

## МІНЕРАЛОГІЯ. ПЕТРОГРАФІЯ. ГЕОХІМІЯ

doi.org/10.31721/2306-5443-2019-41-1-5-12

УДК 553.31 (477.63)

Шепелюк М.О., Євтехов В.Д., Демченко О.С., Прилепа Д.М.,  
Паровенко О.І., Рижкович О.І.

### ВАРІАТИВНІСТЬ ВМІСТУ ЗАЛІЗА В СКЛАДІ ГЕМАТИТОВИХ КВАРЦИТІВ ЛІВОБЕРЕЖНИХ ВІДВАЛІВ ПІВДЕННОГО ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ (КРИВОРІЗЬКИЙ БАСЕЙН)

*Представлені результати узагальнення та аналізу даних про мінеральний, хімічний склад гематитових кварцитів Скельватського родовища, нагромаджених у Лівобережних відвалах Південного гірничозбагачувального комбінату. Показано, що за результатами понад 300 скорочених фазових аналізів гематитових кварцитів, показники загального вмісту заліза ( $Fe_{заг.}$ ) та вмісту заліза, яке входить до складу магнетиту ( $Fe_{магн.}$ ), в накопиченій рудній масі з часом поступово зростають. Охарактеризований прояв двох головних чинників, які обумовлюють закономірну зміну мінерального, хімічного складу нагромадженої гематитової сировини: 1) геологічного; 2) технологічного.*

**Актуальність роботи.** Головною корисною копалиною Скельватського родовища, яке розробляється Південним гірничозбагачувальним комбінатом (ПдГЗКом), є магнетитові кварцити – вихідна сировина для виробництва залізорудного (магнетитового) концентрату. Продуктивна товща родовища – четвертий залізистий горизонт саксаганської світи.

В процесі видобутку з надр вилучаються, транспортуються та складуються у відвалах розкриті гірські породи: рихлі (глина, суглинок, пісок, мергель, вапняк), скельні (різного складу сланці, мономінеральні та силікатні кварцити), а також гематитові кварцити, які є продуктом вивітрювання магнетитових квар-

цитів четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів саксаганської світи.

Гематитові кварцити протягом 60-80 рр. ХХ ст. досліджувались як вихідна сировина Криворізького гірничозбагачувального комбінату окиснених руд (КГЗКОРу) для виробництва залізорудного (гематитового) концентрату. В зв'язку з цим, починаючи з 1986 р., вони окремо від нерудних розкритих гірських порід складуються в Лівобережних і Правобережних відвалах (рис. 1). Назви відвалів походять від положення по відношенню до ріки Інгулець. До поточного часу накопичено понад 500 млн. т. гематитових кварцитів із середнім вмістом заліза 36,85 мас.%. Оцінка можливості їх використання вимагає додаткового вивчення. В

