

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК НА ВОДНИЙ БАСЕЙН

(Представлено д.геол.н., проф. Галецьким Л.С., к.геогр.н., доц. Ремезовою О.О.)

*Подано характеристику екологічних збитків водному басейну при розробці корисних копалин відкритим способом та основних аспектів змін водного режиму, які при цьому відбуваються. Проаналізовано основні джерела забруднення і засмічення водного басейну гірничими підприємствами та розроблено систему заходів, направлених на попередження та зниження рівня забруднення природних вод.*

**Постановка проблеми.** Зростання величини техногенного навантаження при веденні гірничих розробок на водний басейн зумовлює необхідність вирішення проблем охорони природних вод, збереження і раціональне використання водного фонду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У [1, 2, 3, 6] наведено техногенні чинники впливу відкритих гірничих робіт на водний басейн, що проявляється в змінах водного режиму, забрудненні та засміченні природних вод. Розроблено комплекс природоохоронних заходів охорони водного басейну та необхідні умови для їх виконання [2, 4, 6].

**Мета роботи.** Проаналізувати основні техногенні чинники впливу гірничого виробництва на водний басейн. Розробити комплекс заходів по охороні природних вод. Реалізація означених заходів дозволить зберегти рівновагу водних екосистем та сприятиме попередженню і зменшенню рівня забруднення, засмічення гідросфери. Цей досвід може бути корисним і для інших техногенно-навантажених гірничодобувних регіонів України.

**Викладення основного матеріалу.** Вплив гірничого виробництва на водний басейн проявляється в змінах водного режиму, забрудненні та засміченні природних вод.

**Зміна водного режиму.** При будівництві та експлуатації кар'єрів та розрізів, підземних транспортних і комунальних тунелів виникають суттєві ускладнення через наявність поверхневих і підземних вод, а саме деформація земної поверхні; деформація гірничих виробок; зниження продуктивності роботи технологічного обладнання; ускладнюється проведення бурових робіт і масових вибухів. До початку проведення гірничих робіт необхідно виконати осушення кар'єрного поля. З цією метою з території родовищ, намічених до розробки корисних копалин, або їх ділянок переносяться поверхневі водотоки і водойми та виконуються заходи захисту гірничих виробок від обводнення підземними водами.

Основними способами осушення родовищ корисних копалин вважають: водопониження шляхом проведення гірничих виробок та відкачування води за допомогою насосного обладнання або відвід води самотечею (для цього необхідно зробити необхідний нахил горизонту, який ми розробляємо, але так, щоб це не впливало на роботу будівельних машин та обладнання), а потім скидання об'ємів кар'єрних вод у гідрографічну мережу із врахуванням лінії водорозділу.

Сучасний рівень розвитку техніки і технології водопониження дозволяє успішно вирішувати проблему осушення при освоєнні родовищ зі складними гідрогеологічними умовами. На практиці використовують три способи водопониження — з поверхні, підземний і комбінований. Перший спосіб передбачає спорудження дренажних споруд (свердловин і каналів) безпосередньо на земній поверхні. При підземному способі засоби водопониження розташовують безпосередньо в гірничих виробках. Останніми роками при проходженні підземних виробок в обводнених та нестійких породах пливунного типу з низьким коефіцієнтом фільтрації використовують вибієне водопониження, яке полягає в тому, що у вибої виробки в гірську породу на різну глибину занурюють голкофільтри. За допомогою рукавів голкофільтри підключають до водозбірного колектора, в якому підтримується достатньо глибокий вакуум, який дозволяє поглинати через голкофільтри воду з обводненого ґрунту. Комбінований спосіб водопониження відбувається у два етапи: спочатку з поверхні відбувається попереднє зниження рівня ґрунтових вод, а потім вводиться в експлуатацію система підземного водопониження.

