку деяких корисних копалин як в Україні, так і за її межами. Цей метод випробувався в 1994 р. на Маневичсько-Клеванській ділянці Рівненської геолого-розвідувальною експедицією об'єднання "Північукргеологія". При цьому використовувалась установка, розроблена Інститутом гідромеханіки НАН України. Дуже ефективною в умовах району виявилася ерліфтно-моніторна схема гідровидобутку, при якій руйнування порід із корисною копалиною здійснюється гідромоніторним струменем із виносом мінеральної речовини на поверхню ерліфтом [2]. З пласта зцементованих зернистих фосфоритів потужністю 0,8 м було вимито 25 т фосфатної сировини. Час відпрацювання свердловини становив 12–15 годин.

Метод СГВ є новим і прогресивним щодо впливу на навколишнє середовище, оскільки при цьому відсутні безпосереднє руйнування ландшафту,

накопичення на поверхні пустої породи у відвалах, забруднення повітря та поверхневих вод. Однак при цьому мають місце такі явища, як локальне порушення рівноваги в породному масиві, активізація процесів фізичної та фізико-хімічної взаємодії у системі гірська порода–вода–повітря.

Техногенні процеси в межах такої гідродинамічної системи викликають зміни її будови, ресурсів та режиму підземних вод, складу та концентрації солей у воді. Вони обумовлюють перебудову структури і зміну властивостей гірських порід, виникнення таких явищ, як карстування, просідання поверхні землі внаслідок обвалювання склепіння штучних порожнин тощо [3].

Досвід використання способу свердловинного гідровидобутку корисних копалин у нашій країні і за її межами дуже малий, його вплив на екологічний стан середовища мало вивчений. Тому питання організації та проведення режимних спостережень і спеціальних досліджень при розробці родовищ фосфоритів Волині є надзвичайно важливим. Оцінка та прогнозування наслідків техногенного впливу СГВ на навколишнє середовище являє собою досить складну комплексну задачу, розв'язання якої слід починати на стадії розвідувальних робіт і продовжувати на наступних етапах розробки родовищ.

Згідно з технологією гідровидобутку фосфоритів, відпрацьованою на Колківській ділянці в 1994 р., видобувний комплекс складається з гідровидобувної свердловини, карти наміву та відстійників. У гідровидобувну свердловину під тиском подаються вода і повітря. За допомогою спеціального гідроснаряду, що знаходиться у привибійній частині свердловини, продуктивна порода розмивається і виноситься у вигляді пульпи ерліфтом на поверхню. Пульпа зливається в карту наміву. Вода звідси стікає у відстійники, звідки знову подається у гідровидобувну свердловину.

На основі проведених досліджень була розроблена методика розробки родовищ. Оскільки технологія гідровидобутку значною мірою залежить від геологічної будови території, гідрогеологічних умов і, особливо, від глибини залягання продуктивного шару, роботи проводилися у два етапи: дослідні випробування та експлуатаційні роботи. Дослідні випробування проводилися на типовій за природними умовами ділянці. Тут відпрацьовувалася технологія гідровидобутку корисної копалини з чотирьох одиночних свердловин, розташованих за квадратом. Відстань між ними дорівнює двом допустимим радіусам порожнин, які утворюються внаслідок розмиву продуктивних порід, плюс 2–3 м. При польових дослідженнях з використанням імпульсного СГВ при робочому тиску на гідромоніторі 2 МПа було досягнуто радіусу розмиву 4 м. При підвищенні тиску до 4 МПа радіус розмиву збільшується до 6 м. Таким чином, відстань між свердловинами має дорівнювати 15 м.

Екологічні дослідження на ділянках СГВ і прилеглих до них територіях спрямовані на вивчення причин і наслідків можливого порушення природного балансу. Вплив СГВ на природні процеси може проявитися в зміні

гідродинамічних умов водоносних горизонтів, забрудненні підземних вод, порушенні рівноважного стану масиву гірських порід над вимитими порожнинами і призвести до обвалення покрівлі над розмитими порожнинами та просідання поверхні землі, затоплення та заболочування території, руйнування інженерних об'єктів та комунікацій.

Виучення рівневого режиму підземних вод. Запропонована технологія гідровидобутку корисної копалини забезпечує замкнутий цикл використання води. Вода, що відкачується з водоносного пласта, знову туди закачується, тобто втрати води у водоносних горизонтах мінімальні. Однак спостереження на гідровидобувній ділянці "Острівки" свідчать про порушення водного балансу. Рівень води у спостережних свердловинах за час дослідного видобутку знизився на 10 м, тобто вибиралося води з надр більше, ніж пагніталось. Це дуже негативний факт, оскільки водопостачання населення районів, прилеглих до ділянки СГВ, здійснюється, в основному, за рахунок ґрунтових вод.