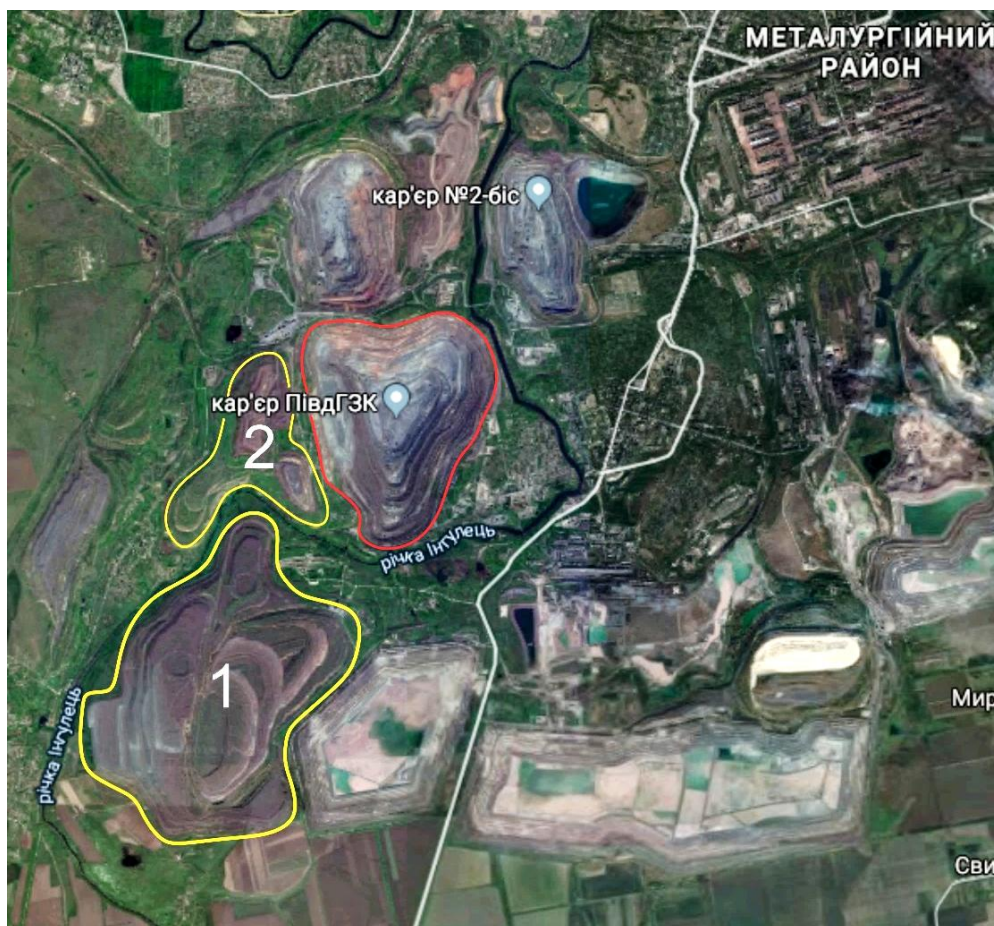
якості першочергового об'єкту досліджень автори обрали Лівобережні відвали, в яких заскладовано понад 300 млн. т. гематитової сировини.

**Мета роботи** – визначення варіативності загального вмісту заліза ( $Fe_{\text{заг}}$ ) і вмісту заліза, яке входить до складу магнетиту ( $Fe_{\text{магн.}}$ ), в

масиві гематитових кварцитів, накопичених у Лівобережних відвалах.

**Об'єкт дослідження** – техногенний поклад гематитових кварцитів східної частини Лівобережних відвалів.

**Предмет дослідження** – хімічний склад гематитових кварцитів.



*Рис. 1. Оглядова карта району Склеватського родовища та Лівобережних (1) і Правобережних (2) відвалів (виділено жовтим).*

*Червоним позначені контури кар'єру Південного ГЗКу.*

**Вихідний матеріал і методика роботи.** Лівобережний відвал складається з двох частин. У західній складуються нерудні розкривні породи – сланці, мономінеральні та силікатні кварцити, осадові породи кайнозойського чохла родовища. Гематитові кварцити нагромаджуються в східній частині відвалів.

Автори проаналізували результати скорочених фазових аналізів матеріалу понад 300 проб гематитових кварцитів четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів, які протягом 2012-18 рр. складувались і продовжують нагромаджуватись у Лівобережних відвалах. Результати хімічних аналізів були одержані в фондах ПдГЗКу та Криворізького на-

ціонального університету. Для матеріалу кожної проби визначався загальний вміст заліза та вміст заліза в складі магнетиту. В процесі створення банку вихідних даних, їх обробки та аналізу використовувались апробовані статистичні комп'ютерні програми.

**Результати досліджень.** В процесі роботи автори дійшли висновку, що особливості будови техногенного покладу гематитових кварцитів Лівобережних відвалів, закономірності зміни їх мінерального, хімічного складу обумовлені проявом двох основних чинників: 1) геологічного; 2) технологічного.

