

**СЕКЦІЯ «ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ»**

УДК 622.271

**Адамова В.О.** аспірантка спеціальності 184 Гірництво  
**Науковий керівник: Ложніков О.В., д.т.н., професор кафедри відкритих гірничих робіт**  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

**ОСВОЄННЯ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ ІЗ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ В УКРАЇНІ**

Сучасний технологічний прогрес неможливий без залучення істотних обсягів корисних копалин. З розвитком енергоощадних технологій та відновлювальних джерел енергії особлива увага в світі приділяється критичній мінеральній сировині. Тому переход людства до сталого розвитку в значній мірі залежить від безперебійного постачання цієї сировини до споживачів. Вилучення критичної мінеральної сировини може відбуватись з різних родовищ і рудопроявів, що знаходяться на території нашої країни.

Особливої уваги заслуговують залізорудні родовища, які окрім вмісту заліза можуть бути джерелом значної кількості критичних мінералів. До того ж в Україні видобуток залізних руд є важливою галуззю гірничо-металургійного комплексу з річним видобутком понад 100 млн т.

У зв'язку з цим, залізорудні родовища в Україні варто розглядати як об'єкти селективної розробки для вилучення різних мінералів, таких як залізна руда, марганець, хром, нікель та інші. Тому залізорудні родовища України можуть стати додатковим джерелом отримання критичної мінеральної сировини, які можуть бути використані в різних галузях промисловості. Таким чином, країна отримає додаткову сировину для виробництва матеріалів, що використовуються при виготовленні високотехнологічних пристроїв та засобів відновлювальної енергетики.

Метою досліджень в роботі є аналіз перспективних напрямків отримання критичної мінеральної сировини з залізорудних родовищ та визначення вмісту критичних мінералів в їх рудах.

Виконаний аналіз існуючих досліджень дозволив встановити, що залізорудні родовища України мають істотні варіації за кількісним співвідношенням мінералів, частина з яких відноситься до критичної сировини. Промислові типи залізних руд мають наступний вміст (%) головних хімічних компонентів:  $\text{SiO}_2 = 32-50$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,03-0,1$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,03-0,1$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,3-17$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,9-55$ ;  $\text{FeO} = 0,5-30$ ;  $\text{Fe} = 22-41$ ;  $\text{Fe}_{\text{маг.}} = 0,8-36$ ;  $\text{MnO} = 0,04-0,6$ ;  $\text{CaO} = 0,1-12$ ;  $\text{MgO} = 0,1-6$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,2-1,2$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,1-1,2$ ;  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 0,1-2,4$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,09-0,4$ ;  $\text{S} = 0,01-0,3$ ;  $\text{CO}_2 = 0,1-16$ . Аналіз цих компонентів дозволяє стверджувати, що залізні руди мають вміст наступної критичної сировини: титан, алюміній, магній, марганець, фосфор та інші. Також встановлено, що родовища залізних руд України мають вміст германію, який змінюється в залежності від умов формування геологічного масиву.

Оскільки германій відноситься до вкрай важливих критичних мінералів, що використовуються при виготовленні оптичних приладів, електроніки та медичного обладнання, в даній роботі визначені найбільш перспективні ділянки залізорудних родовищ, які мають найбільший вміст цього мінералу.

Найбільшими покладами залізних руд в Україні відзначена Криворізько-Кременчуцька зона, яка володіє значними запасами рідких елементів, у тому числі й германію. Його середній вміст у неокислених залізистих кварцитах родовищ Кривбасу

становить 6-8 г/т. В даному випадку, головним носієм германію є магнетит (2-62 г/т), в якому міститься біля 50% всього германію, зосередженого в залізистих кварцитах. Також було встановлено, що середній вміст германію (г/т) у ряді типів залізних руд має наступні показники: магнетитові - 7,5; гетит-гематит-мартитові - 7,0; гетит-гематитові - 6,5; мартитові - 5,5; буро-залізнякові - 3,7.

При виконанні досліджень визначено, що середній вміст германію (г/т) в багатих залізистих кварцитах на підприємствах України має наступний розподіл: Північний ГЗК - 5,7; Новокириворізький ГЗК - 5,2; Центральний ГЗК - 5,1; Інгулецький ГЗК - 5,0; Південний ГЗК - 4,5; Олександрівський рудник - 6,2; Рудник "Суша Балка" - 6,7; Криворізький залізорудний комбінат - 4,6-8,5; Кременчуцький залізорудний басейн - 5-40.

Встановлені дані свідчать, що в залізних рудах Криворізько-Кременчуцької зони зосереджені великі запаси германію, однак технологія його вилучення з залізорудної сировини ще не відпрацьована через його низький вміст у вихідному компоненті, а також через забезпечення потреб України за рахунок вилучення германію з видобуваного кам'яного вугілля. Таким чином потрібна розробка економічно доцільних схем видобування і вилучення германію з залізорудної сировини, що дозволить гірничо-збагачувальним комбінатам отримати додатковий високоякісний товарний продукт. Однак, при цьому важливо забезпечити екологічну безпеку та сталість видобутку, дотримуючись всіх необхідних норм та стандартів.

