

**ВПЛИВ ВИВІТРЮВАННЯ НА ВМІСТ ШКІДЛИВИХ ХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ ВІДВАЛІВ ПІВДЕННОГО ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ (КРИВОРІЗЬКИЙ БАСЕЙН) ТА ПРИЛЯГАЮЧИХ ТЕРИТОРІЙ**

*Євтехов В.Д.<sup>1</sup>, Ришкович О.І.<sup>2</sup>, Демченко О.С.<sup>1</sup>, Прилепа Д.М.<sup>1</sup>, Євтехов В.Є.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Криворізький національний університет, Кривий Ріг, e-mail: [evtekhov@gmail.com](mailto:evtekhov@gmail.com), [o.s.demchenko121@gmail.com](mailto:o.s.demchenko121@gmail.com), [prilepa.dm@gmail.com](mailto:prilepa.dm@gmail.com), [vladimir.evtekhov@gmail.com](mailto:vladimir.evtekhov@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Південний гірничозбагачувальний комбінат, Кривий Ріг*

*In the process of extracting magnetite quartzites, the overburden rocks are stored separately, and in the dumps, masses of hematite quartzites and nonmetallic rocks are formed. The influence of weathering on the dissolution, migration, deposition of 35 impurity chemical elements was studied. The results of studying the rocks of the dumps, adjacent soils, surface waters, plants showed that the content of most elements does not exceed the values of clarkes and, accordingly, their maximum permissible concentrations in loose rocks and soils.*

**INFLUENCE OF WEATHERING ON THE CONTENT OF HARMFUL CHEMICAL COMPONENTS IN ROCKS OF DUMPS OF SOUTHERN MINING AND PROCESSING PLANT (KRYVYI RIH BASIN) AND ADJACENT AREAS**

*Evtekhov V.D., Ryzhkovych O.I., Demchenko O.S., Prylepa D.M., Evtekhov V.E.*

Сировинною базою Південного гірничозбагачувального комбінату (ПдГЗКу) є Скелюватське родовище (*Белевцев та ін., 1992*), в кар'єрі якого видобувають бідні залізні руди (магнетитові кварцити) як вихідну сировину для виробництва залізрудного (магнетитового) концентрату. Продуктивна товща родовища – четвертий залістий горизонт саксаганської світи. Супутньо з надр вилучаються розкривні гірські породи: рихлі (глина, суглинок, пісок), низькозалісті кристалічні (різного складу сланці, мономінеральні, силікатні та некондиційні магнетит-силікатні кварцити першого, другого, третього, четвертого, п'ятого та шостого сланцевих і першого, другого, третього залістих горизонтів), а також гематитові кварцити – продукт вивітрювання магнетитових кварцитів четвертого, п'ятого та шостого залістих горизонтів.

Розкривні породи складуються, головним чином, у Лівобережних відвалах: у його західній частині – сланці, безрудні та малорудні магнетит-силікатні кварцити; в східній – гематитові кварцити. Останні досліджуються як перспективна вихідна сировина для виробництва залізрудного (гематитового) концентрату.

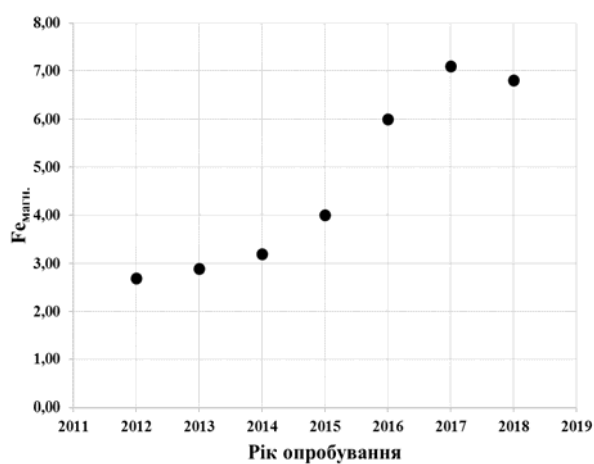
В процесі зберігання розкривних порід відбувається гіпергенне розкладання мінералів, нестійких до дії факторів вивітрювання. Хімічно активні компоненти ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) виносяться метеорними водами з відвалів, надходять до ріки Інгулець або концентруються в підземних, поверхневих водах, ґрунтах, рослинах (*Гольдберг, Газда, 1984; Яковлев, 2015; Коржнев, Кошарна, 2016*). Рівень вивченості розчинності, міграційної здатності, особливостей осадження та концентрації, масштаби нагромадження цих іонів, а також іонів важких металів, інших шкідливих речовин недостатні. Зростання уваги до екологічних наслідків гірничодобувних робіт у Кривбасі обумовлює **актуальність** виконаних досліджень.

