

## ДО ПИТАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ, ЩО ПРЕДСТАВЛЕНІ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ

**Гайдай О.А.**

кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничої інженерії та освіти  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

**Фірсова В.Е.**

аспірантка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

Вугільна галузь є постачальником вітчизняного енергоносія для переважної більшості теплових електростанцій України, інших енергетичних об'єктів та на експорт. У той же час, при видобутку й переробці видобутого вугілля виникає велика кількість відходів, що містять, крім порожньої породи, значну кількість вугілля. За запасами вугілля Донбас є головним вугільним басейном в Україні.

Відвали, що представлені відходами, складають вуглевмісні розкривні (при відкритому видобутку вугілля) та шахтні породи, тобто техногенні родовища гірничодобувної промисловості, які утворюються при видобутку корисних копалин. За більш як 200 років промислового видобутку кам'яного вугілля й його переробки в Україні накопичено величезні обсяги відходів: кількість териконів та відвалів вугільних шахт наближається до 1300, вони займають площу близько 6500 га родючих й придатних для забудови земель, а маса відходів, що припадає на кожного жителя нашої держави, досягає 4000 тонн [1].

Шкідливий вплив териконів на навколишнє середовище пов'язаний з самозайманням з виділенням в атмосферу забруднюючих газів та пилу. В середньому з одного палаючого відвалу за добу виділяється близько 10 тонн оксиду вуглецю, 1,5 тонни сірчистого ангідриду та значна кількість домішок інших газів. Породні відвали токсично впливають на весь живий організм – Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, що містяться в них, здійснюють негативний вплив на центральну нервову систему людини, порушують роботу нирок, печінки, змінюють формулу крові, викликають онкологічні захворювання. Ступінь небезпеки залежить від валового вмісту токсичних компонентів та знаходження їх в гранично допустимих для ґрунтів й геохімічного фону нормах [2].

Таким чином, важливим завданням національного масштабу є зниження шкоди, яку завдає навколишньому середовищу гірничо промисловість, шляхом зменшення впливу териконів на екологічну ситуацію в регіоні, країні. Вміст мікроелементів й ступінь небезпеки їх впливу на навколишнє середовище породних відвалів шахт України відображено в таблиці 1.

**Таблиця 1. Порівняльна характеристика вмісту мікроелементів в гірській породі шахт України [2]**

Елемент	Клас небезпеки	ГДК для ґрунтів, мг/кг	Геохімічний фон, мг/кг	Винайденні концентрації, мг/кг
Ртуть	1	2.1	0.9	0.13
Сурма	2	4.5	-	-
Свинець	1	30	13.7	15.0
Мідь	2	55	28	30.0
Миш'як	1	2	-	7.0
Ванадій	1	150	90	90.0
Марганець	3	1500	575	375.0

Галій	-	-	11.1	10.0
Нікель	2	50	46	35.0
Хром	2	100	133	137.5
Кобальт	2	50	11	8.0
Барій	3	-	2.55	400.0
Берилій	1	-	2	2.0
Молибден	2	4	1.8	1.5
Олово	2	-	4.3	6.3
Літій	1	-	45	62.5
Кадмій	1	-	0.6	-
Срібло	1	-	0.03	0.0000225
Цинк	1	100	68	92.5

До нещодавно найбільш поширеним методом боротьби зі шкідливим впливом териконів на навколишнє середовище вважалася їх рекультивація. Чимало тих, хто займається захистом навколишнього середовища і сьогодні вважають цей метод єдиною можливістю. Однак з економічної точки зору він не приносить ніякої вигоди, а, навпаки, є енергетично та фінансово досить витратним.

Тим часом, хімічний склад порід відвалів (табл. 2) свідчить про можливість іншого шляху поводження з вуглевмісними, розкривними та шахтними породами.

**Таблиця 2. Хімічний склад гірської породи шахт України [2]**

Хімічна сполука	Вміст, %
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
Сульфід	2.43-3.02
Інші речовини і сполуки	18.27-19.49

Ситуацію можна змінити, якщо подивитися на терикони, як на джерело цінної сировини й енергії, яке може приносити дохід. Адже породна маса відвалів шахт містить до 46% вугілля, 15% глинозему (сировини для отримання алюмінію та силуміну) й до 20% оксидів кремнію, заліза. За даними ДП "Укргеологія", вміст рідкоземельних елементів у тонні породи досягає: германію – 55 г, скандію – 20 г, галію – 100 г. Це при тому, що вказані елементи доцільно вилучати, починаючи з 10 грам на тонну. Загальна кількість рідкоземельних елементів у відвалах складає близько 230-260 грамів на тонну [2].

Сировина відвалів та готова продукція з цієї сировини завжди затребувані. Вироби з силуміну (труби, запірна арматура, фітинги й т.д.) необхідні для потреб хімічної, газової та нафтової промисловості.

Однією з проблем переробки териконів є небезпека їх загоряння. Відомий навіть випадок повного припинення успішної роботи з переробки вуглевміщуючих відходів одного

з териконів ВАТ "Шахтоуправління" Шахтарська-Глибока"(вміст вугілля 200 кг на тонну породи) через загоряння терикону і зміщення породи.

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

*Екологічні проблеми:*

- виключення з господарського обороту 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.

