

НАПРЯМ 12. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ У СФЕРІ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-303-6-39>

Васильєва І. В.,

*молодший науковий співробітник відділу геоекології
та пошукових досліджень*

*Інституту геологічних наук Національної академії наук України
м. Київ, Україна*

ВІДХОДИ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

На сьогоднішній день шахтарські регіони з їх підприємствами вугільної промисловості класифікуються як зони підвищеної екологічної небезпеки. Однією з головних її складових є величезні об'єми гірських порід, які десятиліттями складали на шахтних териконах, і які зараз виділяють в атмосферу до 70 тис. т шкідливих речовин на рік. До того ж полігони і терикони відходів займають площу близько 165 тис. га, а це близько 2,5% території України. За даними екологічних досліджень, щорічно на кожного українця припадає понад 95 кг шкідливих речовин.

У зв'язку з діяльністю вугледобувних підприємств екологічне навантаження на біосферу Західного Донбасу найбільше в Європі. Сотні шахт були основним джерелом руйнування і виснаження навколишнього середовища. За останні 20 років багато шахт вже припинили свою діяльність або призначені для закриття.

Станом на початок 2020 року в Україні налічувалось 148 шахт, з них 102 – у власності держави. Велика частина шахт знаходиться на невідконтрольній Україні території (67). Більшість вугледобувних підприємств знаходиться на шляху до повного припинення свого існування.

Для багатьох шахт закриття відбувається передчасно: до повного вироблення вугільних запасів і без розробки необхідних планів щодо закриття, які враховують питання безпеки, екологічної та соціальної відповідальності. Також не вирішеним залишається питання технологічних відходів вугледобувних і вуглепереробних підприємств.

Палаючі відвали утворюються після вилучення з шахти вуглевмісних порід і частково вугілля. При наявності провокуючих чинників, властивих різко континентальному клімату Донбасу, таких як водно-повітряна ерозія, значні сезонні перепади температур (від $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ взимку, до $+42\text{ }^{\circ}\text{C}$ влітку), окиснювальні реакції і процеси життєдіяльності тіонових бактерій (*Thiobacillus ferrooxidans*) відбувається утворення хімічно активних сполук з підвищенням температури порід. При природному збагаченні за рахунок необоротних фізико-хімічних процесів відбувається значне збільшення вмісту токсичних елементів в гірничій масі відвалу. Іноді їх вміст перевищує гранично допустимі норми. Далі, якщо тепло не розсіюється досить швидко, відбувається різке підвищення температури, внаслідок чого процес окислення і виробництва тепла посилюється, що при відсутності відповідних заходів призводить до мимовільного займання. В цьому відношенні відвали конусоподібної форми вище 40 м найбільш небезпечні.

При горінні породних відвалів утворюються екоотоксиканти, з яких найбільш небезпечні газоподібні речовини: сірчистий ангідрид, сірководень, оксид вуглецю і сірки. Виділяються при цьому зважені частинки розміром менше 1 мкм, що містять такі небезпечні речовини, як азбест, миш'як, важкі метали. Потрапляючи в легені, вони тягнуть за собою незворотні процеси отруєння організму. У забрудненій атмосфері також присутні солі, сполуки азоту, сірки і радіонукліди.

В процесі взаємодії породи з навколишнім середовищем і її само-нагрівання прискорюється вивітрювання породоутворюючих мінералів, їх руйнування, заміщення деяких елементів і утворення нових мінералів, таких як лимонит, гетит, гідроgetит і ін.

Процес сучасного мінералоутворення на породних відвалах можна розділити на наступні етапи:

1. Початковий етап. Протягом перших місяців після відсіпання породи під дією атмосферних опадів починаються процеси хімічного і біохімічного окислення піриту. Відбувається виділення сірководню, прогрівання поверхневого шару гірських порід і збагачення його сіркою.

2. Утворення вогнищ тління. Сформовані всередині гірської маси ділянки з температурою близько $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ викликають самозаймання парів сірководню і метану. Відбувається збільшення пористості приповерхневого шару за рахунок виносу газовими потоками дрібних фракцій, зміщення фронту горіння вглиб скупчення порід в процесі відсіпання відвалу і проникнення всередину атмосферного повітря.

3. Псевдофумарольна діяльність. При температурах понад $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувається розкладання мінералів і углефікування речовини

з виділенням чадного газу (CO), вуглекислоти (CO₂), азоту (N₂), оксиду сірки (SO₂); при T = 480–520 °C – утворення аміаку (NH₃); при T = 500–550 °C – виділення водню (H₂), монооксиду вуглецю (CO) і важких вуглеводнів; при T = 900–1200 °C – утворення сірковуглецю (CS₂), вуглецю оксид-сульфіду (COS), тιοфену (C₄H₄S).

4. При температурі 800–1200 °C породи зазнають змін внаслідок прояву процесів термального метаморфізму: часткове плавлення, випал і спікання порід у вигляді брекчієвидних мас. Відбувається утворення гематиту, мулиту, шпінелі, кристобалиту та ін. Високотемпературний газопаровий потік спрямовується по тріщинах до поверхні. За рахунок вилуговування вуглевмісних порід він збагачується такими елементами: Mg, Na, Al, Fe, K та ін., а також летючими елементами – S, F, Cl, As і ін. На поверхні відбувається різке зниження температури і тиску, де, як на геохімічному бар'єрі, утворюються нашатир, самородна сірка, реальгар, аммоніста селітра та інші мінерали. В результаті взаємодії сірчаної кислоти з карбонатами і силікатами утворюються гіпс, халькантит і ін.