Природний режим підземних вод порушується з моменту розкриття технологічними гірничими або дренажними виробками першого від поверхні водоносного горизонту та після відкачування з нього води. При цьому запаси підземних вод скорочуються, а стан та якість поверхневих вод суттєво погіршуються. На значній площі родовища формується депресійна воронка, розмір якої залежить як від геологічних і гідрогеологічних умов району родовища, так і від тривалості його розробки та експлуатації, від коефіцієнта фільтрації ґрунтів, площі і потужності пласта, який ми осушуємо, кількості дренажних точок та від їх взаємного розташування, типу і розташування гірничих виробок, інтенсивності та тривалості

водозбору та динамічного притоку води в гірничі виробки. Зі збільшенням глибини гірничих виробок знижується і рівень підземних вод. У результаті водопониження рівень підземних вод знижується на площі, що перевищує площу розробки в десятки і сотні разів.

На деяких родовищах, в межах депресійної воронки, формується гідравлічний зв'язок декількох напірних водоносних горизонтів, що призводить до переливання води із розташованих вище горизонтів у нижчі. Як правило, депресійна воронка при цьому охоплює водоносні горизонти з вільною поверхнею (безнапірні горизонти) і ґрунтові води різного типу, що мають гідравлічний зв'язок з поверхневими водами. Це призводить до поповнення запасів підземних водоносних горизонтів поверхневими водами. Тому розміри депресійної воронки обов'язково залежать від наявності та розташування поверхневих водоемів і водотоків: чим ближче поверхневі води до зони розробки, тим менший радіус депресійної воронки. Найбільші розміри депресійної воронки характерні для тріщинуватих та закарстованих обводнених порід. На початковій стадії відкачування або дренажування підземних вод, коли депресійна воронка тільки починає формуватися, спрацьовують статистичні запаси підземних вод (води, що накопичуються у водоносних пластах гірських порід). По мірі пониження рівня підземних вод (тобто ми вже використовуємо запаси статистичні) до гідравлічного руху води починають залучатися динамічні запаси підземних вод, тобто води, що надходять із області живлення з інших горизонтів (із бокових зон осушення, що мають гідравлічний зв'язок із товщами гірських порід, які осушуються).

При осушенні родовищ за допомогою роботи насосних станцій або самотечією потрібно звернути увагу, на якій відстані знаходиться лінія водорозділу від ділянки гірничого підприємства — вибираємо найближчу лінію водорозділу і потрібно уважно вивчити гідрографічну мережу території, щоб не відбулося зворотного водовиливу об'ємів кар'єрних вод, які ми вже відвели за межі підприємства.

Осушення родовищ призводить до зміни природних режимів підземних і поверхневих вод. На поверхні землі порушення стану підземних і поверхневих вод проявляється в повному осушенні заболочених ділянок, зменшенні запасів вод у поверхневих водотоках і водоймах, осушенні колодязів, свердловин, малих річок. Після завершення ведення гірничих робіт з часом режим підземних вод відновлюється. У більшості випадків відновлюються і поверхневі водотоки і водойми. Але відновлення режиму і стану підземних і поверхневих вод залежить від масштабів порушень. При підземному способі розробки відновлювальні процеси протікають швидше, при веденні відкритих гірничих розробок швидкість їх протікання залежить від глибини кар'єру, заповнення відпрацьованого простору розкритими породами, вибраного способу рекультивації.

Вплив осушення родовищ на природне навколишнє середовище:

- різкі зміни природного режиму поверхневих і підземних вод;
- зменшення запасів високоякісних прісних вод, які потрібно використовувати для комунального господарсько-питного водопостачання;
- при спрацьованні динамічних запасів підземних вод виникає небезпека забруднення прісної води мінералізованими водами, що призводить до зниження їх якості та робить непридатними для водопостачання;
- скидання у поверхневі водотоки дренажних кар'єрних вод призводить до їх хімічного забруднення;
- зменшення запасів води, що має бальнеологічні або лікувальні властивості;
- негативний вплив відвалів розкритих та вмщуючих порід, а також будівництво гідротехнічних споруд на режим та стан поверхневих, ґрунтових та артезіанських вод.

Великі за об'ємом відвали мають велику площу водозбору. Води атмосферних опадів, які стікають із поверхні відвалів або ті, що профільтрувалися через товщу порід забруднюють і засмічують поверхневі води механічними, хімічними, токсичними і радіоактивними домішками. Інфільтрація води в основі відвалів і спорудження гідротехнічних споруд призводить до підняття рівня ґрунтових вод, до заболочення прилеглих територій та заболочення контуру самих відвалів.

