



УДК: 332.142.6:622.271.4

Богач К. С.<sup>1</sup>

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСАД ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДВАЛАМИ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

*Визначено можливі напрямки використання переробленої сировини відвалів гірської породи. Теоретичні положення дослідження доведені до рівня конкретних пропозицій по вдосконаленню процесу управління використанням переробленої сировини, які можуть бути враховані при розробці еколого-економічних стратегій розвитку вугільних підприємств.*

**Ключові слова:** *відвал, екологічна ситуація, сировина, утилізація, еколого-економічна політика.*

### **ВСТУП**

Усі існуючі способи підземного видобутку вугілля пов'язані з утворенням на поверхні землі породних відвалів. Щорічно в процесі підземного видобутку вугілля в Україні на поверхню піднімається

---

<sup>1</sup> Рецензент – Бардась А. В., д. е. н., професор



близько 40 млн м<sup>3</sup> породи, яка складається у відвали. За 200 років розробки вугільних родовищ в країні вже утворилося понад 1100 териконів, під якими зайнято 6300 гектарів родючої і придатної для промислового і житлового будівництва землі, а самі терикони залишаються джерелами несприятливого впливу на стан атмосферного повітря, якість поверхневих і ґрунтових вод та хімічний склад земель сільськогосподарського призначення [1].

У даний час актуальним є питання підвищення комплексності використання не тільки продукції, але і відходів виробництва гірничодобувних галузей. Вирішенню даної проблеми присвячено багато праць як вітчизняних, так і зарубіжних учених.

Проблема зменшення екологічного впливу породних відвалів на навколишнє природне середовище протягом багатьох років також знаходиться в центрі уваги дослідників. У їх числі можна назвати наукові праці М. Є. Григорюка, В. А. Меркулова, О. І. Амоші, О. С. Власюка, Д. Лоренса [5], С. Томпсона. У своїх роботах автори висвітлюють увесь комплекс проблем охорони природи на підприємствах вугільної галузі.

Не дивлячись на пильну увагу до цих питань багатьох науковців, їх гострота не знижується. Це обумовлено в першу чергу тим, що останнім часом рівень забруднення навколишнього середовища вуглевидобувних регіонів досяг кризового стану.

Проблема утилізації відходів вуглевидобувної галузі на сьогоднішній день є актуальною і важливою. Однак, як показав досвід, без підтримки держави освоїти такий напрямок досить складно. На території України вже більше 200 років здійснюється підземний видобуток вугілля. Шахтні комплекси змінюють до невпізнання природні ландшафти, впливають на розвиток шахтарських міст і селищ, ведення сільськогосподарських робіт, змінюють призначення земель та гідрографічний режим територій гірничовидобувних регіонів.

#### **ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ**

Головним завданням дослідження є визначення засад еколого-економічної політики поводження з відвалами гірської породи вугільних шахт та пошук можливих шляхів, пов'язаних із зменшенням їх впливу на екологічну ситуацію в країні.

#### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Гірничовидобувна промисловість є однією з найважливіших галузей виробництва в нашій країні. Вона як складова частина паливно-енергетичного комплексу задовольняє значну частину потреб країни в енергетичному паливі і технологічній сировині.

Накопичення відходів і забруднення ними природного середовища в зв'язку з розвитком продуктивних сил не є неминучою



закономірністю. Навпаки, досягнення науково-технічного прогресу, розвиток науки і техніки створюють необхідні передумови для ефективного вирішення проблеми відходів і запобігання їх негативного впливу на природне середовище. Особливо гостро стоїть проблема утилізації техногенної сировини в індустріально розвиненому Донбасі, в структурі господарського комплексу якого вугільна промисловість є однією з провідних галузей. Цей промисловий регіон належить до тих, де екологічні умови досягли кризового стану: при тому, що область займає всього лише 5 % території країни, на її частку припадає 40 % шкідливих викидів.

В атмосфері міст Донбасу присутні у високих концентраціях окис вуглецю, феноли, аміак, сполуки сірки та інші небезпечні речовини, до яких додається також і підвищений радіоактивний фон.