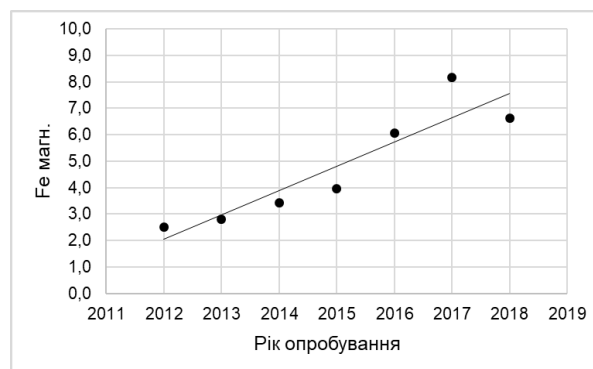
**Вплив геологічного фактору** обумовлений зміною мінерального складу накопичених гематитових кварцитів від перших років експлуатації родовища дотепер. Причина варіативності складу матеріалу відвалів полягає в тому, що на початкових стадіях проведення експлуатаційних робіт у контурах видобутку руд знаходились, головним чином, найбільш вивітрені – гетит-вмісні – різновиди гематитових кварцитів. Зі збільшенням глибини відпрацювання родовища – кількість гетитизованих гематитових (залізнослюдко-мартитових, мартитових, дисперсногематит-мартитових, мартит-дисперсногематитових) кварцитів у складі матеріалу відвалів поступово зменшувалась, але зростала роль їх безгетитових різновидів. Після досягнення глибини кар'єру понад 200 м у складі гематитової сировини дедалі помітнішу роль почали відігравати гематитові кварцити, які містять реліктовий магнетит. Ці мінерало-

гічні закономірності підтверджують дані фазових аналізів: середній вміст  $Fe_{заг.}$  за цей період зріс від 36,1 до 37,2 мас.% через зменшення в складі гематитових кварцитів кількості відносно низькозалізного гетиту та зростання вмісту гематиту та магнетиту. Вміст  $Fe_{магн.}$  підвищився від 2,5 до понад 7 мас.%.

Формування складів гематитових кварцитів як сировинної бази КГЗКОРУ почалось уже після зняття рихлих порід кайнозойського чохла та сланців, безрудних кварцитів четвертого, п'ятого та шостого сланцевих горизонтів, а також гетитизованих гематитових кварцитів верхньої частини кори вивітрування четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів родовища. В зв'язку з цим гематитові кварцити з найбільш високим вмістом гетиту, які були накопичені в західній частині відвалів протягом перших років експлуатації родовища, в поточний час поховані під масою нерудних розкривних гірських порід. Отже, в новоутвореному складі гематитових кварцитів східної частини Лівобережних відвалів нагромаджені, переважно, низькогетитові й безгетитові гематитові кварцити. З просуванням від базальної частини відвалів до їх верхніх гіпсометричних рівнів, за даними геологічної служби ПдГЗКу та за результатами польових мінералогічних досліджень авторів цього повідомлення, спостерігається поступове зростання вмісту реліктового магнетиту в заскладованій гематитовій сировині.



а



б

**Рис. 2.** Зміни вмісту  $Fe_{заг.}$  та  $Fe_{магн.}$  у складі гематитових кварцитів, накопичених у Лівобережних відвалах протягом 2012-18 рр.

На діаграмах рис. 2, фігуративні точки відповідають середньорічним показникам вмісту  $Fe_{заг.}$  та  $Fe_{магн.}$ , отриманих за даними фазових аналізів досліджених проб. Їх положення підтверджує результат мінералогічних спостережень про закономірне зростання вмісту гематиту та магнетиту в складі накопиченої в Лівобережних відвалах рудної маси.

