

4. Tomlinson D.L. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of a pollution index / D.L. Tomlinson, J.G. Wilson, C.R. Harris, D.W. Jeffrey // *Helgolaender Meeresunter.* – 1980. – Vol. 33. – P. 566-575.

5. Ghazaryan K.A. The evaluation of the heavy metal pollution degree in the soil around the Zangzur copper and molibdenum combine / K.A. Ghazaryan, G.A. Gevorgyan, H.S. Movsesyyan, N.P. Ghazaryan, K.V. Grigoryan // *International journal of environmental, chemical, ecological, geological and geophysical engineering.* – 2015. – Vol. 5. – P. 405-410.

6. Пат. 60784 Україна, МПК C09 K17/00. Спосіб вилучення важких металів з техногенно забрудненого ґрунту / Яковишина Т.Ф., Шматков Г.Г., Столярова К.М., Вергун О.О.; заявник і патентоволодар ПДАБА. – № u2010153156; заявл. 20.12.2010; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.

7. Кисіль В.І. Вплив забруднення на стан земельних ресурсів // *Земельні ресурси України* / Кисіль В.І. – К. : Аграрна наука, 1998. – С. 36-65.

8. Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach / L. Hakanson // *Water Res.* – 1980. – Vol.14. – P. 975 – 1001.

## **ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ЛІКВІДОВАНИХ ШАХТ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВУГЛЕДОБУВНИХ РЕГІОНІВ**

*С.А. Плахотній, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
Україна*

*А.В. Павличенко, ДВНЗ «Національний гірничий університет», Україна*

Проаналізовано вплив відходів ліквідованих вугледобувних підприємств на екологічний стан територій їх розміщення. Запропоновано комплекс заходів спрямованих на мінімізацію екологічних ризиків, що виникають на різних етапах функціонування породних відвалів вугледобувних підприємств.

Вугільна промисловість в Україні відноситься до найбільших забруднювачів довкілля. При цьому суттєвий вплив на навколишнє середовище завдається не лише безпосередньо в процесі видобутку вугілля, але впродовж багатьох років після його завершення. Так у 1991 році в Україні нараховувалось 278 шахт. В результаті реструктуризації у 1995-2000 роках на закриття було передано 143 шахти, з яких ліквідаційні роботи у повному обсязі були виконані лише на 50 підприємствах. Реформою вугільної галузі, відповідно до Програми економічних реформ на 2010-2015 рр., було передбачено у 2013 р. до ліквідації 9 шахт; у 2014 р. – 5 шахт та закриття у 2015 р. ще 6 шахт [1, 2].

Станом на 01.01.2014 р. на позабалансових рахунках підприємств, що належать до сфери управління Міненерговугілля України, здійснюють видобуток вугілля та є суб'єктами господарської діяльності у сфері поводження з відходами відповідно до Закону України «Про відходи», знаходиться: всього – 356 породних відвалів, в тому числі – 94 діючих і 262 недіючих. З 94-ох діючих мають осередки горіння 26 породних відвалів. Також продовжують горіти ще 25 відвалів із загального числа 262-ох недіючих відвалів, більшість з яких конусні [3].

Відходи вугільного виробництва в більшості випадків є масштабними техногенно-створеними джерелами постійного негативного впливу на об'єкти навколишнього середовища. Аналіз досліджень М.П. Зборщика, Л.Г. Зубової, В.В. Осокіна, Л.О. Петрової, М.Ф. Смирного, В.С. Мельникова, А.Ф. Горового, Н.А. Шевчука, К.І. Верех-Белоусової, Н.В. Олійник, Г.А. Кроїк, І.М. Кузика та інших дозволяє зробити висновок, що на всіх етапах існування породних відвалів – з моменту видачі відвальної маси на поверхню до згасання внутрішніх та зовнішніх фізико-хімічних, мінералоутворюючих, біологічних та інших процесів – відбувається поступове внутрішнє нагрівання породних мас, окислення нестійких сполук, вилуговування активних елементів, кислотне стікання новоутворених розчинів, повітряна та водна ерозія

схилів відвалів тощо. При вивченні внутрішніх та зовнішніх особливостей, притаманних породним масам, виникають проблеми, пов'язані саме з комплексними перетвореннями у відвалах, адже більшість реакцій проходять одночасно, нівелюючи або підсилюючи хімічну активність окремих компонентів.