Більшість відвалів Донбасу є палаючими, але навіть ті терикони, які здаються згаслими, насправді продовжують тліти. В їх надрах тримається висока температура, до того ж там в надлишку накопичений миш'як, ртуть, ціаніди, сірка та інші шкідливі речовини і їх сполуки. Величезна кількість відвалів у Донбасі (1257) обумовлена як великою глибиною залягання вугільних пластів, при яких великий обсяг капітальних гірничих робіт, так і малою потужністю пластів в межах 0,6...1,5 м, при відпрацюванні яких породи від підготовчих, а також очисних гірських виробок практично повністю видаються на поверхню.

Відвали формуються надходженням від проведення підготовчих та капітальних виробок на шахтах, а також від роботи збагачувальних фабрик. Найбільша шкода природному ландшафту спричиняється відсіпанням конічних і хребтових відвалів, висота яких в окремих випадках досягає 110–120 м. Розмір і форма відвалів впливають на інтенсивність теплообміну в глибинних зонах, визначають фільтруючі властивості відвалів і сприяють або перешкоджають генерації та акумуляції тепла.

Найбільш інтенсивні процеси протікають на гребенях плоских і на вершинах конічних відвалів, які легко обдуваються потоками атмосферного повітря. Разом з тим має місце горіння породи в середині відвалів різної конфігурації.

Проведені на території Донбасу дослідження показали, що відвали висотою менше 30 м практично не горять, висотою до 50 м горять 60 % відвалів, до 90 м – 87 %, понад 90 м – горять практично всі відвали [2].

У середньому з одного палаючого терикону за добу виділяється близько 10 т окису вуглецю, 1,5 т сірчистого ангідриду і значна кількість домішок інших газів. Хімічні елементи, що містяться в них (цинк, мідь, свинець, кадмій, нікель), негативно впливають на центральну нервову систему людини, печінку, змінюють формулу



крові, викликають онкологічні захворювання, а це збільшує витрати на медичне обслуговування та соціальне забезпечення населення гірничовидобувних територій [3]. Ступінь небезпеки залежить від валового вмісту токсичних компонентів і перебування їх у гранично допустимих для ґрунтів і геохімічного фону нормах (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика вмісту мікроелементів у гірській породі шахт ГХК «Краснодонвугілля»

Елементи	Клас небезпеки	ГДК для ґрунтів, мг/кг	Геохімічний фон, мг/кг	Виявлені концентрації, мг/кг
Ртуть	1	2,1	0,9	0,13
Сурма	2	4,5	-	-
Свинець	1	30	13,7	15
Мідь	2	55	28	30
Миш'як	1	3	-	7
Ванадій	1	150	90	90
Марганець	3	1500	575	375
Галій	-	-	11,1	10
Нікель	2	50	46	35
Хром	2	100	133	137,5
Кобальт	2	50	11	8
Барій	3	-	2,55	400
Берилій	1	-	2	2
Молібден	2	4	1,8	1,5
Олово	2	-	4,3	6,3
Літій	1	-	45	62,5
Кадмій	1	-	0,6	-
Срібло	1	-	0,003	0,0000225
Цинк	1	100	68	92,5

Джерело: [7]

Сьогодні найбільш поширеним методом боротьби зі шкідливим впливом відвалів на навколишнє середовище є їх рекультивация і закладка пустої породи у відпрацьований простір шахти. Даний метод з економічної точки зору не приносить ніякої вигоди і є енергетично та фінансово досить витратним, але ґрунти, які заховані під відвалами і не виконують свої екологічні функції, на території України становлять тисячі гектарів.

Водночас відвали гірничої породи повинні розглядатися як техногенні родовища корисних копалин, чиє відпрацьовання може приносити дохід. Адже породна маса відвалів шахт містить до 46 %



вугілля, до 15 % глиноземів (сировини для отримання алюмінію і силуміну) і до 20 % оксидів кремнію і заліза.