Таким чином, одним з основних видів екологічних досліджень при СГВ повинні бути режимні спостереження за рівнем підземних вод у гідрогеологічних свердловинах. Схема розташування гідрогеологічних свердловин і методика проведення режимних спостережень залежить від стадії проведення свердловинного гідровидобутку.

Стадія дослідних випробувань на типовій ділянці. На цій стадії відпрацьовується технологія СГВ в окремій свердловині. Режимні спостереження в гідрогеологічних свердловинах мають своєю метою визначення закономірностей розподілу напорів підземних вод у різних водоносних шарах поблизу зони розмиву продуктивного пласта.

Спостережні свердловини слід розташовувати по лінії вздовж природного потоку підземних вод. Число свердловин визначається кількістю водоносних шарів, що залягають вище покрівлі пласта корисної копалини. Перша спостережна свердловина для визначення зміни рівня підземних вод першого від поверхні водоносного шару в зоні найбільшого гідродинамічного збурення розміщується біля гідровидобувної свердловини в межах допустимої порожнини розмиву. Інші спостережні свердловини встановлюються за променем від видобувної свердловини для випробування всіх водоносних шарів, починаючи з нижнього і закінчуючи верхнім. Відстань між свердловинами має дорівнювати 1–2 потужностям товщі порід над продуктивним шаром фосфоритів. Заміри рівня води необхідно проводити щогодини під час дослідного гідровидобутку і два рази на добу після його закінчення до стабілізації гідродинамічного режиму.

Стадія експлуатаційного гідровидобутку. Експлуатаційний гідровидобуток фосфоритів може здійснюватися однією установкою, яка переміщується послідовно від одного місця видобутку до іншого, або кількома

установками, що працюють одночасно. Залежно від прийнятої системи експлуатаційного гідровидобутку та геологічних умов ділянки розробляється схема розміщення режимних свердловин і визначається їх кількість. Ця схема повинна забезпечити повний контроль за динамікою рівнів підземних вод різних водоносних пластів (в умовах площинного відпрацювання шару зернистих фосфоритів) як на ділянці СГВ, так і на прилеглий території. Найбільшу увагу слід приділити ґрунтовим водам. Крім того, спостережні свердловини обладнуються біля найбільш водомістких об'єктів – карти наміву та відстійників. Заміри рівнів води необхідно виконувати два рази на добу. Для контролю за розширенням воронки депресії спостережні свердловини розташовують за межами ділянки. Для спостереження за рівнем підземних вод можуть використовуватися індивідуальні колодязі. Заміри рівнів води в них проводяться один раз на добу. Результати режимних спостережень у гідрогеологічних свердловинах обов'язково повинні зіставлятися з режимом поверхневих водотоків та водоймищ, якщо такі знаходяться поблизу ділянки СГВ. На них необхідно встановити спостережні пости.

Спостереження за зміною якості підземних вод. При свердловинному гідровидобутку корисних копалин внаслідок розмиву продуктивного шару порід відбувається активізація гідрогеохімічних процесів. Утворення пульпи сприяє більш тісному контакту породи і води в присутності повітря при підвищеному тиску. Це може призвести до зміни хімічного складу підземних вод.

Відкачана пульпа виливається в карти наміву, звідки вода частково фільтрується в ґрунт, а частково стікає у відстійники. З відстійників вона знову закачується насосами у свердловини. У цьому циклі в підземні води можуть потрапляти механічні та хімічні домішки. Тому при екологічних дослідженнях обов'язковим є контроль за якістю та можливим забрудненням підземних вод.

Вплив процесів СГВ на якість підземних вод вивчається шляхом відбору проб води із спостережних свердловин, пробурених на різні водоносні горизонти, проведення повного хімічного аналізу води, визначення вмісту нафтопродуктів, пестицидів та шкідливих компонентів (As, Pb, Zn, Al, Cu, Co, Be, Mn, Mo).

Методика спостережень за якістю підземних вод залежить від стадії проведення свердловинного гідровидобутку фосфоритів. На стадії дослідних випробувань на типовій ділянці відбір проб води на хімічний аналіз необхідно провести з усіх спостережних свердловин, закладених для режимних спостережень за рівнем підземних вод. Проби води відбираються перед початком, під час досліду (в середині), зразу після закінчення досліду і на момент відновлення гідродинамічного режиму водоносних горизонтів.

На стадії експлуатаційного гідровидобутку проби води на хімічний аналіз слід відбирати зі спостережних гідрогеологічних свердловин, що знаходяться біля карти наміву та відстійників, а також з деяких свердловин гідрорежимної

сітки, розташованих на ділянці експлуатаційного гідровидобутку. Кількість таких свердловин залежить від площі експлуатаційної ділянки, особливостей форм рельєфу і кількості водоносних горизонтів, що знаходяться у сфері діяльності процесів, викликаних гідровидобутком. Відбір проб води проводиться на початку, наприкінці експлуатації родовища і на момент відновлення рівневого режиму підземних вод.

