

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА МЕХАНІЗМ ПРОЦЕСУ СУЧАСНОГО ВИВІТРЮВАННЯ ВІДВАЛЬНИХ ШАХТНИХ ПОРІД ЯК ОСНОВА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ

Процес сучасного вивітрювання відвальних шахтних порід та відходів вуглезбагачення поданий як ланцюг сполучених хімічних реакцій, які об'єднані у систему. Запропоновано механізм процесу сучасного вивітрювання, виділено два типи вивітрювання, визначено фактори та індикатори для кожного з типів, що дозволяє прогнозувати ступінь екологічної небезпеки територій.

Ключові слова: відвальні шахтні породи, процеси сучасного вивітрювання, солевміст.

Процесс современного выветривания отвальных шахтных пород и отходов углеобогащения представлен в виде цепи сопряженных химических реакций, которые объединены в систему. Предложен механизм процесса выветривания, выделено два типа выветривания и определены индикаторы для каждого из типов, что позволяет прогнозировать степень экологической опасности территорий.

Ключевые слова: отвальные шахтные породы, процессы современного выветривания, солесодержание.

Physical-chemical processes taking place in mining wastes during their storage on the surface have been dealt with. It was been proven that mining wastes undergo processes has been established. Two types of current decomposition different in their reactions have been singled out. The dependence between the type of decomposition and quantitative qualitative composition of washed-out product has defined.

Key words: mining wastes, mining wastes undergo processes, soil contamination.

Вступ. У теперішній час у всьому світі спостерігається підвищена цікавість до багатотоннажних відходів та породних відвалів гірничодобувних підприємств, для яких використовують термін „техногенні родовища”. Ці „техногенні родовища” можна розглядати як сировину для будматеріалів. Для того щоб залучити відходи до переробки і включити, в господарський колообіг необхідно уявляти яким змінам підлягають відходи в умовах різких змін термодинамічних параметрів та в умовах переміщення порід з глибини на поверхню. Існуючі дослідження частіше спрямовані на оцінку запасів і ресурсів цінних компонентів, які знаходяться у відвалах з метою їх подальшого використання. Геоекологічні проблеми виявлення особливостей зонального перерасподілу речовин за час зберігання відходів не знайшли достатнього обговорення [1-4].

Екологічний стан територій на яких відбуваються складування відходів безпосередньо пов'язаний з реальною небезпекою вторинного забруднення довкілля за рахунок процесів розсіювання компонентів, які здатні вилугуватись з відходів природними і техногенними водами [5].

Постановка проблеми. Метою роботи є встановлення закономірностей процесу вилугування та виносу речовин з відходів вугледобування для оцінки їх екологічної безпеки.

Викладення основного матеріалу. Дослідження проводились для відвальних шахтних порід і відходів вуглезбагачення Західного Донбасу. Особливість розміщення відходів вугледобування у Західному Донбасі полягає в тому, що вони не тільки

складуються у відвали, але і використовуються для будівництва дамб, які огороджують русло річки Самари та штучних водойм, а також для проведення робіт з рекультивації. Потребує відповідно оцінки їх екологічного впливу на довкілля що дозволить прогнозувати винос речовин у процесі вивітрювання. Сучасне вивітрювання складається з процесів вилугування виносу та утворення нових сполук. Вивчення кожного з цих процесів потребує спеціальних методів та методик, які дозволять врахувати той факт, що у відвали складуються породи з відмінними особливостями літологічного, мінералогічного та хімічного складу що відповідно обумовлює особливості перебігу фізико-хімічних процесів. Геохімічні процеси у природно-техногенних системах, які сформувалися на територіях вугледобування являють собою низку пов'язаних між собою і з довкіллям сукупностей підсистем з прямими і зворотніми потоками речовини і енергії. Складність фізико-хімічних перетворень у системах „тверді відходи-атмосферні осадки”, „тверді відходи-грунти-рослини” та значна кількість можливих зв'язків між ними практично унеможливають чисто аналітичне відтворення процесів у часі та просторі. Тому перспективним напрямком досліджень у таких системах є моделювання. За його допомогою можливо варіювати різні зовнішні фактори, що впливають на процес, охопити багато властивостей об'єкту і встановити закономірності перебігу процесів, які відбуваються у природно-техногенних системах.

Запропонована методика лабораторного моделювання процесів вилугування дозволяє виділити вплив окремих факторів на хімічний склад речовини, яка надходить у довкілля у процесі виносу з шахтних порід хімічних речовин. Для того, щоб одержати уявлення щодо якісного та кількісного складу виносу та обґрунтувати хімізм процесів, які при цьому відбуваються ми вивчали склад рівноважних водних розчинів для порід, які відсіпані у відвали у різний час та в різних геоморфологічних умовах. Моделювали зональні геохімічні закономірності гіпергенезу, які обумовлені режимом зволоження. У процесі вивітрювання вивчали найбільш рухому водно-солеву складову. Модельні експерименти проводились для вивчення порід з відвалів, ділянок рекультивації, а також проб порід, які були відібрані з різної глибини і знаходились на поверхні різний за тривалістю час.