За даними Держгеолкому, вміст рідкоземельних елементів в тонні породи сягає: германій – 55 г, скандій – 20 г, галій – 100 г. Хоча дані елементи доцільно видобувати, починаючи з 10 грамів на тонну, тим не менше, обмеженнями можуть бути потреба у конкретному виді рідкоземельного елемента та співвідношення витрат на видобуток, а також вартість на ринку. Загальна ж кількість рідкоземельних елементів у відвалах становить близько 230–260 г на тонну.

Існує спосіб використання відвалів, розроблений Макіївським НДІ, який передбачає вилучення з териконів стратегічно важливих для країни алюмінію, германію, скандію, галію, ітрію і навіть цирконію. У цей спосіб поділ сировини на фракції проводиться електростатичним методом, що в десятки разів дешевше і екологічніше, ніж використання традиційних технологій величезних сепараторів із спеціальними технічними рідинами. Для подрібнення гірничої маси використовується так званий електровибух. За допомогою магнітної сепарації спочатку відділяється залізо та його сполуки. Потім – сплав алюмінію з кремнієм, далі – рідкоземельні елементи: германій, скандій, галій (табл. 2). Те, що залишається в кінці утилізаційного циклу (15–20 % загальної кількості породи), може бути використано як сировина для будматеріалів. У кінцевому підсумку на місці терикону з'являється упорядкована територія, придатна для будівництва або сільського господарства [7].

Таблиця 2

Хімічний склад гірської породи на прикладі  
ГХК «Краснодонвугілля»

Хімічна сполука	Вміст сполуки, %
SiO <sub>2</sub>	45,30 – 38,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,94 – 14,74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,13– 8,58
TiO <sub>2</sub>	0,66 – 0,95
CaO	0,85 – 1,33
MgO	1,21 – 1,33
Pb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11 – 0,10
K <sub>2</sub> O	2,32 – 2,10
Na <sub>2</sub> O	0,54 – 0,64
SO <sub>3</sub>	3,60 – 8,31
SO <sub>2</sub>	1,88 – 3,51
Сульфіди	2,43 – 3,02
Інші речовини і сполуки	18,27 – 19,49

Джерело: [7]



Сировина з відвалів і готова продукція з цієї сировини користуватиметься попитом на ринку. Вироби з силуміну (труби, запірна арматура, фітинги і т. п.) необхідні для потреб хімічної, газової і нафтової промисловості.

Германій – метал з дуже високим електричним опором, використовується у виробництві побутових пластмас, як каталізатор в металургії та електротехнічній промисловості, в медицині, оптиці, геліоенергетиці. Скло з германію і лінзи застосовують у приладах нічного бачення, у військових системах наведення. Вартість германію перевищує 1 тис. \$/кг.

Скандій – м'який метал, який в чистому вигляді досить легко піддається обробці (куванню, прокатці, штампуванню), незамінний в авіаційній і космічній промисловості, автопромі (мотори), криогенній техніці, галогенових лампах і навіть у зубному протезуванні. Добавки скандію в сталь і чавун підвищують їх якість до статусу «спецметали високої міцності». Вартість скандію коливається в межах 42–45 тис. \$/кг.

Сфера застосування галію досить специфічна – виробництво мастильних та клеючих матеріалів, конструювання напівпровідникових лазерів, термоелементів для сонячних батарей. Цікаво, що світова потреба галію перевищує його видобуток. Вартість галію в даний час складає близько 1,3–1,5 тис. \$/кг.

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання сировини гірських відвалів очевидна, тому що їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних, соціальних та екологічних проблем.

**Економічні проблеми:**

- постійне подорожчання сировини, що витягується з надр, у зв'язку з розробкою родовищ на все більш значних глибинах;
- виснаження запасів корисних копалин у надрах;
- зниження продуктивності праці і зменшення темпів видобутку корисних копалин у зв'язку з постійним погіршенням гірничо-геологічних умов.

**Соціальні проблеми:**

- ускладнення ситуації з використанням робочої сили внаслідок зменшення обсягу робіт, викликаного виснаженням запасів корисних копалин;
- погіршення умов праці при експлуатації глибокозалягаючих родовищ;
- вивільнення робочої сили шахт, що закриваються.