З метою контролю за міграцією забруднюючих елементів у підземних водах за межами родовища необхідно проводити спостереження у гідрогеологічних свердловинах, розташованих на віддаленні від експлуатаційної ділянки. Проби води відбираються перед початком, наприкінці експлуатаційної розробки родовища, після відновлення режиму фільтрації підземних вод і протягом подальших трьох місяців (по два рази на місяць).

Вивчення явища просідання поверхні землі. Свердловинний гідровидобуток корисних копалин може викликати техногенні інженерно-геологічні процеси, що призводять до утворення порожнин, просідання поверхні землі і утворення блюдець у районі кожної видобувної свердловини. Вплив свердловинного гідровидобутку корисних копалин на просідання поверхні землі визначається потужністю товщі, що вміщує корисні копалини, і ступенем та швидкістю видобування останніх із товщі, а також механічними, реологічними та фільтраційними властивостями порід покриваючої товщі. Вивчення впливу свердловинного гідровидобутку на стан масиву гірських порід та просідання поверхні землі проводиться відповідно до стадій розробки родовищ фосфоритів.

На стадії дослідних випробувань проводиться технічне нівелювання реперів, які споруджуються поряд з експлуатаційними свердловинами. Біля кожної свердловини розміщуються три реperi: перший закладається на глибині покрівлі продуктивного шару, другий – в середній частині покриваючої товщі, третій – на поверхні землі.

На стадії експлуатаційного гідровидобутку проводиться технічне нівелювання реперів, які споруджуються поряд з добувними свердловинами. Реперами обладнуються 30 % свердловин, розміщених у шаховому або будь-якому іншому порядку, який визначається геоморфологічними умовами ділянки експлуатації. Як і на першій стадії, споруджуються три реperi біля експлуатаційної свердловини. Перший закладається на глибині покрівлі продуктивного шару, другий – в середній частині покриваючої товщі, а третій – на поверхні землі. Проводиться мензульна зйомка гідродобувної ділянки в масштабі 1:500.

Спостереження за інженерно-геологічними процесами на території Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну показали, що при потужності вугільного пласта 0,5–1,7 м і глибині залягання 200–300 м просідання земної поверхні склало від 30 до 67 % вийнятої потужності пласта, причому загальний строк процесу просідання земної поверхні становив 30 місяців.

Теоретичні розрахунки, виконані для Колківської дослідної ділянки свердловинного гідровидобутку, показали, що просідання земної поверхні настає протягом 220 годин після закінчення експлуатації свердловини. Тому протягом перших десяти днів нівелювання реперів повинно виконуватися щоденно, в подальшому – кожні п'ять днів. Мензульна зйомка поверхні ділянок проводиться з інтервалом у два тижні.

Викладена схема проведення спостережень за просіданням поверхні землі виконується для кожного з вищезгаданих реперів, починаючи з першого глибинного репера. Спостереження на другому глибинному репері починаються з запізненням у десять діб, а на поверхневому репері – у двадцять діб після початку проведення вимірів на першому глибинному репері. Перший одночасний вимір виконується для всіх трьох реперів після закінчення добування корисної копалини. У процесі проведення нівелювання та мензульної зйомки потрібно відмічати всі зниження на поверхні землі, в яких з'явилася вода.

Аналіз та систематизація результатів гідровидобувних, спеціальних інженерно-геологічних, гідрогеологічних та екологічних робіт, проведених під час дослідного та експлуатаційного гідровидобутку, дадуть можливість оцінити характер та ступінь впливу площинного СГВ на стан геологічного середовища. Ці дані будуть покладені в основу розробки заходів по запобіганню негативних наслідків СГВ на екологічний стан довкілля.

Система розташування і кількість спостережних гідрогеологічних свердловин та реперів залежить від природних умов родовища: геологічної будови, гідрогеологічних, геоморфологічних, фізико-географічних умов, площі, а також від прийнятої схеми гідровидобутку корисної копалини.

Тому конкретну систему режимних спостережень та досліджень необхідно проєктувати відповідно до природних умов конкретних ділянок родовищ зернистих фосфоритів, які передбачається розробляти методом СГВ.

1. *Сеньковський Ю. Н. и др.* Фосфориты Запада Украины. – К.: 1989. – 143 с.

2. *Бабич Н. М.* Проектирование геотехнологических комплексов. – М.: МГРИ. – 1985. – 128 с.

3. *Мандрик Б. М. та ін.* Особливості режиму ґрунтових вод на промислових територіях // Актуальні проблеми екології України. – 1997. – С. 18–21.