Також під час виконання досліджень було встановлено, що найбільш перспективним до освоєння германію з залізних руд є Гуляйпільське родовище. Перспективи його освоєння полягають в тому, що окрім основних корисних копалин, якими є залізні руди, підземні технічні води, кварцити, сланці є балансові запаси супутньої корисної копалини, яка представлена германієм.

Глибина розповсюдження зони окислення на Гуляйпільському родовищі складає 120-150 м від поверхні. Балансові запаси залізистих кварцитів складають 1931 млн т з середнім вмістом загального заліза 26,2% і магнетитового - 16,4%. Варто зазначити, що загальна інформація щодо об'єму запасів руд германію на даному родовищі має обмежений доступ.

Вміст мінеральних компонентів в рудах Гуляйпільського родовища складає: Fe<sub>заг.</sub> - 25,29 %, Fe<sub>магн.</sub> - 16,98 %, присутні також інші породоутворюючі окисли: SiO<sub>2</sub> - 56,48%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,43 %, MgO - 2,11 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,042 %, SO<sub>3</sub> - 0,052 %. До того ж вивчена можливість супутнього вилучення германію при металургійній переробці магнетитових концентратів. У цьому випадку вміст германію в рудах родовища буде коливатися від 1,5 г/т до 13 г/т. В покладах родовища германій розповсюджений рівномірно, пов'язаний з магнетитом до 60% та з нерудними мінералами (біотит) - до 40%. Вміст його в магнетиті в середньому 10,6 г/т, в нерудних мінералах 4,62 г/т.

При аналізі технологічних рішень з освоєння Гуляйпільського родовища встановлено, що його експлуатація передбачається відкритим способом (кар'єрами). Враховуючи складні гідрогеологічні і інженерно-геологічні умови родовища, перед розкриттям буде проведено осушення. Також передбачається, що через 8-15 років на відстані 5-7 км від кар'єру рівень води у експлуатаційних свердловинах зменшиться на 50% і водозабезпечення населених пунктів, які розташовані у цьому радіусі, необхідно буде організувати за рахунок додаткового водопостачання.

#### **Висновки.**

1. Виконаний аналіз вмісту критичних мінералів у залізорудних родовищах дозволив встановити наявність магнію, титану, германію та інших.

2. Найбільший вміст з критичних мінералів у залізорудних родовищах має германій, який розвіданий у Криворізько-Кременчуцької зоні. У відповідності до конкретної ділянки родовища його вміст може складати від 4 до 40 г/т.

3. Виконано аналіз найбільш перспективного Гуляйпільського родовища залізних руд, в якому супутньою сировиною є германій (середній вміст 6,7 г/т).

4. Відповідно до визначених параметрів залягання Гуляйпільського родовища, розробка передбачена відкритим способом з подальшим вилученням цінних мінералів на збагачувальній фабриці

#### Перелік посилань

1. Собко, Б. Ю.; Ложніков, О. В.; Гойчук, М. В. Ресурсозабезпечення України критичною сировиною у розрізі світових тенденцій розвитку галузі виробництва електромобілів. 2022. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/70.007>

2. Рудько, Г. І.; Бала, Г. Р. Критична мінеральна сировина та її перспективи в Україні. *Мінеральні ресурси України*, 2021, 2: 3-14. <https://orcid.org/0000-0001-7752-4310>

3. Михайленко, О. Г.; Краснікова, Н. А. Конкурентоспроможність України на світовому ринку мінеральної продукції. *Економіка та держава*, 2021, 7: 71-82. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.7.71>

4. Кошарна, С.К. Геолого-економічна оцінка залізорудних родовищ Криворізького басейну на етапі інтенсивного використання і виснаження запасів.—Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук за спеціальністю 04.00. 19— економічна геологія. К.: КНУ ім. Тараса Шевченка.—2019.—23 с, 2019.

5. Довгий, С. О., et al. Геологічна будова та сучасні геолого-економічні й екологічні умови видобутку і переробки залізних руд Криворізько-Кременчуцької зони. *С. О Довгий, ММ Коржнев (наук. ред.), ОМ Трофимчук та ін.*

6. Белоусова, Олена Станіславівна. Стан та перспективи розвитку залізорудної промисловості України. *Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. Сер.: Економіка і менеджмент*, 2012, 2: 157-164.

7. Улицький, О. А., et al. Оцінка потенційного впливу промислового видобутку залістих кварцитів Гуляйпільського родовища на довкілля. *Гірнична геологія та геоecологія*, 2021, 2 (3): 43-64. [https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.2\(3\).261991](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2021.2(3).261991)

8. Просандєєв, М. І. (2010). Забезпеченість запасами руд чорних металів гірничих підприємств України та проблеми їх експлуатації. *Екологія і природокористування*.