*Забруднення вод.* Для гірничодобувних підприємств характерно значне перевищення об'ємів стічних вод над об'ємами водоспоживання для потреб забезпечення технологічних процесів.

Виробничі стічні води гірничого підприємства отримані внаслідок їх використання у технологічних процесах поділяють на:

1. Забруднені виробничі стічні води:

- забруднені мінеральними домішками;
- забруднені органічними домішками;
- забруднені і мінеральними, і органічними домішками.

2. Нормативно чисті виробничі стічні води, утворені при попередньому осушенні родовищ корисних копалин.

За відсутності очисних споруд недоброякісні стічні води попадаючи у поверхневі води забруднюють їх породним пилом, зваженими частинками, частинками глини, хімічними з'єднаннями, паливно-мастильними матеріалами, підвищеною температурою стічних вод.

Геохімічні процеси, які протікають у водоймах і ґрунтах у зв'язку із розробкою родовищ, подібні за своїми властивостями з природними геохімічними процесами, що обумовлені вітровою та водною ерозією та вивітрюванням гірських порід, але природні процеси протікають із малою швидкістю і суттєво не порушують рівновагу між геосистемами, що не є характерними для антропогенних геохімічних процесів.

Внаслідок переносу забруднюючих речовин на значні відстані локальний вплив гірничого підприємства на навколишнє середовище переходить у регіональний (територіальна величина класифікації забруднення).

*Засмічення вод.* При відкритій розробці родовищ корисних копалин, які розташовані у безпосередній близькості від поверхневих водотоків та водойм, відбувається механічне засмічення водного басейну і, як наслідок, змінюється характер і зовнішній вигляд берегової прибережної зони (смуги). Наприклад (В.Н. Мосинець, М.В. Грязнов): Прискорення накопичення осаду в затоці Сан-Франциско, після того як на берегах затоки було розпочато розробку дорогоцінного металу – золота. За 60 років було перемиго (золото за технологією промивають) 2 млрд. м<sup>3</sup> породи. Більше половини цієї породи осіло в протоці і прилеглих до неї водних артеріях. Це призвело до зміни конфігурації берегової зони (лінії) та зменшенню площі протоки на 11 %.

*Під охороною водного басейну (природних вод)* розуміють дотримання встановленого порядку користування водами, тобто забезпечення раціонального і керованого використання, збереження та поповнення водних ресурсів при їх відновленні або покращення їх якості в інтересах існуючих або майбутніх поколінь. Охорона природних вод здійснюється шляхом виконання комплексу організаційних, інженерно-технічних (технологічні, гідротехнічні, меліоративні, лісомеліоративні, агротехнічні) заходів під постійним контролем санітарних, гідрологічних та гідрогеологічних установ стосовно їх якості та стану. В основу розробки та реалізації заходів по охороні природних вод покладено три методологічних принципи: збереження ресурсів та запобігання порушення стану та якості води; за необхідності порушення стану та якості води – раціональне використання води; в процесі використання води та після використання води – відновлення якості та стану води, поповнення запасів води.

Комплекс заходів по охороні природних вод включає:

1. Заходи запобіжного характеру, які направлені на збереження статистичних і динамічних запасів води, режимів та якості поверхневих і підземних вод.
2. Заходи відновлювального характеру.

*Заходи запобіжного характеру.* У випадку, якщо родовище має високий рівень обводнення, але дренажні води не можуть бути використані за призначенням, потрібно передбачити наступні заходи збереження запасів підземних вод: скидання або перекачування підземних вод із товщі порід, які ми розробляємо у розташовані нижче водоносні горизонти (метод реалізується шляхом проходження з поверхні землі водопоглинаючих або водонагнітаючих свердловин); спорудження баражів типу «стіна в ґрунті», протифільтраційних завіс, гідрозавіс та пневмозавіс. Останній метод дозволяє не тільки підготувати родовище до освоєння і забезпечити безпечні умови виробництва гірничих робіт, але й вирішити наступні важливі завдання: зменшити чи попередити водопритоки в зону гірничих робіт та відповідно зменшити об'єми дренажних вод, які скидаються у поверхневі водотоки і водойми; збереження ресурсів підземних вод у прилеглих до родовища районах; збереження природного режиму підземних вод, особливо там де є можливість закарстованих масивів.