**Метою** роботи було визначення показників вмісту шкідливих та інших хімічних компонентів у складі матеріалу відвалів та вод, ґрунтів, рослин прилеглих ділянок;

встановлення закономірностей розчинення, міграції та осадження хімічних компонентів з метеорних розчинів.

**Вихідним** був матеріал відібраних авторами 150 мінералогічних, 30 гідрохімічних, 40 педологічних проб та 6 проб фітомаси. Враховувались дані з літературних та фондових джерел. Були використані апробовані геологічні, петрографічні, мінералогічні, геохімічні **методи досліджень**.

**Результати роботи.** Особливості будови Лівобережних відвалів, варіативність петрографічного, мінерального, хімічного складу нагромадженого матеріалу обумовлені проявом двох основних чинників: геологічного та технологічного. Дія геологічного фактору обумовлена зміною мінерального складу порід від початку розробки родовища до поточного часу. На початкових стадіях експлуатації родовища були розкриті, головним чином, найбільш вивітрені – гетит-вмісні – різновиди гематитових кварцитів і сланців. Зі збільшенням глибини відпрацювання родовища – роль їх у складі матеріалу поступово зменшувалась, але зростала роль мартитових різновидів залістистих кварцитів (східна частина відвалів) і невивітраних різновидів сланців (західна частина). З досягненням глибини кар'єру понад 200 м у складі гематитової сировини дедалі помітнішу роль відігравали гематитові кварцити з домішкою реліктового магнетиту. На рис. 1 показано зростання вмісту магнетиту ( $Fe_{\text{магн.}}$ ) протягом останніх років.

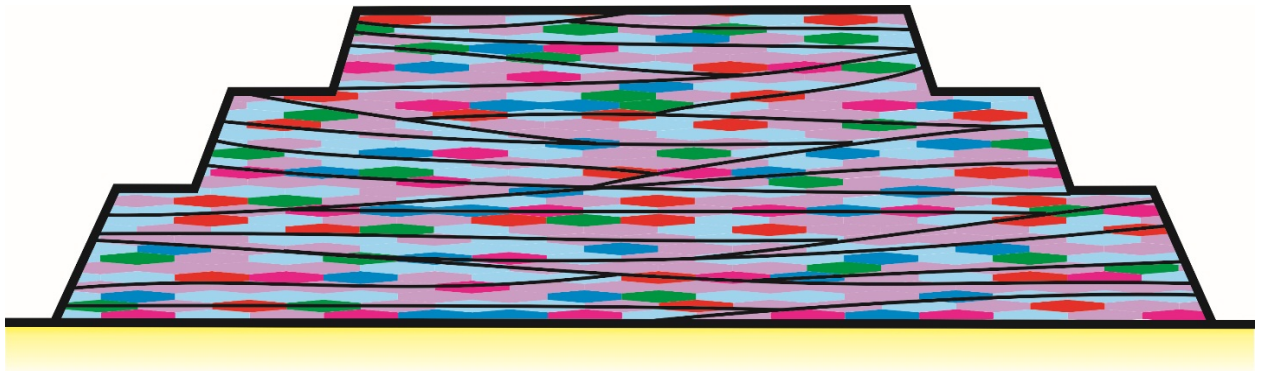


*Рисунок 1. Зміна вмісту заліза, яке входить до складу магнетиту, в породах східної частини Лівобережних відвалів*

Оскільки гіпергенні зміни порід сланцевих горизонтів проявлені значно слабкіше в порівнянні із залістистими кварцитами, вивітрені сланці, силікатні та магнетит-силікатні кварцити, заскладовані в західній частині Лівобережних відвалів, поховані під потужною товщею невивітраних різновидів цих порід.