Дослідження М.І. Горбунова, Ю.І. Тарасевича, Д.Л. Пінського, Г. Спозіто, К.Н. Лукашова, Е.В. Собоновича, Е.Я. Жовінського, Л.С. Галецького, Р. Жаке, І.В. Кураєвої, Г.М. Бондаренка, Г.В. Лисиченка, О.М. Адаменка, А.В. Лущика, М.М. Коржнева, А. Джузепі-Слі, П. Коміна, П. Кортежі довели, що у природно-техногенних системах відбувається комплекс фізико-хімічних процесів, які впливають на темпи розсіяння важких металів з породних відвалів, що є пріоритетними забруднювачами на цих територіях.

Невирішеними залишаються питання, які стосуються особливостей міграції забруднюючих речовин в залежності від стану відвалів, а саме: стадій внутрішніх та зовнішніх фізико-хімічних перетворень, штучного або природного втручання в перебіг процесів, порушення цілісності тіла та схилів раніше створеного відвалу тощо [4-6].

В працях Н.Ф. Глазовської, Д.Н. Маліновського, В.К. Коржавіна, О.К. Карпова, І.В. Галицької, Є.М. Беляєва, Н.В. Русакова, S.R. Gislason, N.R. Eigster доведено, що складування відходів супроводжується забрудненням об'єктів довкілля важкими металами. Встановлено, що відходи вугледобування під час довготривалого знаходження на земній поверхні зазнають впливу складних фізико-хімічних процесів вивітрювання. Причому встановлено механізм сучасного вивітрювання, що призводить до зміни класу екологічної небезпеки відходів.

Одним з основних нормативних документів у сфері поводження вугледобувних підприємств як суб'єктів господарювання, з породними відвалами, є Інструкція щодо попередження самозаймання, гасіння та розбирання породних відвалів, затверджена наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.10.2004 р. №236. Окрім вищезазначеної Інструкції, безпечно використання породних відвалів регламентовано вимогами Правил безпеки у вугільних шахтах. На діючих породних відвалах, згідно з вимогами чинної нормативно-правової бази, необхідно застосовувати ефективні заходи щодо запобігання їх займанню та вітрової ерозії.

За даними державних установ з ліквідації збиткових підприємств вуглевидобувної галузі станом на 01.01.2013 р. з усіх гірничих регіонів на ліквідацію було передано близько 150 шахт та 2 збагачувальні фабрики. Згідно з постановою Кабміну №696-р від 8 липня 2015 р. запланована ліквідація збиткових вугледобувних підприємств в трьох областях. Зокрема йдеться про ліквідацію відокремленого підрозділу «Шахта «Родинська» ДП «Красноармійськвугілля», ВП «Шахта «Зарічна» ДП «Львіввугілля» та ВП «Шахта № 9 «Нововолинська» ДП «Волиньвугілля». Закриття у стислі терміни такої кількості збиткових шахт на територіях багаторічного інтенсивного видобутку цілком закономірно спричинило гострі проблеми екологічного, економічного та соціального характеру. Нажаль, економічні збитки від впроваджених заходів та необхідність попередити соціальні проблеми від різкої зміни умов праці відтіснили невирішені питання у сфері поводження з відходами, які представляють собою серйозну екологічну загрозу.

Саме тому виникає необхідність розробки наукових основ управління екологічними ризиками для навколишнього середовища та людини на територіях розміщення відходів ліквідованих вугледобувних підприємств.