Бараж типу «стіна в ґрунті» – це один із економічних та ефективних способів попередження притоків підземних і підруслоних вод. Сутність способу в тому, що будуються вертикальні стінки із водонепроникних матеріалів, які перетинають водоносні горизонти і тим самим перекривають притік води в гірничі виробки.

*Заходи відновлювального характеру* включають раціональне використання, очищення та повернення води у поверхневі водотоки та водойми, підземні горизонти: очищення дренажних вод (кар'єрні та шахтні води), очищення стічних вод підприємства та подальше їх використання для потреб гірничого підприємства, організація зворотного водоспоживання, запобігання або скорочення об'ємів скидання дренажних та стічних вод у поверхневі водотоки і водойми, запобігання їх забрудненню та засміченню.

Контроль стану, режимів та якості поверхневих і підземних вод, які підлягають впливу гірничого підприємства, здійснюється службою головного інженера підприємства та районною санепідемстанцією. Стан ґрунтових і підземних вод, параметри депресійної воронки визначаються гідрогеологічною службою підприємства шляхом режимних свердловин гідропостереження. За даними замірів рівнів підземних вод спостерігається динаміка формування депресійної воронки або ж, навпаки, підвищення рівня ґрунтових вод та прогнозуються зміни дебітів існуючих водозаборів у районі родовища. Зміна мінералізації (хімізм) підземних вод визначається шляхом відбору дренажних вод та води зі свердловин гідропостереження. Одержані дані аналізуються і документуються у вигляді планів гідроізогіпс та гідроізоп'єз для кожного водоносного горизонту, що фіксує розташування депресійної воронки по

відношенню до гірничої виробки, у вигляді таблиць змін хімічного складу (мінералізації) підземних вод, таблиць і графіків, що ілюструють динаміку об'ємів дронування.

Контроль якості поверхневих вод та ефективність роботи очисних споруд здійснюється санітарно-промисловою лабораторією підприємства, задачі і зобов'язання якої регламентуються «Положенням про санітарні лабораторії промислових підприємств». Вони ведуть спостереження за кількістю та якістю води, що надходить на очисні споруди, за технічною і гігієнічною ефективністю роботи очисних споруд, а також за станом і якістю води водойм та водотоків у місцях скидання стічних вод і в пунктах водоспоживання.

Для визначення умов випуску виробничих стічних вод у поверхневі водотоки і водойми приймається таке співвідношення (1), що відображає сумарне забруднення, яке ми отримуємо шляхом додавання всіх об'ємів забруднення, що містяться у воді водного об'єкта до випуску стічних вод і в стічних водах, не повинно перевищувати його вмісту (вмісту всіх об'ємів забруднення) у всьому об'ємі води, яка проходить через контрольний гідрологічний створ (тобто не перевищує норм ГДК).

$$a_p \cdot Q_p \cdot K_p + Q_{cm} \cdot K_{cm} \leq a_p \cdot Q_p \cdot K_{з\text{дк}} + Q_{cm} \cdot K_{з\text{дк}} \quad (1)$$

де  $a_p$  – коефіцієнт змішування, що показує, яка частина води водного об'єкта бере участь у процесі розбавлення стічних вод ( $a_p = 1$ , якщо вода водотоку бере участь у процесі розбавлення стічних вод – перевищена норма ГДК,  $a_p < 1$ , якщо стічні води очищені);  $Q_p$  – найменші витрати води водотоку самого маловодного місяця року з 95 % забезпеченістю стоку, м<sup>3</sup>/с;  $K_p$  – концентрація забруднюючих речовин у водотоці вище місця випуску стічних вод (фонова концентрація), мг/м<sup>3</sup>;  $Q_{cm}$  – витрати стічних вод, які випускаються у водойми, м<sup>3</sup>/с;  $K_{cm}$  – максимально допустима концентрація забруднюючих речовин у стічних водах, при якій не спостерігається порушення вимог щодо якості води в КГС, мг/м<sup>3</sup>;  $K_{з\text{дк}}$  – ГДК забруднюючих речовин у воді водотоку після змішування зі стічними водами.