**Екологічні проблеми:**

- виключення з господарського обігу великих площ земель, зайнятих териконами;



- знищення або зниження якості земель через пилові замети з відвалів;
- забруднення навколишнього середовища (грунтів, поверхневих і підземних вод, повітря) важкими металами і солями.

**Залучення в переробку сировини відвалів забезпечує:**

- скорочення витрат на пошуки нових і розвідку експлуатованих родовищ;
- збереження ресурсів у надрах, оскільки запасів корисних копалин, що накопичилися в териконах, достатньо, щоб задовольнити потреби на багато десятиліть вперед;
- підвищення продуктивності праці за рахунок рентабельної переробки вже видобутої сировини, що є готовим напівпродуктом і знаходиться поблизу діючих підприємств;
- поліпшення умов праці, оскільки техногенні родовища розташовані на поверхні, на відміну від все більш глибоко залягаючих звичайних родовищ корисних копалин;
- виробництво дешевих будматеріалів;
- звільнення зайнятих відвалами земель та ліквідація джерел забруднення навколишнього середовища [4].

В даний час у світі існує декілька варіантів використання відвальної породи в якості сировини і палива для промисловості, розроблено різні програми їх утилізації. Зокрема, в Росії відходи вуглевидобутку прирівняні до корисних копалин.

У світі на сьогоднішній день найчастіше використовуються горілі породи з мінімальним вмістом вуглистих домішок (менше 5 %) і мінеральної глинисто-піщаної частини, обпаленої в тій чи іншій мірі. Такі породи містяться в старих або повністю перегорілих териконах і утворюються в результаті природного випалу під впливом високих температур (до 1000 °C).

В залежності від структури горілі породи поділяють на чотири групи [3]: найбільш слабкі, колір цих порід темно-сірий, вони слабо обпалені і мають аморфну структуру; пухкі – породи шахт, що відпрацьовують газове вугілля, слабо обпалені, мають світло-рожевий колір; тверді – породи шахт, що розробляють коксівне вугілля, мають щільну структуру, добре обпалені, колір їх змінюється від темно-коричневого до коричневого; дуже тверді породи шахт, що розробляють антрацитові вугілля, випал їх доведений до оплавлення. Хімічний склад усереднених проб горілих порід різних шахт коливається в широких межах:  $\text{SiO}_2$  (48,3...57,9 %);  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (30,7...46,6 %);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,44...12,1%);  $\text{CaO}$  (1,4...4,7%);  $\text{MgO}$  (0,8...2,5%).

Широкі межі змін змісту різних оксидів і мінералів свідчать про те, що для оцінки горілих порід як технологічної сировини необхідний індивідуальний (по кожному терикону) підхід при визначенні



раціонального напрямку їх використання. Для вибору напрямку використання кожний вид промислового відходу повинен пройти кілька рівнів оцінки за різними критеріями: за токсичністю; хіміко-мінералогічним складом; агрегатним станом; обсягами утворення. Після такої багаторівневої оцінки визначається напрямок утилізації та номенклатура продукції, що отримується на основі конкретної техногенної сировини.

Фізико-механічні властивості горілих порід залежать від їх вихідного складу і ступеня випалу. В даний час немає надійної методики прогнозування і оцінки ступеня випалу горілих порід у шахтних териконах, оскільки вона залежить від багатьох факторів: вмісту вугілля у вихідній породі і швидкості його горіння, глибини зони горіння в териконі, середовища горіння та ін.

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 і автодоріг, а також в якості наповнювачів у звичайних бетонах.

Значні обсяги породи шахтних териконів можуть бути утилізовані в дорожньому будівництві, зокрема при влаштуванні підстилаючих шарів доріг.

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 володіє високими показниками міцності, морозостійкості і водонепроникності [6].

Крім того, з відвальної породи можна виробляти плити, перекриття, стінові панелі, сходові марші, ліфтові шахти тощо. При цьому використання в якості сировини відходів вуглевидобувної промисловості дозволяє здешевити вартість будівництва, як мінімум, на 15-20 %.