Для всебічного дослідження породних відвалів з метою екологічного вивчення, а також можливих пошуків корисних компонентів у складі породного масиву, рекомендується проводити наступний комплекс робіт:

- Збір даних з історії формування відвалу і геологічної документації. Передбачається отримання інформації, з якої можна зробити висновок про співвідношення порід, які потрапили в відвал за весь період його існування. Це можуть бути геологічні розрізи гірничих виробок, геологічні замальовки, заключення про проведення капітальних гірничих виробок та ін.

- Попереднє випробування породних відвалів за заданою схемою та відбір характерних зразків. Отримання даних про наявність того чи іншого корисного компоненту згідно з даними проведених досліджень і результатів випробування.

- Системне вивчення і випробування перспективних відвалів, проведення комплексу досліджень і обробка отриманих даних, складання докладного звіту з описом і характеристикою досліджуваного породного відвалу.

Враховуючи величезні обсяги твердих відходів вуглевидобувних та вуглеперероблюючих підприємств та їхній тісний зв'язок із вихідними вуглевмісними породами, в теперішній час геологічна документація неможлива без документації та досліджень териконів та хвостосховищ. Особливо, якщо брати до уваги незадовільну вивченість породного матеріалу в минулому.

Для дослідження породних відвалів вугільних шахт рекомендується проведення дистанційних геофізичних досліджень. Дистанційні методи – це вивчення геологічної будови, тектонічних порушень, глибини та форми залягання корисних копалин при якому апаратура для реєстрації інформації віддалена від об'єкта, який вивчається, а дослідження здійснюються без прямого контакту з ним. Відстань між приладами й об'єктом може змінюватись від сотень метрів до тисяч кілометрів.

Приймачі інформації встановлюються на літальних апаратах (літаки, гелікоптери та ін.). Інформація про об'єкти вивчення передається на приймач за допомогою світлового, інфрачервоного, ультрафіолетового, радіотеплового та інших видів випромінювання. При цьому використовується власне та віддзеркалене об'єктами випромінювання.

Крім вказаних, застосовують гама-зйомку, дистанційну гравіметрію. Але головним джерелом аерокосмічної інформації були і залишаються матеріали зйомок у видимій і ближній інфрачервоній частинах спектра. За допомогою аерокосмічної інформації в геології вирішуються такі завдання:

- вивчення геологічної будови; прогноз і пошуки сировинних ресурсів;
- прогноз стихійних геологічних явищ; геоecологія і раціональне природокористування.

Отже для дослідження породних відвалів вугільних шахт рекомендується проведення дистанційних геофізичних досліджень. Вибір даних методів продиктований неможливістю проведення стаціонарних досліджень через наявність осередків нагрівання і палання породної маси, через нестійкість поверхні відвалів та наявність пустот в тілі відвалів. Зазначені методи слід включити до раціонального комплексу геофізичних досліджень вугільних родовищ, як важливу складову необхідних та достатніх засобів отримання інформації.

Список використаних джерел:

1. Васильева И. В. Актуальные вопросы мониторинга породных отвалов угольных шахт и охраны окружающей среды. *Минеральные ресурсы Украины*. 2015. № 03. С. 39–45.
2. Панов Б.С., Проскурня Ю. А. О техногенной минерализации породных отвалов угольных шахт Донбасса. *Межвуз. научн. тематич. сб. «Геология угольных месторождений»*. Екатеринбург. 1999. С. 241–249.

3. Панов Б. С., Шевченко О. А., Проскурня Ю. А. К геоэкологии Донбасса. *Проблемы экологии*. Донецк : ДонГТУ. 1999. № 1. С. 17–26.

4. Пек Филипп. Оценка рисков в Донецком бассейне. Закрытие шахт и породные отвалы. Киев : Техника, горнодобывающая отрасль Украины. 2008. 171 с.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-303-6-40>

Kyselov V. B.,

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Director of the Educational and Scientific Institute
of Municipal Administration and City Economy
V. I. Vernadsky Taurida National University
Kyiv, Ukraine*

Dychko A. O.,

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Geo-Engineering
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Kyiv, Ukraine*

Minaieva Yu. Yu.,

*Senior Lecturer at the Department of Engineering Disciplines
and Thermal Power
V. I. Vernadsky Taurida National University
Kyiv, Ukraine*

RELIABILITY OF COMPLEX ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS

The environmental monitoring complex systems (EMCS) should operate under extreme conditions by means of adaptation to operative environment, working structure and behavior standards [1, 2]. In other words, EMCS must be robust. It means, that EMCS are capable gradually (regardless of various soft or structure faults) to change the intrinsic performance in acceptable boundaries. The main operation functions are considered as admissible and their performability is satisfactory when the system remains in predicted extent or goes over to another legitimated predictive extent. This transition is