Кількість води, яка надходить на очисні споруди і скидається у водотоки й водойми повинна вимірюватися водомірами, що реєструють витрату води за добу. Для контролю якості очисних стоків та їх подальшого впливу на поверхневі води відбирають разові проби води у лотках з відведення і підведення води. Періодичність відбору проб та список показників, за яким аналізуються ці проби, погоджуються з місцевими санітарними органами та органами водного нагляду.

**Висновки.** Зі збільшенням глибини гірничих виробок знижується рівень підземних вод. У результаті водопониження рівень підземних вод знижується на площі, яка перевищує площу самого кар'єру в десятки і сотні разів (відбувається обезводнення населених пунктів).

Природний режим підземних вод порушується з моменту розкриття технологічними гірничими або дренажними виробками першого від поверхні водоносного горизонту та після відкачування з нього води. При цьому запаси підземних вод скорочуються, а стан і якість поверхневих вод суттєво погіршується. На всій площі родовища починає формуватися депресійна воронка (радіус осушення родовища).

Найбільші розміри депресійної воронки характерні для тріщинуватих та закарстованих обводнених порід. На деяких родовищах у межах депресійної воронки формується гідравлічний зв'язок декількох напірних водоносних горизонтів, що призводить до переливання води із розташованих вище горизонтів у нижчі. Як правило, депресійна воронка при цьому охоплює водоносні горизонти і ґрунтові води різного типу, що мають гідравлічний зв'язок із поверхневими водами. Це призводить до поповнення запасів підземних водоносних горизонтів поверхневими водами.

Розміри депресійної воронки обов'язково залежать від наявності й розташування поверхневих водойм і водотоків – чим ближче поверхневі води до кар'єру тим менший радіус депресійної воронки.

При відкритій розробці родовищ корисних копалин, які розташовані у безпосередній близькості від поверхневих водотоків та водойм, відбувається механічне засмічення водного басейну і, як наслідок, змінюється характер і зовнішній вигляд берегової прибережної зони (смуги).

Охорона природних вод здійснюється шляхом виконання комплексу організаційних, інженерно-технічних (технологічні, гідротехнічні, меліоративні, лісомеліоративні, агротехнічні) заходів під постійним контролем санітарних, гідрологічних та гідрогеологічних установ стосовно їх якості та стану.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бакка М.Т. Екологія гірничого виробництва : навч. посібник / М.Т. Бакка, І.Л. Гуменник, В.С. Редчиць. – Житомир : ЖДТУ, 2004. – 307 с.
2. Пирський А.А. Екологія горного виробництва : учебн. пособие / А.А. Пирський, Г.М. Рыжов. – К. : МП «ЭЛСА», 1997. – 188 с.
3. Горное дело и охрана окружающей среды : учебник / М.Е. Певзнер, А.А. Мальшев, А.Д. Мельков и др. – 3-е изд. стереотип. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2001. – 300 с.
4. Звіт про державний контроль за охороною навколишнього природного середовища та

- раціональним використанням природних ресурсів, затверджений наказом Держкомстату України від 1 липня 2008 р. № 253.
5. Природно-ресурсна сфера України: проблеми сталого розвитку та трансформацій ; за заг. ред. чл.-кор. НАН України *Б.М. Данилишина*. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. – 704 с.
  6. *Бакка М.Т.* Дослідження впливу кар'єрів з видобутку будівельних матеріалів на атмосферне повітря та земну поверхню : навч. посібник / *М.Т. Бакка, О.А. Пирський, Г.М. Рижов*. – Житомир : ЖДТУ, 2003. – 112 с.
  7. Статистичний щорічник Житомирської області за 2010 рік ; за заг. ред. *Г.А. Пащинської, І.С. Шапарчук*. – Житомир, 2011. – 478 с.

РАСПУТНА Тетяна Адамівна – старший викладач кафедри геотехнологій ім. проф. М.Т. Бакка Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- екологія гірничого виробництва.

Подано 28.09.2011