Всього при функціонуванні шахт і збагачувальних фабрик на території вугледобувних регіонів заскладовано понад 4 млрд. т породи, яка розміщена у відвалах, в тому числі – тих, що горять [3]. Так, на території Нововолинського гірничопромислового району розташовані 28 териконів. Щорічно шахти Нововолинська видають на поверхню 200 тис. т відвальної породи. В породних відвалах нагромаджено понад 32 млн. т шахтної породи. Розробка вугільних родовищ супроводжується значними змінами геологічного середовища, зумовленими переміщеннями значної кількості гірських порід. На території Львівсько-Волинського вугільного басейну нараховується 55 териконів шахт і збагачувальних фабрик, з них 26 відносять до тих, що горять.

В більшості вугледобувних регіонів щільність розміщення породних відвалів така, що зони

поширення продуктів горіння, вивітрювання і вимивання окремих відвалів змикаються між собою і створюють зону постійної екологічної небезпеки. Процеси пилоутворення і газовиділення шкідливих речовин в атмосферу підсилюються в багато разів при горінні породних відвалів. Якщо говорити про їх гасіння, то способу остаточно згасити терикон поки що немає.

Як вже було зазначено, породні і вугільні відвали є основною проблемою вугледобувної галузі і відповідно охорони довкілля. Зважаючи на велику кількість відвалів і їх високий ступінь неоднорідності, будь-який раціональний процес прийняття рішень потребує значно більшого, ніж існує нині, об'єму інформації відносно їх складу, структури і умов розташування.

В відходах, що утворюються в результаті видобутку та збагачення вугілля міститься значна кількість корисних компонентів. Дуже важливо раціонально та екологічно безпечно використовувати породні відвали. Породна маса відвалів шахт містить до 46% вугілля, до 15% глинозему і до 20% оксидів кремнію і заліза. За даними ДП «Укргеологія», вміст рідкоземельних елементів в тонні породи досягає: германій – 55 г, скандій – 20 г, галій – 100 г. Дані елементи доцільно видобувати, починаючи з 10 г/т. Загальна кількість рідкоземельних елементів у відвалах складає близько 230-260 г/т [6, 7].

Сировина з відвалів і готова продукція з цієї сировини завжди може використовуватися у виробництві. Вироби з силуміну (труби, запірна арматура, фітинги і т.д.) необхідні для потреб хімічної, газової і нафтової промисловості. В даний час у світі існує кілька варіантів використання відвальної породи в якості сировини і палива для промисловості, розроблені різні програми їх утилізації. Особливість горілих порід полягає в їх високій мікропористості і адсорбційній активності, завдяки чому вони є хорошими наповнювачами для різних мастик. Фізико-механічні властивості таких порід дозволяють використовувати їх як сировину для будівництва тротуарів та автодоріг, а також в якості заповнювачів в звичайних бетонах [8].

Горілі породи териконів придатні для виготовлення керамзиту, насипних ґрунтів і цегли. Так, вже зараз світова будівельна промисловість все частіше орієнтується на виробництво цегли саме з відвальних порід. Така цегла має високі показники міцності, морозостійкості і водонепроникності. Крім того, з відвальної породи можна виробляти плити, перекриття, стінні панелі та інші будматеріали. При цьому використання як сировини відходів вугледобувної промисловості дозволяє здешевити вартість будівництва, як мінімум, на 15-20% [8].

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання сировини гірничих відвалів очевидна, тому їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних, соціальних та екологічних проблем. Також дуже ефективним є використання відвалів будь-якими іншими способами (екологічний туризм, ландшафтне репланування, використання у якості основи для встановлення вітрогенераторів).

Згідно з вимогами екологічної безпеки та раціонального природокористування найраціональнішим способом поводження з породними відвалами є їх повна ліквідація, але у сучасному суспільстві немає перспективи близької реалізації цього шляху, що пов'язано з багатьма економічними причинами. Тож дуже актуальним на теперішній час є розробка нових технологій, що стосуються екологічно-безпечного та економічно ефективного використання породних відвалів та використання альтернативних джерел енергії.

В умовах вугледобувних районів України є усі передумови для ефективного розташування вітроенергетичних установок та використання енергії вітру [9]. Такий підхід дозволить одночасно з рішенням кількох техніко-технологічних проблем вирішити питання підвищення екологічної безпеки вугледобувних регіонів.