Таким чином, роль геологічного фактору полягала в поступовій зміні складу накопичуваного матеріалу з переходом до все більш глибоких зон кори вивітрювання залістистих і сланцевих горизонтів.

Вплив технологічного фактору реалізується через особливості технології складування гематитових кварцитів і сланців. В процесі буровибухових, навантажувально-розвантажувальних робіт відбувається усереднення мінерального матеріалу. В результаті в розрізах Лівобережних відвалів практично неможливо виділити однорідні в мінералогічному відношенні тіла гематитових кварцитів і сланців. На рис. 2 показана будова покладу гематитових кварцитів східної частини Лівобережних відвалів.



*Рисунок 2. Схематичний розріз Лівобережних відвалів. Різними кольорами показані різні за складом гематитові кварцити*

Через високий ступінь усереднення матеріалу Лівобережних відвалів їх можна розглядати як відносно однорідне в петрографічному, мінералогічному, геохімічному відношеннях техногенне геологічне тіло – однорідне за особливостями впливу на довкілля.

Результати досліджень засвідчили наступне.

Визначався вміст в гематитових кварцитах і сланцях 35 рідкісних і розсіяних хімічних елементів. Вміст ідентифікованих хімічних елементів коливається в наступних межах ( $n \cdot 10^{-3}$  мас.%): V – 0,1-15; Ge 0,2-1,0; Co – 0,1-1,0; Mn 10-100; Cu – 0,3-2,0; Mo – 0,10-0,15; Ni – 0,3-5,0; Sn – 0,05-0,15; Pb – 0,05-0,1; Ti – 5,0-200; P – 70-100; Cr – 7-70; Zn – 2-7; Zr – 5-15; Li – 3; Ag –  $3-5 \cdot 10^{-6}$  мас.%. Ці показники в 10-100 разів нижчі від гранично допустимих значень їх вмісту в кристалічних породах.

Аналіз наведених даних свідчить про прояв двох закономірностей: 1) кількість сидерофільних елементів (V, Co, Mn, Ni, Ti, Cr) та Ge максимальна для порід із загальним вмістом заліза близько 20 мас.%, які характерні для зон контакту сланцевих і залізистих горизонтів; зі зменшенням (перехід до сланцевих горизонтів) та зростанням (до залізистих горизонтів) вмісту заліза кількість цих елементів помітно зменшується; 2) залежність між вмістом халькофільних (Cu, Mo, Sn, Ag, Pb, Zn), літофільних (P, Zr) елементів і заліза односпрямована: зі зростанням кількості  $Fe_{\text{зар}}$  вміст цих елементів зменшується, що свідчить про переважне входження халькофілів і літофілів до глинистої складової первинних осадків.

Кількість домішкових елементів у складі ґрунтів визначається їх вмістом у складі ґрунтової матриці та перевідкладенням з розчинів, винесених із масивів заскладованих залізистих кварцитів і сланців. У відповідності з отриманими даними, вміст як сидерофілів (V, Co, Mn, Ni, Cr, Ti), так і халькофілів (Bi, Cu, Mo, Sn, Pb, Zn) і літофілів (Nb, Y, Yb, La, Zr, Li) характеризується зворотним зв'язком із загальним вмістом заліза в складі ґрунтів. Для незначної кількості домішкових елементів (Ag, P, Ge) зв'язок із загальним вмістом заліза в складі ґрунтів відсутній. Порівняльні дослідження засвідчили, що більш високий вміст домішкових елементів характерний для ґрунтів з ділянок, прилягаючих до масиву заскладованих сланців. Кларки концентрації більшості елементів у матеріалі ґрунтів як східного, так і західного обрамлення відвалів менше 1,0; винятком є Ge, Cr (ґрунти вздовж східної частини відвалів) та V, Ge, Mo, Sn, Pb, Cr, Zn, Zr (вздовж західної частини). Всі значення вмісту рідкісних і розсіяних елементів значно (в 10-100 разів) нижчі від гранично допустимих значень їх вмісту в рихлих гірських породах та ґрунтах.

