

УДК 550.8:622.02

**МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИЙ ПОТЕНЦІАЛ
ВІДХОДІВ ВИДОБУТКУ І ЗБАГАЧЕННЯ МЕТАЛЕВИХ
РУД УКРАЇНИ**

Чорноног С.С., Губіна В.Г., Чорноног С.Д.

*ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,
gvg131619@gmail.com; serjios19@gmail.com*

При видобуванні і збагаченні залізних, марганцевих руд, титано-цирконієвих розсипів в Україні утворюється значна кількість відходів. Для оптимального використання мінеральної сировини України, з деяких видів розкривних порід можливо отримувати додаткову продукцію, з відходів збагачення – втрачений під час збагачення метал.

Ключові слова: відходи видобутку і збагачення, металеві руди України.

**MINERAL AND RAW MATERIAL POTENTIAL OF
WASTE FROM MINING AND ENRICHMENT OF METAL
ORES OF UKRAINE**

Chornonoh S.S., Hubina V.H., Chornonoh S.D.

*State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of the
National Academy of Sciences of Ukraine",
gvg131619@gmail.com; serjios19@gmail.com*

During the mining and enrichment of iron, manganese ores, titanium-zirconium placers in Ukraine, a significant amount of waste is formed. For optimal use of mineral raw materials of Ukraine, it is possible to obtain additional products from some types of overburden, and from enrichment waste – metal lost during enrichment.

Keywords: mining and enrichment waste, metal ores of Ukraine.

Україна, традиційно є сировинною державою з розвинутим гірничо-металургійним комплексом.

Так по добуванню залізної і марганцевої руди вона займає відповідно 10 і 9 місця у світі та 5 місце за експортом титану.

Проблемою гірничого виробництва в Україні, є те, що на всіх родовищах металевих корисних копалин запаси були підраховані лише на один компонент/корисну копалину (залізорудні та марганцеві родовища) або на два (титано-цирконієві розсипи),

тоді як відомо, що вони вміщують інші корисні копалини, які нині спрямовуються у змішані відвали, втрачаючи при цьому свої споживчі властивості первинних порід. До того ж, при збагаченні корисних копалин, з відходами втрачається частина основного компоненту, на який ведеться розробка.

На території промислових майданчиків підприємств накопичені значні обсяги відходів видобутку і збагачення.

Так, при видобутку відкритим способом кожної тони залізної руди у Кривбасі доводиться виймати з надр 2–3 м³ розкривних порід, які накопичуються у відвалах, де втрачають свої природні властивості, змінюються їх фізичні і хімічні властивості під дією атмосферних явищ, порушується ландшафт, гідрологічний і гідрогеологічний режими поверхневих і підземних вод. Щорічні обсяги розкривних порід на родовищах Криворізького басейну складають 70–90 млн т.

Аналіз літературних джерел показав, що розкривні породи залізородних родовищ в якісному і кількісному плані на різних комбінатах, що їх розробляють, вивчені з різним ступенем детальності, але за умови селективного добування і роздільного складування деяких корисних копалин можливе отримання додаткової продукції, наведеної в таблиці 1. [4, 6]

При видобутку кожної тонни марганцевої руди відкритим способом з надр добувається 0,5–0,8 м³ розкривних порід. Щорічно при розробці родовищ виймається 20–30 млн. т розкривних порід.

Попередніми дослідженнями встановлено, що перспективними для супутнього видобутку є корисні копалини [1, 2, 3], наведені в таблиці 2.

Відходи збагачення – найбільш підготовлена сировина для додаткового вилучення корисних компонентів, як тих на які велась розробка родовищ, так і супутніх, які можливо вилучити. В Україні, найчастіше, це рідкісні, рідкісноземельні, кольорові та дорогоцінні метали, нерудна сировина тощо. Відходи збагачення представляють собою вже подрібнену масу гірських порід, які були піддані фізичному, хімічному або біологічному впливу, що тривалий час, іноді понад 30–40 років, знаходились у водному середовищі, або в зоні аерації, що привело до змін фізико-

хімічних властивостей: зменшення міцності, змін крихко-пластичних властивостей мінеральних агрегатів, іноді мінерального складу, що дає можливість зменшити енергетичні і інші витрати на підготовку сировини для вилучення корисних компонентів, що зменшить собівартість кінцевої продукції.