*Економічні проблеми:*

- постійне подорожчання сировини, що видобувається з надр, в зв'язку з розробкою родовищ на все більш значних глибинах;
- виснаження запасів корисних копалин в 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 родовищ, що глибоко залягають; вивільнення робочої сили шахт, що закриваються.

Залучення в переробку сировини відвалів забезпечує: скорочення витрат на пошуки нових і розвідку родовищ, які експлуатуються; збереження ресурсів в надрах, оскільки запасів корисних копалин, що накопичилися в териконах, досить, щоб задовольнити потреби; підвищення продуктивності праці за рахунок рентабельної переробки вже видобутої сировини, яке 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 земель, що займалися відвалами; ліквідація джерел забруднення навколишнього середовища.

Вуглевідходи представляють інтерес для цементної промисловості, яка може утилізувати значний їх обсяг. Наприклад, в Польщі щорічно використовують 40000 тонн відходів вуглезбагачення, застосовуючи їх як компонент вихідної сировини для цементу в кількості 8-18%. На Кам'янському (Дніпропетровська обл.) Цементному заводі в сировинну суміш вводять 8-9% вуглевідходів. На Одеському цементному заводі використовують вуглевмісні відходи коксохімічного виробництва для часткової заміни глини і зниження витрати палива на випал клінкеру (близько 11%).

Узагальнені наукові дослідження, які було проведено при обґрунтуванні технології розробки техногенних родовищ вугільної галузі, стали основою для можливості вперше її використання для отримання композиційного твердого палива з бурого вугілля, торфу, вугільних шламів та інших матеріалів органічного походження, а також інших різноманітних відходів. Дана технологія розроблена фахівцями Національного технічного університету «Дніпровська політехніка». Сутність технології полягає в тому, що при перемішуванні і перетиранні вуглистих і глинистих частинок зростає електрзарядженість сировини. Це пояснюється підвищенням питомої поверхні частинок, що несуть електричні заряди [3, 5, 7].

Електрокінетичне згрудкування відходів гірничого виробництва є складним фізико-хімічним процесом взаємодії роз'єднаних твердих частинок. Структура шматків утворюється шляхом безпосередніх контактів частинок між собою або через прошарок компонентів і води за рахунок механоактивації. Отримане паливо має високі теплоенергетичні і фізико-механічні властивості, зокрема достатню механічну міцність, водо- і термостійкість. Так, готове паливо, навіть при використанні високозольних кам'яновугільних шламів та концентратів отриманих при переробці гірських порід териконів, має теплотворну

спроможність не менше як 2500 ккал/кг, а при електрокінетичному згрудкуванні композицій з низькозольним вугіллям може досягати 4500 ккал/кг, при згрудкуванні з антрацитовими шламами і штибами до 6000 ккал/кг [4, 6].

Використання відходів вуглевидобутку в перспективі дозволить зменшити екологічне навантаження на промислові регіони нашої країни з можливістю вивільнення значних площ території для застосування в сільському господарстві, при будівництві інфраструктури, а також безпечного і комфортного проживання населення.

### Список літератури:

1. Верех-Остроусова К.Й. Породні відвали вугільних шахт як техногенні родовища алюмінію, галію та германію /Вісник КДУ ім. Михайла Остроградського. Вип. 2/2010 (61). Част. 1 . – С. 105-107.
2. Панов Б.С. Техногенні родовища мінеральної і нетрадиційного сировини України і Донбасу. Електронний ресурс [http://refs.co.ua/81935-Tehnogenne\\_mestorozhdeniya\\_mineral\\_nogo\\_i\\_netradicionnogo\\_syr\\_ya\\_Ukrainy\\_i\\_Donbassa.html](http://refs.co.ua/81935-Tehnogenne_mestorozhdeniya_mineral_nogo_i_netradicionnogo_syr_ya_Ukrainy_i_Donbassa.html)
3. Гайдай А.А. Исследования прочностных свойств брикетов из угольных шламов и штыбов, полученных способом холодного окучивания/ Зб. наук. праць НГУ №26, Том 1. – НГУ, 2006. – С. 101-105. <https://znp.nmu.org.ua/pdf/2006/26-1.pdf>
4. Gayday O. Researches of structural-mechanical properties of coal tailings as disperse systems. / O. Gayday //Annual Scientific-Technical Collection. Leiden, The Netherland. – Press/Balkema, 2013. – P. 327-331. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b16354-60/researches-structural-mechanical-properties-coal-tailings-disperse-systems-gayday>
5. Павличенко А.В. Технологічні напрями переробки відходів вуглезбагачення/ А.В. Павличенко, О.А. Гайдай, В.Е. Фірсова, В.В. Руських, І.В. Ткач /Збірник наукових праць НГУ. Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2020. - № 62. С. 139-148. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/62.139>
6. Haidai O.A. Determination of granulometric composition of technogenic raw materials for producing composite fuel /O.A. Haidai, A.V. Pavlychenko, A.S. Koveria, V.V. Ruskykh, T.V. Lampika/ Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2022, № 4. P. 52-58. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-4/052>
7. Павличенко А.В. Оптимізація фізико-механічних параметрів паливних продуктів, отриманих при переробці відходів вугільної галузі //А.В. Павличенко, О.А. Гайдай, В.Е. Фірсова та інш. // Збірник наукових праць НГУ. Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2020. - № 63. С. 88–97. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/63.088>