Літологічне, мінералогічне і хімічне дослідження відвальних порід і відходів вуглезбагачення Західного Донбасу показало, що вони складаються з дрібнозернистих піщаників (5-10 %), алевролітів та алевритових порід (18- 32 %), глинистих порід (38-40 %), вуглистих алевролітів (15-21 %), піритових та карбонатних конкрецій (5-10 %). У відходах вуглезбагачення знайдено такі мінерали: каолініт (18-30 %), гідролюда (36,5-56,0 %), мусковіт (1,4-1,8 %), кварц (2,7-9,7 %), карбонат (2,9-3,0 %), пірит (до 5 %).

Для оцінки складу порід використовували метод водних фракцій модифікований у двох варіантах. У першому варіанті проводили експериментальні дослідження щодо послідовного вилугування речовин з однієї і тієї ж наважки породи постійною кількістю розчинника (дистильованої води) та за умов постійного часу дії розчинника на породу. Максимальний винос визначався як сума результатів окремих дослідів, кількість яких складала 4-5. Другий варіант експериментів включав вивчення впливу на динаміку вилугування співвідношення „порода-вода” яке змінювалось від 1:1 до 1:10. У одержаних таким чином фракціях визначали вміст слідуєчих іонів: карбонат, бікарбонат, хлорид, сульфат, кальцій, натрій, магній та значення кислотно-лужного показника. Встановлені закономірності вилугування сольових компонентів з шахтних порід під дією розчинників показали, що кількість солей, які виносяться з породи у довкілля з підвищенням кількості розчинника відповідно росте. Доведено, що маса речовини (y , мг), яка при цьому вилугується з шахтної породи и має нейтральну реакцію водної фракції прямопропорційна об'єму розчинника (x , дм^3) у діапазоні співвідношень „Т:Р” від 1:1 до 1:5 і описується рівнянням: $y=0,60x + 0,19$. Для порід с кислотою реакцією водної фракції кількість солей, які вилугуваються, у масовому відношенні буде вищою: $y=0,75x + 0,29$. У обох випадках вилугування солей з порід апроксимується кривою, яка має характер

кривої насичення при цьому у діапазоні співвідношень між твердою та рідкою фазою від 1:5 до 1:20 маса виносу речовин підвищується лише на 5 %.

Підвищення об'єму розчинника, який діє на породу призводить не тільки до підвищення кількості солей, які вилугуюються, але й викликає зміну їх якісного складу, у водній фракції зростає вміст карбонат іонів. У діапазоні співвідношень між твердою та рідкою фазою від 1:1 до 1:5 залежність вмісту карбонатів від кількості розчинника описується рівнянням: $y=0,75x + 1,2$.

Результати, одержані при моделюванні процесу вилугування дозволяють стверджувати, що механізм цього процесу складається з конгруентного розчинення хлоридних і сульфатних сполук, а також гідролізу та розчинення карбонатів породи. Активне надходження у доквілля солей за рахунок вилугування обмежується періодом, який відповідає встановленню термодинамічної рівноваги з обмінним поглинальним комплексом породи. Експериментально визначена ємність катіонного обміну для різних порід Західного Донбасу, встановлено, що вона знаходиться в межах 13-15 мг-екв/100г. Можна вважати, що саме перебіг обмінних процесів більшою мірою характерний для осінньої та весняної пори року, тобто за умов максимального зволоження України. Підтвердженням цього процесу є те, що на окремих ділянках дамб Західного Донбасу, які складені з відвальних шахтних порід спостерігається карбонатні стяжіння.

Загальний вміст хлоридних солей в породах досягає 13 %, що зв'язано з високою розчинністю цих солей. Для повного їх видалення зі зразка породи достатньо співвідношення Т:Р=1:1. Для порід, які мають кислу реакцію водної фракції хлорид натрію не є характерним, в цьому разі вилугується лише хлорид магнію. Оскільки хлорид натрію є антогонистом сульфату кальцію, то наявність у породі навіть 2 % хлориду натрію призводить до повного розчинення гіпсу. Встановлено, що у порідах з кислою реакцією водної фракції переважають сульфатні солі, які представлені сульфатами магнію, натрію і кальцію. Переважаючий вміст сульфатних сполук у породах безперечно пов'язаний з процесами окислення піриту, наявність якого є характерною ознакою для порід Західного Донбасу. Сума усіх сульфатних сполук, які вилугуюються з шахтних порід за умов кислої реакції водної фракції складає 70 % від загальної кількості проти 40 % для порід з нейтральною реакцією водної фракції. Потенційний запас солей та інтенсивність їх виносу з відвальних порід Західного Донбасу одержані також за результатами моделювання процесів вилугування шляхом послідовної обробки одного зразка породи п'ятьма об'ємами води.