**Вплив технологічного фактору** реалізується через особливості складування гематитових кварцитів з використанням залізничного транспорту. Транспортування гематитових кварцитів із забоїв кар'єру у відвали здійснюється піввагонами. Навантаження проводиться

екскаватором з підірваної маси в забоях кар'єру. В зв'язку з великою довжиною залізничного потягу, до піввагонів завантажуються гематитові кварцити двох, трьох і більше мінеральних різновидів. Розвантаження піввагонів проводиться на майданчиках Лівобережних відвалів у підготовлені екскаваторами прямки, з яких екскаватори перевантажують рудний матеріал на схили майданчиків. Прямки при цьому звільняються для розвантаження піввагонів наступних потягів. Таким чином, формується строката будова складу гематитової сировини, показана на рис. 3.

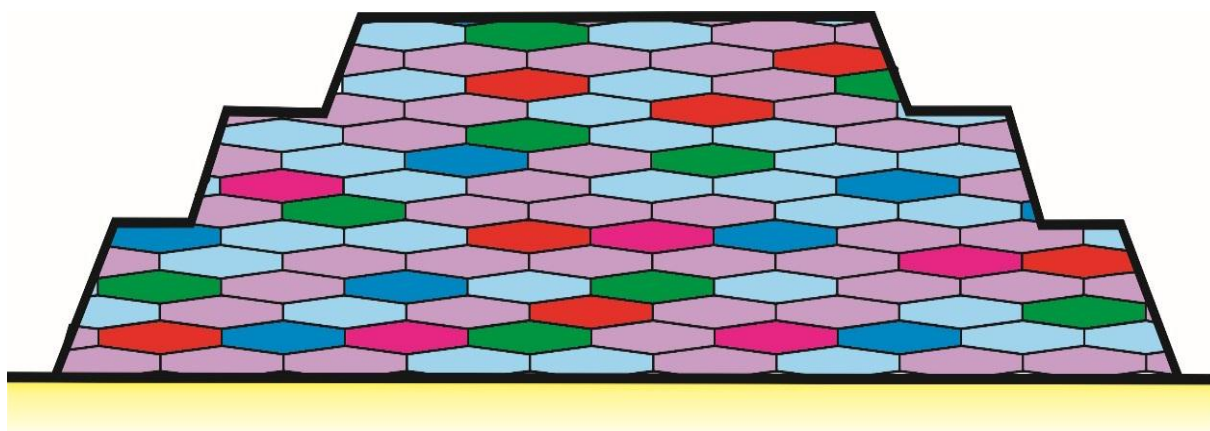


Рис. 3. Схема будови Лівобережних відвалів.

Особливості навантаження, транспортування і розвантаження гематитових кварцитів – причина, з одного боку, неоднорідності складу нагромадженої гематитової сировини, з другого боку, – часткового їх усереднення. Гетерогенність пов'язана з різним мінеральним складом гематитових кварцитів, навантажених у піввагони. В процесі розвантаження формуються лінзоподібні поклади різних за складом гематитових кварцитів, кожен з яких відповідає матеріалу певного піввагону. Перевантаження гематитових кварцитів за допомогою екскаватора з прямків на схили Лівобережних відвалів спричиняє часткове усереднення складу гематитової сировини. Прогнозовано, подальше усереднення рудного матеріалу буде відбуватись при його завантаженні та перевезенні на збагачувальну фабрику.

Результати вивчення мінерального та хімічного складу нагромадженої в Лівобережних відвалах гематитової сировини необхідно врахувати при розробці технологій завантажувально-розвантажувальних робіт, усереднення рудного матеріалу, який направляється на дробарню та збагачувальну фабрику, виробництва залізорудного (гематитового) концентрату.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И., Мельник Ю.П., Каляев Г.И., Фоменко В.Ю., Загоруйко Л.Г., Моляк Г.И., Половко Н.И., Довгань М.Н., Ладиева В.Д., Жуков Г.В., Епатко Ю.М., Щербаков Б.Д. Геология криворожских железорудных месторождений

// Киев: Изд. АН УССР, 1962.– Т. 1 – 484 с., т. 2 – 567 с.