Таблиця 1. Ресурсний потенціал відходів видобутку залізних руд України [4]

Продукція	Корисна копалина	Застосування	Прогнозні ресурси, млрд т
Тальковий концентрат	Тальковмісні сланці	Промисловий тальк	6,0
Мусковітовий концентрат, моно мінеральний кварц	Мусковіт-біотитові сланці		2,5–3
Гранатовий концентрат	Гранатовмісні сланці	Легкий абразив	1,0–1,5
Керамзит, сланцепорит	Хлоритові сланці	Виробництво керамзиту, сланцепориту	1,5–2,0
Піроксеновий концентрат	Піроксенітові породи		0,5–0,7
Облицювальна плитка	мармур	Будівельна галузь	3,0–5,0
Виробне й колекційне каміння (щітки кварцу, аметисту, кристали гранату, яшмоїди тощо)	Різні кристалічні породи	Гемологічна сировина	-
Залізистий концентрат	Гематитові кварцити	Металургія	4,0
Мінеральні пігменти (вохра, сурик, селадоніт, рибекит тощо)	Кора окиснення кристалічних порід	Промисловість, художні промисли	0,8–1,0
Кераміка, фаянс	каоліни		0,1
Глиняна цегла, кераміка	Глини, суглінки	Будівельна галузь	3,0–4,0
Пісок	Пісок	Будівельна галузь	0,15–0,2
Вапняки		Металургія, будівельна галузь	0,3–0,4

Таблиця 2. Відкладення надрудної товщі Нікопольського басейну, перспективні для супутнього видобутку

Породи	Потужність, м	Застосування
Лесовидні суглинки і леси антропоген	до 30	Виробництво цегли, черепиці
Глини червоно-бурі антропоген	до 14	Виробництво цегли, черепиці
Піски плейстоцен	до 15	Виготовлення укладально-штукатурних розчинів, кольорового скла, в якості пісної домішки у цегельному виробництві
Глини червоно-бурі (пліоцен)	до 3,5	Виготовлення бурових розчинів, керамзитового гравію, харчова промисловість, в якості домішки при виробництві портландцементу
Глинисті вапняки (пліоцен)	до 2	Виробництво портландцементу
Глини коричнево-сірі (понт)	до 3,5	Виготовлення бурових розчинів, використання в якості домішки при виробництві портландцементу, харчова промисловість для відбілювання жирів
Глини чорні (сармат)	до 2,2	Виробництво керамзиту, в якості сорбенту для поглинання важких металів
Вапняки-черепашки (сармат-понт)	6–8	Виробництво будівельних блоків, портландцементу, повітряно-сухої суміші
Піски і гравій (нижній сармат)	до 8	Виробництво бетону, штукатурних розчинів, кольорового скла, як пісна домішка у цегельному виробництві, для формування виробів з чавуну і кольорових металів.
Глини (чокрак)	до 2,5	Виготовлення бурових розчинів, керамзитового гравію, використання харчова промисловість, в якості домішки при виробництві портландцементу
Глини яблунево-зелені (олігоцен)	2–8	Керамзитовий гравій марок «500» і «700», використання в якості сорбенту для очищення жирів у харчовій промисловості
Пісок глауконіт-кварцовий (олігоцен)	1,0–1,5	Задля отримання калійних добрив, виготовлення фарби, використання для пом'якшення води

На де-яких хвостосховищах України залізорудних, марганцевих і титано-цирконієвих комбінатів геологічна розвідка і підрахунок запасів вівся традиційними методами: бурінням техногенних товщ, відбором проб, їх аналізом і підрахунком за визначеними методиками. До того ж, запаси підраховувались тільки по одному або двом компонентам, які і вилучалися в процесі експлуатації корінного родовища.

У діючих хвостосховищах гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького-Кременчуцького залізорудного району на площі 5,4 тис га накопичено понад 4,2 млрд т відходів [5], які являють собою суміш технічної рідини та твердої частини у співвідношенні 1:10. При цьому, тверда фаза на 70–90 % складається з часток розміром $<0,005$ мм. За результатами наших досліджень, поточні відходи збагачення на 60,3–97,3 % складаються з часток – 0,071 мм. Вважається, що з відходами збагачення щорічно втрачається біля 25% заліза, серед якого 14–26 % заліза загального, 5–10 % заліза, пов'язаного з магнетитом. Сімдесят відсотків заліза, яке входить до складу цих відходів, знаходиться в розкритому стані. В матеріалі крупністю $<0,16$ мм більше 90 % магнетиту і практично весь гематит розкриті.