Досліджувалась вода джерел з-під масиву відвалів. Їх вода є метеорною, її геохімічне навантаження обумовлене винесенням хімічних елементів з гематитових кварцитів і сланців. За отриманими даними, вода з масиву сланців характеризується більш високим вмістом лужних земель (Ca, Mg), більш високими показниками загальної жорсткості та вмісту аніонів ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) у порівнянні з водою з масиву

гематитових кварцитів. Вміст вільної CO<sub>2</sub> у воді з-під сланцевого масиву помітно нижчий у порівнянні з аналогічним показником води з-під масиву гематитових кварцитів. рН води з масиву сланців нижчий у порівнянні з рН води з масиву гематитових кварцитів, що пов'язане з підкисленням води сульфат-іоном – продуктом гіпергенного розкладання сульфідів (піриту, піротину), вміст яких у сланцях більш високий у порівнянні з залізистими кварцитами.

Вміст хімічних компонентів у складі золи рослин в 4-7 разів нижчий відповідного показника ґрунтів, на яких вони виростили. Вміст досліджених хімічних елементів у складі трав'янистої рослинності, зібраної біля східної та західної частин відвалів близький, відповідає середнім показникам рослинності Криворізького басейну.

Результати літо-, гідро-, педо- та фітохімічних аналізів свідчать, що вміст більшості досліджених елементів-домішок в складі гірських порід відвалів, ґрунтів, води та рослин значно нижчий від кларкових значень, а також, як наслідок, значень їх гранично допустимих концентрацій.

#### **Список використаних джерел:**

- Белевцев Я.Н., Кравченко В.М., Кулик Д.А., Белевцев Р.Я., Борисенко В.Г., Дроздовская А.А., Епатко Ю.М., Занкевич Б.А., Калиниченко О.А., Коваль В.Б., Коржнев М.Н., Кушеев В.В., Лазуренко В.И., Литвинская М.А., Николаенко В.И., Пирогов Б.И., Прожогин Л.Г., Пиковский Е.Ш., Самсонов В.А., Скворцов В.В., Савченко Л.Т., Стебновская Ю.М., Терещенко С.И., Чайкин С.И., Ярошук М.А. [1992] Железисто-кремнистые формации докембрия еропейской части СССР. Железонакопление в докембрии.–Киев: Наукова думка,– 228 с.
- Гольдберг В.М., Газда С. [1984] Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, – 262 с.
- Коржнев М.М., Кошарна С.К. [2016] Концептуальні підходи щодо визначення асиміляційного потенціалу територій з врахуванням його складових для геологічного середовища // Екологічна безпека та природокористування. – Вип. 21 (№1-2). – С. 16–24.
- Яковлев Є.О. [2015] Асиміляційний потенціал геологічного середовища гірничодобувних регіонів України як провідний показник екологічних проблем надкористування // Мінеральні ресурси України – №4. – С. 37–43.

#### **АНАЛІЗ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ БЕРИЛІУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ K<sub>5</sub> ШАХТИ «КАПІТАЛЬНА» ЧЕРВОНОАРМІЙСЬКОГО ГЕОЛОГО- ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**

***Козій Є.С., Ішков В.В.***

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро,  
e-mail: [kozyi.es@gmail.com](mailto:kozyi.es@gmail.com), [ishwishw37@gmail.com](mailto:ishwishw37@gmail.com)*

*The authors have investigated the spatial distribution of beryllium in the k<sub>5</sub> coal seam and established areal variations of its concentrations in the minefield. It was found that with the increase of mineral impurities in the coal seams the concentration of beryllium decreases, thus the concentrator of this element is the organic component of coal. The constructed maps are a factual basis for long-term forecasting of beryllium concentrations in the extracted rock mass. The calculated regression equations between the beryllium content and the technological parameters of coal will allow predicting its concentration in the coal*