2. **Гершойг Ю.Г.** О природе рудного минерала так называемых «красковых» руд в Криворожье // *Минералогический сборник Львовского геологического общества.*– 1951.– №5.– С. 187-192.

3. **Додатко О.Д., Дорфман Я.З.** Про кори вивітряння порід залізно-кремнистої формації Криворіжжя // *Доповіді АН УРСР. Серія Б.*– 1973.– №5.– С. 395-398.

4. **Каниболоцкий П.М.** Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна // *Черновцы: Изд. АН УССР, 1946.*– 312 с.

5. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И., Белевцев Р.Я., Возняк Д.К., Галабузда Ю.А., Галий С.А., Квасница В.Н., Кульчицкая А.А., Мельник Ю.П., Мельников В.С., Павлишин В.И., Пирогов Б.И., Туркевич Г.И.** Минералогия Криворожского бассейна // *Киев: Наукова думка, 1977.*– 544 с.

6. **Мартыненко Л.И., Попов Б. А., Татунь Г.Т., Зинцова Е.С., Сова Н. Г., Евтехов В.Д., Кондратьева Д.Н.** Основные закономерности формирования коры выветривания железистых пород Кривого Рога // *Геология рудных месторождений, 1971.*– № 5.– С. 87-97.

7. **Поваренных А.С.** К вопросу о природе гидроокислов железа в красковых рудах Криворожского бассейна / *Сборник научных трудов НИГРИ. Геология и горное дело* // Москва: *Металлургиздат, 1959.*– № 2.– С. 253-256.

8. **Смірнов О.Я., Євтехов В.Д., Євтехов Є.В.** Мінералогічна неоднорідність покладів гематитових кварцитів Криворізького басейну // *Вісник Дніпропетровського національного університету. Серія Геологія. Географія.*– 2012.– Вип. 14.– С. 22-27.

9. **Точилин М.С.** К проблеме мартитизации / *Проблемы геологии Карелии и Кольского полуострова* // *Мурманск, 1961.*– С. 131-145.

10. **Щербак Н.П., Белевцев Я.Н., Фоменко В.Ю., Ганоцкий В.И., Горьковец В.Я., Есипчук К.Е., Коржнев М.Н., Крестин Е.М., Пан А.М., Половко Н.И., Сиворонов А.А., Сиротин Р.И., Скаржинская Т.А., Струева О.М., Щеголев И.Н.** Железисто-кремнистые

формации докембрия европейской части СССР. *Стратиграфия* // *Киев: Наукова думка, 1988.*– 194 с.

11. **Юрк Ю.Ю.** Процеси мартитизації і утворення мартиту в породах і рудах Кривого Рогу / *Матеріали з мінералогії України. Труды Інституту геологічних наук УРСР* // *Київ: Вид. АН УРСР, 1960.*– Вип. 6.– С. 58-80.

## REFERENCES

1. **Belevtsev Ya.N., Tokhtuyev G.V., Strygin A.I., Melnik Yu.P., Kalyayev G.I., Fomenko V.Yu., Zagoruyko L.G., Molyavko G.I., Polovko N.I., Dovgan M.N., Ladiyeva V.D., Zhukov G.V., Epatko Yu.M., Shcherbakov B.D.** *Geology of Krivoy Rog iron ore deposits (in Russian)* // *Kiev: Publishing House of Academy of Sciences of the UkrSSR, 1962.*– Vol. 1 – 484 p., Vol. 2 – 567 p.

2. **Gershoig Yu.G.** Concerning the nature of ore mineral of the so-called “red dirt” ores in the Kryvorozhye (in Russian) // *Mineralogical Journal of the Lvov Geological Society.*– 1951.– No. 5.– P. 187-192.

3. **Dodatko O.D., Dorfman Ya.Z.** Concerning the crust of weathering of Kryvorizhya banded iron formation rocks (in Ukrainian) // *Reports of the Academy of Sciences of the UkrSSR. Series B.*– 1973.– №5.– P. 395-398.