З метою виявлення осередків самонагрівання і своєчасного впровадження заходів щодо попередження самозаймання порід, повинен обов'язково проводитися моніторинг теплового стану відвалів (регулярна температурна зйомка) [10]. Результати вимірів температури використовують для визначення площ джерел горіння та обсягів маси, що горить, необхідних для розробки проектів профілактики і гасіння, а також встановлення обсягів викидів шкідливих речовин.

Розміщення відходів вугледобутку на земній поверхні призводить до виведення з природного

обороту земель на десятиліття. Ґрунтові умови породних відвалів вугільних шахт є несприятливими для росту рослин внаслідок високої кислотності, вмісту важких металів, високої температури. Природні механізми регуляції розвитку рослинного покриву тут не діють, швидкість відновлення екосистем незначна, а його період затягується на десятиліття і століття. Відновленню перешкоджає і значна просторова протяжність порушених територій і корінна трансформація вихідних біогеоценозів, яка відбулася [11]. Тому вивчення процесів природного відновлення рослинного покриву порушених земель, розробка методів його прискорення вкрай важливі для всіх промислових районів України. Необхідно також проведення випереджальних наукових досліджень.

Виникає потреба у комплексних дослідженнях умов конкретного екотопа: температурний, водний, світловий режими, агрохімічні показники ґрунтів, включаючи аналіз наявності поживних елементів, засоленість, фітотоксичність, реакція середовища, механічний склад й інші специфічні фактори, які впливають на розвиток рослин [12]. Для скорочення площі порушених земель необхідна рекультивация, відновлення і регулювання розвитку як мінімум едафічного і біотичного компонентів біогеоценозів, а також просторова структурованість і динаміка їх розвитку.

Переформування відвалу змінює час необхідний на формування стійкого кута нахилу схилу, тобто період, коли порода природним шляхом переміщуючись вниз по схилу, переведе нахил поверхні від кута зависання породи до стійких, для даної породи в місцевих кліматичних умовах, показників. Серед останніх розробок запропоновано новий підхід з активним поетапним багатоступінчатим регулюванням сукцесійних процесів на порушених територіях, що дозволяє не тільки знизити шкідливий вплив, а й забезпечує послідовність відновлення порушених екосистем [13]. Тому рекультивация має нині стати безперервним процесом репарації завданих біосфері техногенних порушень, йти поетапно, відповідно до наявних природних сукцесійних закономірностей.

Процес формування рослинного покриву є дуже важливим, адже при цьому відбувається як накопичення важких металів у рослинах, так і зв'язування субстрату їхніми коренями й кореневищами, що зменшує процес вивітрювання та вимивання породи, яка містить значну кількість важких металів.

Складування промислових відходів призводить до погіршення екологічного стану об'єктів довкілля та виникнення екологічних ризиків. Погіршує цю ситуацію відсутність чітких та обґрунтованих критеріїв оцінки ступенів екологічних ризиків.

Для вирішення проблем підвищення рівнів екологічної безпеки при складуванні відходів, необхідним є впровадження наступних заходів:

- розробити методологічний підхід до визначення пріоритетності реалізації природоохоронних заходів на територіях складування та захоронення відходів вугледобувної промисловості задля зменшення загроз для здоров'я населення;
- розробити систему критеріїв для оцінки геохімічних процесів у техносистемах, які утворилися при складуванні та захороненні відходів, яка дозволить визначити рівні допустимого техногенного навантаження, яке не призводить до забруднення важкими металами таких об'єктів довкілля, як ґрунти, поверхневі та ґрунтові води тощо;
- визначити закономірності процесів трансформації геохімічних форм важких металів у техногенно-природних об'єктах, що дозволить удосконалити та розвинути положення концепції геохімічної безпеки територій вугледобувних регіонів;
- дослідити основні характеристики поглинальних властивостей природних матеріалів – осадових порід щодо важких металів;
- запропонувати нові способи зниження ризиків забруднення об'єктів навколишнього середовища важкими металами шляхом проведення технічної рекультивации з використанням природних матеріалів;
- удосконалити технології рекультивации відвалів вугледобувних підприємств для підтримання на територіях складування відходів стану визначеної екологічної безпеки;
- розробити електронні екологічні паспорти місць складування відходів, що в подальшому

будуть застосовуватись у сфері обліку промислових відходів;

- розробити алгоритм прийняття рішень з диверсифікації технологій поводження з відвальними масивами.