Вміст вугільних відвалів цілком може замінити енергетичне або буре вугілля. Сучасні технології їх переробки дозволяють використовувати відвальні породи вугільної промисловості як паливо.

У даний час обговорюються три основні підходи економічної доцільності переробки вугільних породних відвалів:

1. Виймання вугілля для продажу електростанціям або в якості добавки до вугільних брикетів з метою підвищення їх енергетичної цінності.
2. Отримання матеріалів, придатних для будівництва будинків, доріг, а також виймання матеріалів, які можуть використовуватися в якості наповнювачів.





3. Переробка породних відвалів з метою виймання рідкоземельних металів.

**ВИСНОВКИ**

Зниження негативного впливу виробничої діяльності на навколишнє природне середовище є одним з основних завдань еколого-економічної діяльності шахти. Важливість вирішення комплексу завдань раціонального використання ресурсів та охорони природи безпосередньо пов'язана зі зростаючими масштабами суспільного виробництва, залученням у господарський обіг величезних обсягів мінерального палива і сировини.

Одним з основних факторів, що визначає необхідність подальшого великомасштабного освоєння вугільних ресурсів, є їх домінуюче положення серед запасів у порівнянні з іншими горючими копалинами.

До засад еколого-економічної політики поводження з відвалами гірської породи вугільних шахт можна віднести:

- визначення всіх гірничо-екологічних процесів, небезпечних для людей і господарства, прогнозування самооновлення ландшафту з урахуванням кожного з його елементів;
- розробку науково обґрунтованих заходів щодо попередження розвитку або виникнення процесів і явищ, що становлять безпосередню загрозу населенню або господарству шляхом порівняння можливих наслідків з необхідними витратами;
- визначення напрямків раціонального використання гірничих об'єктів і порушеної поверхні землі з урахуванням нинішніх і майбутніх потреб населення; розробку інвестиційних пропозицій для використання цих об'єктів і земельних ділянок;
- оцінку стану запасів корисних копалин і визначення можливості їх видобутку в разі зміни кон'юнктури ринку; розробка заходів щодо заощадження запасів і забезпечення умов їх видобутку в перспективі (розробка техногенних родовищ і використання їх для виймання цінної мінеральної сировини; в якості сировини для виготовлення будівельних матеріалів та ін.)

У масштабах регіону або країни в цілому деяке підвищення витрат на скорочення виходу відходів внаслідок переходу на маловідходну технологію вуглевидобування компенсується загальнодержавним економічним та екологічним ефектом.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Потенциал закрытой шахты — основа решения проблемы Post-mining / [Г. Г. Пивняк, А. Н. Шашенко, Е. В. Кухарев и др.] // Збірник праць «Форум гірників – 2011». – Т. 1. – 310 с.
2. Зборщик М. П. Предотвращение самовозгорания горных пород / М. П. Зборщик, В. В. Осокин. – К. : Техника, 1996. – 176 с.
3. Панов Б. С. К геоэкологии Донецкого каменноугольного бассейна / Панов Б. С., Шевченко О. А., Дудик А. М. // Известия вузов. Серия «Геология и разведка». – 1998. – № 5. – С. 138–145.
4. Певзнер М. Е. Экология горного производства /



---

М. Е. Певзнер, В. П. Костовецкий. – М. : Недра, 1990. – 376 с. 6. Лоренс Д. Оптимизация процесса закрытия шахт / Д. Лоренс // Журнал для чистого производства. – 2006. – № 14 (3–4). – С. 285–298. 7. Уткин Ю. В. Перспективы использования отходов добычи и обогащения углей для производства пористых заполнителей / Уткин Ю. В., Спирт М. Я., Элинзон М. П. – М. : ЦНИЭИУголь, 1987. – 185 с. 8. Аптекарь М. Д. Возможность применения мирового опыта в переработке отвалов угледобывающей промышленности в угольных регионах Донбасса / М. Д. Аптекарь // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Экономические, экологические и социальные проблемы угольных регионов СНГ». – Краснодар, 2007.

*Дата надходження до редакції – 17.04.2013 р.*