4. **Kanibolotskiy P.M.** Petrogenesis of rocks and ores of the Krivoy Rog iron ore basin (in Russian) // *Chernovtsy: Publishing House of Academy of Sciences of the UkrSSR, 1946.*– 312 p.

5. **Lazarenko E.K., Gershoig Yu.G., Buchinskaya N.I., Belevtsev R.Ya., Voznyak D.K., Galaburda Yu.A., Galiy S.A., Kvasnitsa V.N., Kulchitskaya A.A., Melnik Yu.P., Melnikov V.S., Pavlishin V.I., Pirogov B.I., Turkevich G.I.** *Mineralogy of the Krivoy Rog basin (in Russian)* // *Kiev: Naukova Dumka, 1977.*– 544 p.

6. **Martynenko L.I., Popov B.A., Tatun G.T., Zintsova E.S., Sova N.G., Evtekhov V.D., Kondratyeva D.N.** Basic regularities of the crust of weathering formation of Krivoy Rog ferruginous rocks (in Russian) // *Geology of Ore Deposits (Moscow), 1971.*– №5.– P. 87-97.

7. **Povarennykh A.S.** Concerning the nature of iron hydroxides of Krivoy Rog basin “red dirt”



ores (in Russian) / Collection of scientific works of Scientific Researches Mining Institution. Geology and Mining // Moscow: Metallurgizdat, 1959.– No. 2.– P. 253-256.

8. **Smirnov O.Ya., Evtekhov V.D., Evtekhov E.V.** Mineralogical heterogeneity of deposits of hematite quartzites in the Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) // Bulletin of the Dnipropetrovsk National University. Series Geology. Geography.– 2012.– Is. 14.– P. 22-27.

9. **Tochilin M.S.** Concerning the martitization issue (in Russian) / Issues of the geology of the Karelia and the Kola peninsula // Murmansk, 1961.– P. 131-145.

10. **Shcherbak N.P., Belevtsev Ya.N., Fomenko V.Yu., Ganotskyi V.I., Gorkovets**

**V.Ya., Esipchuk K.E., Korzhnev M.N., Krestin E.M., Pap A.M., Polovko N.I., Sivoronov A.A., Siroshstan R.I., Skarzhinskaya T.A., Struyeva O.M., Shchegolev I.N.** Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. Stratigraphy (in Russian) // Kyiv: Naukova Dumka, 1988.– 194 p.

11. **Yurk Yu.Yu.** Processes of martitization and of martite formation in rocks and ores of Kryvyi Rih (in Ukrainian) / Materials on mineralogy of Ukraine. Proceedings of the Institute of Geological Sciences of the UkrSSR // Kiev: Publishing House of Academy of Sciences of the UkrSSR, 1960.– Is. 6.– P. 58-80.

**ШЕПЕЛЮК М.О., ЄВТЕХОВ В.Д., ДЕМЧЕНКО О.С., ПРИЛЕПА Д.М., ПАРОВЕНКО О.І, РИЖКОВИЧ О.І.** Варіативність вмісту заліза в складі гематитових кварцитів Лівобережних відвалів Південного гірничозбагачувального комбінату (Криворізький басейн).

**Резюме.** В процесі видобутку магнетитових кварцитів Склеюватського родовища, яке розробляється Південним гірничозбагачувальним комбінатом, з надр вилучаються нерудні розкривні породи та гематитові кварцити – продукт вивітрювання магнетитових кварцитів, головним чином, четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів саксаганської світи. Гематитові кварцити, які в поточний час вивчаються як сировина для виробництва залізорудного (гематитового) концентрату, складаються в Лівобережних і Правобережних відвалах окремо від нерудних розкривних гірських порід.

