

УДК 504.06

## **ЕКРАНУВАННЯ ТЕРИКОНІВ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ДОНБАСУ**

*Л.Г. Зубова, д-р техн. наук, проф.  
(СНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, Україна);  
М.М. Тимошенко, канд. техн. наук, доц.  
(Державна екологічна академія  
післядипломної освіти, м. Київ);  
К.Й. Верех-Білоусова, аспірант  
(СНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, Україна)*

*Запропоновано екранування териконів вугільної промисловості Донбасу відходами флотаційного збагачення вуглистої породи, як засіб покращення екологічного стану прилеглих до териконів територій. Розглянуто можливість додаткового отримання германію та галію із флотаційного концентрату.*

*Предложено экранирование терриконов угольной промышленности Донбасса отходами флотационного обогащения углистой породы, как способ улучшения экологического состояния прилегающих к терриконам территорий. Рассмотрена возможность дополнительного получения германия и галлия из флотационного концентрата.*

*Suggested screening of waste heaps Donbass coal industry waste flotation beneficiation breed of coal, as a way of improving the ecological condition of adjoining territories. Considered the possibility of additional get germanium and gallium from flotation concentrate.*

У складованій відвальній породі вугільних шахт Донбасу протікають складні фізико-хімічні процеси, в результаті яких у навколишнє середовище потрапляє велика кількість важких металів та шкідливих газоподібних речовин.

Основним із способів зниження потрапляння шкідливих елементів у навколишнє середовище є захисне озеленення териконів. За відомими методами лісної рекультивациі тери-

конів рекомендується проведення технічного та біологічного етапів, які включають переформування поверхні відвалів з конічної у пласку, виположування відкосів, формування терас, часткову меліорацію та висадження захисного рослинного покриву [1]. Екран, який утворюється на поверхні відвалів, перешкоджає протіканню фізико-хімічних процесів у складованій породі. Але рекультивація таким способом потребує значних капітальних витрат та технічних потужностей.

Окрім того, якщо у відвалах міститься понад 20% токсичних порід, які містять сульфідні, то при покритті гумусовим шаром, ґрунт набуває негативних властивостей: підвищеної активної кислотності, збільшеного вмісту рухомих форм важких металів, особливо заліза та алюмінію, обмінного водню та понижений вміст обмінних катіонів. Розчини сульфатної кислоти, які надходять із капілярною вологою викликають руйнування мінеральної частини ґрунту, що призводить до появи додаткової кількості рухомих форм алюмінію та кремневої кислоти. І такі зміни частіш за все незворотні [2].

Тому постає актуальна проблема удосконалення методів захисної рекультивації териконів і тим самим поліпшення екологічного стану територій, прилеглих до породних відвалів.

Метою дослідження є поліпшення екологічного стану територій, прилеглих до териконів вугільних шахт, удосконаленням методів захисної рекультивації відвалів.

Відомо, що у складованій відвальній породі териконів міститься велика кількість рідкоземельних та рідкісних металів, а у мінералогічному складі переважають сульфідні мінерали. Основні зміни порід у поверхневих шарах териконів обумовлюються впливом  $H_2SO_4$ , яка утворюється при хімічному і біохімічному окисненні сульфідів. Сульфатна кислота інтенсивно розкладає силікати, алюмосилікати та інші мінерали вугленосних порід, переводячи сульфатні компоненти у розчин [3]. Розчини, насичені  $H_2SO_4$ , беруть із порід, що вміщують Fe, Al, Cu, Zn, As, Cr, V та інші елементи. Переведені у рухому форму важкі метали мігрують на прилеглі до териконів території, інтенсивно забруднюючи ґрунти, поверхневі та ґрунтові води.

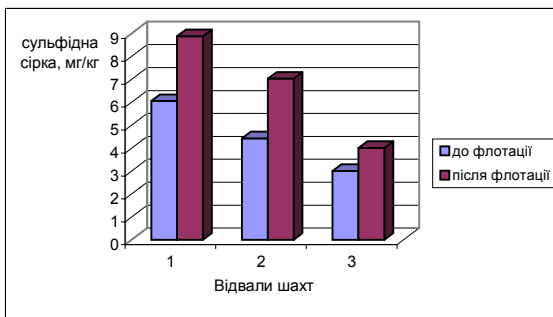
Для запобігання фізико-хімічному окисненню сульфідних мінералів запропоновано проводити екранування поверхонь

териконів відходами флотації свіжо добутої породи. При флотації свіжої породи у концентрат переходять сульфідні метали, які можуть бути використані у подальшому, та утворюються відходи флотації – «пуста» порода, яку запропоновано використовувати для екранування поверхонь відвалів.

Екранування териконів відходами флотації унеможлиблює процес хімічного або біохімічного окиснення сульфідів у поверхневих шарах терикону, та перешкоджає потраплянню зовнішніх чинників до глибших шарів. Внаслідок чого зупиняється виділення сульфатної кислоти, яка розчиняє багато мінералів і призводить до мігрування важких металів на прилеглі території.

Об'єктами дослідження були обрані терикони трьох шахт: ім. С. Фрунзе (м. Антрацит), «Луганська» (м. Луганськ) та «Матроська» (м. Лисичанськ). Вони є типовими для Донбасу.