Найменша кількість розчинника потрібна для вилугування хлоридних солей, вони вимиваються швидко і, практично, повністю. Зниження загального солевмісту (у) у процесі вилугування порід контролюється зміною вмісту саме сульфатних солей (х): $y=1,2x + 0,09$, при цьому винос речовин змінюється від 0,5 % до 1 %. Доведено, що за мірою зниження вмісту солей у породі інтенсивність їх вилугування також знижується. Так, для порід з нейтральною реакцією водної фракції процес виносу при послідовному вилугуванні таким чином змінюється, %: 41,0-18,8-14,3-25,5; відповідно для порід з кислою реакцією, %: 73,0-14,7-5,4-3,6-3,2. Встановлено, що незалежно від того чи відбувається процес вилугування під дією розчинника в вигляді одного етапу чи декількох послідовних етапів, загальна кількість солей, які перейшли у розчин остається постійною (різниця між цими двома варіантами не перевищує 5 %).

Таким чином, результати досліджень, які одержані у модельних експериментах, дозволили встановити, що при зміні термодинамічних умов пов'язаних з переміщенням шахтних порід на денну поверхню приводить до змін у хімічному складі та поглинальному комплексі порід. Моделювання вилугування солей з порід дозволило встановити основні фізико-хімічні процеси, які контролюють сучасне вивітрювання шахтних порід Західного Донбасу. Характер процесів, які при цьому відбуваються покладений у основу механізму сучасного вивітрювання. Виділено два типи процесів сучасного вивітрювання та запропоновано індикатори для кожного з них. Перший тип

вивітрювання – це процеси конгруентного розчинення хлоридних і сульфатних солей лужних та лужноземельних елементів, гідроліз алюмосилікатів і карбонатів, заміщення у обмінному поглинальному комплексі порід. Встановлено, що індикатором першого типу вивітрювання є значення кислотно-лужного показника у діапазоні від 6,8 до 8,4 та наявність слідуєчих солей: гідрокарбонату, сульфату і хлориду натрію. Доля окремих компонентів від загального виносу солей за першим типом становить: хлоридів від 60 % до 70 %, сульфатів – від 25 % до 35 %, гідрокарбонатів – від 5 % до 10 %. Другому типу вивітрювання відповідають: процеси окислення піриту, сірчанокисле розчинення силікатів і карбонатів. Наявність у водної фракції сульфату магнію і кальцію та рН водної фракції від 2,9 до 4,2 слугує індикатором другого типу вивітрювання. Винос солей під дією атмосферних вод за другим типом вивітрювання у 2-4 рази більший, ніж при першому.

Висновки. Таким чином, на основі використання запропоновані методики лабораторного моделювання, а також зіставлення результатів цього моделювання і натурних спостережень визначено закономірності та запропоновано механізм процесів сучасного вивітрювання шахтних порід, які складаються у відвали і терикони. В залежності від перебігу процесів у системі „відвальна порода-атмосферні осадки” виділено два типи вивітрювання. Визначено особливості цих типів та одержані математичні залежності, які дозволяють оцінити ступінь екологічної небезпеки відходів. Доведено, що відвальні шахтні породи за рахунок вилуговування з них речовин та послідуєчої міграції становлять реальну загрозу для функціонування екосистеми.

Література

1. Gislason S.R., Eigster N.R. Meteoric water basalt interactions: II. A field study in N.E. Iceland // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1987. - V.51. – P.28-41, 28-55.
2. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С.7-28.
3. Калабин Г.В. Исследование процессов выветривания минеральных доходов добычи и переработки апатито-нефелиновых руд // *Геоэкология*. – 2000. - № 1. – С.111-116.
4. Кроик А.А. Экологическая безопасность: проблемы загрязнения объектов окружающей среды при хранении твердых отходов // *Вісник Дніпропетр. ун-ту. Геологія. Географія*. – 2004. - № 5. – С.96-101.
5. Мазухина С.И. Физико-химическое моделирование процесса выщелачивания нефелина под воздействием кислых атмосферных осадков / С.И. Мазухина, Г.В. Колабин, В.К. Коржавин, О.К. Карпов // *Геоэкология*. – 1997. - № 5. – С.96-101.

Поступила в редакцію 20.03.2012р.