Для оцінки якості нагромадженої гематитової сировини автори вивчили варіативність показників загального вмісту заліза ( $Fe_{заг.}$ ) і вмісту заліза, яке входить до складу магнетиту ( $Fe_{магн.}$ ) в техногенному покладі Лівобережних відвалів, обраному в якості пріоритетного об'єкту. В ньому нагромаджено близько 300 млн. т. гематитової сировини. Був зроблений висновок, що особливості будови покладу, закономірності зміни мінерального, хімічного складу накопичених гематитових кварцитів обумовлені проявом двох основних чинників: 1) геологічного; 2) технологічного.

Протягом складування рудного матеріалу від перших років експлуатації родовища дотепер відбувалась поступова закономірна зміна мінерального складу гематитових кварцитів. На початку експлуатації родовища вони були представлені інтенсивно гетитизованими різновидами. Зі зростанням глибини гірничих робіт їх кількість поступово зменшувалась на користь безгетитових гематитових (залізнослюдко-мартитових, мартитових, дисперсногематит-мартитових, мартит-дисперсногематитових) кварцитів. Починаючи з глибини кар'єру 200 м, у складі гематитових кварцитів почав помітно зростати вміст реліктового магнетиту. За період 2012-18 рр. середній вміст  $Fe_{заг.}$  у складі видобутої й заскладованої гематитової сировини зріс від 36,1 до 37,2 мас.% через зменшення в складі гематитових кварцитів кількості відносно низькозалізистого гетиту та зростання вмісту гематиту й магнетиту. Вміст  $Fe_{магн.}$  протягом цього часу підвищився від 2,5 до понад 7 мас.%.

*Навантажувально-розвантажувальні роботи, переміщення матеріалу по поверхні відвалу, його складування супроводжуються частковим усередненням гематитової сировини. Але рівень його недостатній, тому для забезпечення стабільної роботи проектованої збагачувальної фабрики слід передбачити заходи з оптимального усереднення вихідного матеріалу, який направляється на рудопідготовку.*

**Ключові слова:** залізо-кремніста формація, Криворізький басейн, гематитові кварцити, мінеральний склад руд, хімічний склад руд.

**ШЕПЕЛЮК М.А., ЄВТЕХОВ В.Д., ДЕМЧЕНКО О.С., ПРИЛЕПА Д.Н., ПАРОВЕНКО Е.И, РЫЖКОВИЧ А.И. Вариативность содержания железа в составе гематитовых кварцитов Левобережных отвалов Южного горнообогатительного комбината (Криворожский бассейн).**

*Резюме. В процессе добычи магнетитовых кварцитов Скелеватского месторождения, которое разрабатывается Южным горнообогатительным комбинатом, из недр извлекаются нерудные вскрышные породы и гематитовые кварциты – продукт выветривания магнетитовых кварцитов, главным образом, четвертого, пятого и шестого железистых горизонтов саксаганской свиты. Гематитовые кварциты, которые в настоящее время изучаются как сырье для производства железорудного (гематитового) концентрата, складировались в Левобережных и Правобережных отвалах отдельно от нерудных вскрышных горных пород.*

*Для оценки качества накопленного гематитового сырья авторы изучили вариативность показателей общего содержания железа ( $Fe_{общ.}$ ) и содержания железа, которое входит в состав магнетита ( $Fe_{магн.}$ ) в техногенной залежи Левобережных отвалов, выбранной в качестве приоритетного объекта. В ней накоплено около 300 млн. т. гематитового сырья. Был сделан вывод, что особенности строения залежи, закономерности изменения минерального, химического состава накопленных гематитовых кварцитов обусловлены проявлением двух главных факторов: 1) временного; 2) технологического.*