Флотація проводилася за колективною схемою з оптимальним подрібненням породи, та з певним реагентним складом. Головним мінералом був пірит. Як сульфогідрильний збирач використовували пропіловий ксантогенат калію. Для поліпшення емульгування аполярних реагентів, аерації пульпи і створення стійкої піни було використано соснову олію, яке має за аполярну групу гідроксил. Сульфідні відокремлювали від породи флотацією в середовищі, близькому до нейтрального. Результати флотаційного експерименту наведені на рис. 1.



*Рис. 4.1. Вміст сульфідів у флотаційному концентраті:  
1 – шахта «Луганська»; 2 – шахта ім. С.Фрунзе;  
3 – шахта «Матроська»*

## **Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності**

Аналіз показав збільшення сульфідів у флотаційному концентраті в середньому на 40% по відношенню до похідних показників.

Проведений спектральний аналіз зразків породи на вміст рідкоземельних та цінних металів перед флотацією показав, що вміст германію та галію близький до мінімальної промислової концентрації.

Відомо, що вміст германію підвищений у сульфідних мінералах, а основна кількість галію, унаслідок схожості хімічних і кристалохімічних властивостей і близькості розмірів з атомами та іонами алюмінію, цинку й заліза в природі розсіяна у великому числі мінералів.

Результати вивчення хімічного складу флотаційного концентрату на наявність германію та галію проведено за допомогою спектрального аналізу і представлено в табл. 1.

**Таблиця 1 — Вміст германію та галію у свіжій породі та у флотаційному концентраті**

Відвальна порода	Вміст, мг/кг породи			
	до флотації		після флотації	
	Ge	Ga	Ge	Ga
1. Шахта «Луганська»	-	2	2	3
2. Шахта ім. С. Фрунзе	2	10	2	15
3. Шахта «Матроська»	0,015	0,015	0,015	0,015

Спектральний аналіз показав невелике збільшення у флотаційному концентраті германію за зразками породи шахт «Луганська» та ім. С. Фрунзе та перевищення мінімальної промислової концентрації за галієм (видобуток рентабельний з 1–3 г/т) за зразками породи шахт «Луганська» та ім. С. Фрунзе. Це можна пояснити тим, що в процесі проведення флотації ізоморфно заміщені германій та галій у складі сульфідних сполук заліза та інших сульфідів були виділені у сульфідний концентрат.

Безпосередньо сам процес флотаційного отримання германію та галію не є кінцевим і головним, а виступає як супутній технологічний процес при рекультивації териконів.

В результаті проведення флотації у флотаційний концентрат переходять сульфідні сполуки як корисних для промисло-

вості (галій, германій), так і токсичних металів. В таблиці 2 на прикладі відвалу шахти ім. С. Фрунзе наведено порівняльні дані за вмістом важких металів у відвальній породі до флотації та у флотаційному концентраті.

**Таблиця 2 — Вміст важких металів у відвальній породі до флотації та у флотаційному концентраті**

Показники, мг/кг	Елемент						
	Cu	V	Mn	Ni	Cr	Zn	Pb
До флотації	30	70	500	50	70	100	15
У концентраті	50	100	700	50	70	150	15
ГДК <sub>r</sub> (валова форма)	50	150	1500	80	100	100	32
ГДК <sub>r</sub> (рухома форма)	3	60	500	4	6	23	2

З наведених даних можна зробити висновок, що при флотаційному розкритті сульфідних мінералів у концентрат переходять у підвищеній кількості сульфідні сполуки важких металів. При відсутності сульфідів у «пустій» породі припиняються фізико-хімічні перетворення піриту і тим самим зменшується забруднення прилеглих до відвалів територій важкими металами.

За нашим способом відходами флотаційного збагачення породи пропонується проводити екранування поверхонь та відкосів проблемних териконів або відвалів, утилізація яких припинилася. Пуста порода не містить сульфідних сполук важких металів і може виступати як інертний захисний покрив. Такий породний екран перешкоджатиме потраплянню зовнішніх чинників, які спричиняють окиснення сульфідів у складованій породі, що призведе до зменшення забруднення навколишнього середовища і законсервування породи під подальшу переробку або утилізацію.

У результаті проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1) У складованій відвальній породі териконів протікають складні фізико-хімічні процеси окиснення сульфідних мінералів, в результаті чого у навколишнє середовище потрапляє велика кількість важких металів та шкідливих речовин.

2) Запропоновано екранувати терикони відходами флотації свіжодобутої породи. Такий екран унеможливує процеси

## *Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності*

---

окиснення сульфідів, і як наслідок, виділення сульфатної кислоти, яка розчиняє багато мінералів і призводить до мігрування важких металів на прилеглі території.

3) Запропонований процес флотаційного збагачення породи сульфідами дозволить не тільки знизити навантаження на навколишнє середовище в результаті зміни умов фізико-хімічних перетворень у відвальній породі, а також і отримати корисний продукт — метали.

\* \* \*

1. Смирний М.Ф. Екологічна безпека териконових лантшафтів Донбасу: Монографія / М.Ф. Смирний, Л.Г. Зубова, О.Р. Зубов. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2006. — 232 с.

2. Добровольский Г.В. Охрана почв / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришина. — М.: Издательство Московского университета, 1985. — 223 с.

3. Проскурня Ю.А. Мінералогія відвалів вугільних шахт Донбасу (на прикладі Донецько-Макіївського промислового району): автореф. дис. ... канд. геолог. наук: спец. 04.00.20 «Мінералогія, кристалографія» / Ю.А. Проскурня. — Кривий Ріг, 2000. — 19 с.

*Отримано: 2.06.2011 р.*