Виявленні сорбційні властивості природних матеріалів дозволять знизити інтенсивність міграції забруднюючих речовин з породних відвалів та покращити екологічний стан навколишнього природного середовища у вугледобувних регіонах.

Таким чином, своєчасне запровадження ефективних природоохоронних технологій на вугледобувних підприємствах дозволить попередити забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод та атмосферного повітря на територіях розміщення відходів.

### Список літератури

1. Попович И.Н. Устойчивость развития угольной отрасли – приоритет государства / И.Н. Попович // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2014. – № 2. – С. 30-35.
2. Спітковський А.І. Реалізація стохастичних моделей життєвого циклу об'єктів енергокомплексу на прикладі шахт з видобування енергетичного вугілля / А.І. Спітковський, Т.П. Нечаєва // Проблеми загальної енергетики. 2014. – №1 (36). – С. 10-18.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 р.
4. Павличенко А.В. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт / А.В. Павличенко, А.А. Коваленко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д., 2013. – Вип. 110. – С. 114 – 120.
4. Кузік І.М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення / І.М. Кузік // Екологія та природокористування: зб. наук. праць. – 2012. – № 15. – С. 31-37.
5. Кроїк Г.А. Закономірності розподілу техногенних та токсичних елементів у відходах добування та переробки вугілля Західного Донбасу / Г.А. Кроїк, О.В. Мельник // Вісник ДНУ. Серія: «Геологія. Географія». – Д.: Вид- во ДНУ, 2012. – Вип. 14. – Т. 20, № 3/2. – С. 77 – 82.
6. Мельников В.С. Минералогенезис в горящих угольных отвалах. Фундаментальные и прикладные аспекты неоминералогии / В.С. Мельников, Е.Е. Гречановская // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – № 81. – С. 30 – 36.
7. Зборщик М.П. Минералогические особенности осадочных горных пород, склонных к самовозгоранию / М.П. Зборщик, В.В.Осокин, Б.С. Панов и др. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – К.: 1989. – Вып. 83. – С. 92-98.
8. Мовчан М.І. Використання шахтних відвальних порід Львівсько-Волинського вугільного басейну у дорожньому будівництві / М.І. Мовчан, Д.М. Акімов // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ «ЛП». – Львів, 2011.– № 697. – С. 75–78.
9. Макеева Д.О. Підвищення надійності життєзабезпечення за рахунок використання вітроустановок, що встановлені на породних відвалах / Д.О. Макеева // Сборник научных трудов Sworld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований-2012». – 2012. - Выпуск 1., Т.7. – С. 112-114.
10. Воробйов Є.О., Ніколенко М.О., Сокирка С.О. та ін. Методи вимірювання температури і газів породних відвалів, що горять. «Донбас – 2020»: V Наук. практ. конф. Донецьк, 2010. – С. 638-643.
11. Жуков С.П. Регулирующая рекультивация в условиях промышленно нарушенных территорий / С.П. Жуков // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. – Донецк. – 2010. – Вып. 10. – С. 11-15.
12. Правила проведення біологічної рекультивації породних відвалів вугільних шахт України. Видання офіційне. К.: Мінвуглепром України. 2007. – 30 с.
13. Баранов В., Козловський М., Гавриляк М., Бешлей С. Вплив капсульованих добрив на ростові показники, вміст пігментів фотосинтезу та вуглеводів у проростків ріпаку за росту на ґрунтах породного відвалу вугільних шахт. Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол, 2010; 52. – С. 167–171.