У результаті гравітаційної диференціації часток в процесі скидання пульпи, утворюються збагачені на залізо ділянки. Особливо таке явище спостерігається коли накопичення відходів збагачення здійснюється у велику ємність хвостосховища з одного джерела. Збагачені залізом ділянки зосереджені в середній частині хвостосховища і вздовж дамби (хвостосховище Центрального гірничо-збагачувального комбінату Кривбасу).

Шламосховища гірничо-збагачувальних комбінатів з видобутку і збагачення марганцевих руд Нікопольського басейну, займають площу понад 2 тис га. У 9 шламосховищах двох комбінатів накопичено 828 млн т шламів [5]. Масова частка марганцю в шламах – 10,5–17,6 %. Тоді як в світі переробляються шлами з масовою часткою марганцю 9–15 %.

У хвостосховищах Вільногірського гірничо-металургійного комбінату в Дніпропетровській області, який розробляє Малишевське розсипне титано-цирконієве родовище накопичено більше 150 млн. Тон відходів збагачення. Хвости є

дезінтегрованим кварцовим піском, 98 % часток якого має розмір $-0,28$ мм. Фракція $+0,28$ мм представлена дрібними уламками пісковика, недезінтегрованими грудками розкривної глини та глинистого піску розміром до 50 мм. Кристали циркону, рутилу, лейкоксену та ільменіту присутні у фракції $-0,16+0,06$ мм. В складі хвостів ці мінерали практично відсутні, відносно великий вміст мають дистен, силіманіт, ставроліт, турмалін, які при збагаченні вилучаються меншою мірою [1].

За нашими дослідженнями одного з хвостосховищ Іршанського гірничо-збагачувального комбінату техногенні піски на 60–91 % представлені зернами розміром $-0,5+0,1$ мм. Вони складені нерудними мінералами на 85–95 %, рудними (магнітною фракцією) – 5–15 %. 71–85 % магнітної фракції представлена класами крупності $-0,1+0,05$ мм; $-0,05$ мм. Рудні мінерали титану у техногенних пісках представлені ільменітом та рутилом (ільменорутилом). Визначено, що за середньозваженими значеннями магнітної фракції за класами крупності основна маса ільменіту концентрується у фракції $-0,5+0,1$ мм. Вміст Zr у техногенних пісках дорівнює 0,05–0,5%, що корелює з вмістом Hf, який заміщує Zr як ізоморфна домішка у кристалічній решітці мінералу. Концентрація Hf у деяких пробах техногенних пісків складає 20–80г/т.

Таким чином, на території України утворились концентрації техногенної мінеральної сировини, які мають планетарні масштаби. З використанням сучасних технологій можлива її вторинна переробка з одержанням високоякісних кінцевих продуктів, які значною мірою могли б забезпечити потреби держави і підвищити її експортний потенціал.

Перелік використаної літератури

1. Белогай П.Д., Зеликов М.А. Опыт освоения техногенных титано-циркониевых россыпей Приднепровья. *Техногенные россыпи. Проблемы. Решения*: Труды Первой междунар. научно-практ. конф. Симферополь, 2000. С. 132–136.

2. Боганович В.В. Литология неогеновых отложений Никопольского марганцеворудного бассейна. *Дис. на соискание научной степени канд. геол.-мин. н.* 1985. 267с.

3. Грязнов В.И., Богданович В.В. Литологические аспекты расширения попутной добычи полезных ископаемых на Никопольском марганцевом месторождении // Состав, происхождение и размещение осадочных пород и руд. К.: Наукова думка. 1981. С. 240–248.

3. Евтехов В.Д., Паранько И.С., Евтехов Е.В. Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна. Кривой Рог: Изд-во КТУ, 1999. 69 с.

4. Реєстр місць видалення відходів. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/MVV-REESTR-20-08-2021.pdf>. Дата звернення 05. 09. 2025 р.

5. Промислові відходи України. Проблеми та шляхи їх вирішення. / Т. Тарасова та ін. Київ: Логос, 2011. 200 с.