*На протяжении складирования рудного материала от первых лет эксплуатации месторождения до настоящего времени происходила постепенная закономерная смена минерального состава гематитовых кварцитов. В начале эксплуатации месторождения они были представлены интенсивно гетитизованными разновидностями. С увеличением глубины горных работ их количество постепенно уменьшалось в пользу безгетитовых гематитовых (железослюдко-мартитовых, мартитовых, дисперсногематит-мартитовых, мартит-дисперсногематитовых) кварцитов. Начиная с глубины карьера 200 м, в составе гематитовых кварцитов начало заметно расти содержание реликтового магнетита. За период 2012-18 гг. среднее содержание  $Fe_{общ.}$  в составе добытого и заскладированного гематитового сырья выросло с 36,1 до 37,2 масс.% вследствие уменьшения в составе гематитовых кварцитов количества относительно низкожелезистого гетита и роста содержания гематита и магнетита. Содержание  $Fe_{магн.}$  на протяжении этого времени выросло с 2,5 до более 7 масс.%.*

*Погрузочно-разгрузочные работы, перемещение материала по поверхности отвала, его складирование сопровождается частичным усреднением гематитового сырья. Но уровень его недостаточный, поэтому для обеспечения стабильной работы проектируемой обогатительной фабрики следует предусмотреть меры по оптимальному усреднению исходного материала, направляемого на рудоподготовку.*

**Ключевые слова:** железисто-кремнистая формація, Криворожский бассейн, гематитовые кварциты, минеральный состав руд, химический состав руд.

**SHEPELIUK M.O., EVTEKHOV V.D., DEMCHENKO O.S., PRYLEPA D.M., PAROVENKO O.I., RYZHKOVYCH O.I. Iron content variability in hematite quartzites of the Left Bank dumps of the Southern Mining and Processing Works (Kryvyi Rih basin).**

*Summary.* In the course of magnetite quartzites winning from the Skelyuvatske deposit, which is being developed by the Southern Mining and Processing Works (UGOK), nonmetallic overburden rocks and hematite quartzites, the product of weathering of magnetite quartzites of the fourth, fifth, and sixth ferruginous horizons of the Saksagan suite, are extracted from the subsoil. Hematite quartzites, which are currently being studied as raw material for producing iron ore (hematite) concentrate, are stockpiled on the Left Bank and Right Bank dumps separately from the non-metallic overburden rocks.

To evaluate the quality of the accumulated hematite raw material, the authors studied the variability of the indicators of total iron content ( $Fe_{tot.}$ ) and the content of iron, which is a part of magnetite ( $Fe_{magn.}$ ) in the technogenic deposit of Left bank dumps, which were selected as a priority object. They have accumulated about 300 million tonnes of hematite raw materials. It was concluded that the features of the structure of the deposit, the regularities of changes in the mineral, chemical composition of the accumulated hematite quartzites are due to the manifestation of two main factors: 1) a geological factor; 2) a technological one.

Over the period of the stockpiling of ore material starting from the first years of the deposit exploitation to the present time there has been a gradual regular change in the mineral composition of hematite quartzites. In the initial stages of the deposit exploitation, they were represented by intensely goethitized varieties. With the increase of the depth of mining, their number gradually decreased in favor of hematite quartzites that do not contain goethite (micaceous hematite-martite, martite, dispersed hematite-martite, martite-dispersed hematite). After reaching a pit depth of more than 200 m, there was a substantial growth of the content of relict magnetite in hematite quartzites. During the period from 2012 to 2018 the average  $Fe_{tot.}$  content in extracted and stockpiled hematite raw materials increased from 36.1 to 37.2 mass.% due to the decrease of the amount of relatively low-ferrous goethite and the increase of hematite and magnetite content in hematite quartzites. The content of  $Fe_{magn.}$  increased from 2.5 to more than 7 mass.% during this period.

Handling operations, material recasting on the surface of the dump, its stockpiling result in partial blending of hematite raw materials. Its degree being insufficient, some measures should be provided to optimize the blending of the initial material that is sent for ore preparation to ensure the stable operation of the designed beneficiation plant.

**Keywords:** banded iron formation, Kryvyi Rih basin, hematite quartzites, mineral composition of ores, chemical composition of ores.

*Надійшла до редакції 30 листопада 2018 р.  
Представив до публікації професор Б.І.Пирогов.*