

УДК 549 : 550.4 : 553.31 (477.63)

Д. Прилепа, асп.,
E-mail: prilepa.dm@gmail.com,
В. Євтехов, д-р геол.-мінералог. наук, проф.,
E-mail: evtekhov@gmail.com,
Е. Часова, канд. хім. наук, доц.,
E-mail: ella.chasova@yandex.ru,
Криворізький національний університет
вул. Пушкіна, 37, м. Кривий Ріг, 50002, Україна

ГЕОХІМІЧНИЙ ФАКТОР ЛОКАЛІЗАЦІЇ МАРШАЛІТІВ КОРИ ВИВІТРЮВАННЯ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О. В. Митрохиним)

Маршаліти мають значне поширення в корі вивітрювання залізорудної товщі Криворізького басейну: їх кількість локально досягає 20% від загального об'єму гематитових кварцитів – продуктів вивітрювання первинних магнетитових кварцитів. Необхідність всебічного дослідження маршалітів обумовлена оцінкою гіпергенно змінених залізистих кварцитів як перспективної сировини для виробництва залізорудного (гематитового) концентрату.

Геологічні спостереження були проведені авторами в межах Південного залізорудного району Кривбасу (Скелюватське та Валявкинське родовища), де розташовані найбільші поклади гематитових кварцитів із загальними запасами понад 2 млрд т. Вони розташовані в четвертому, п'ятому та шостому залізистих горизонтах саксаганської світи.

Понад 90% тіл маршалітизованих гематитових кварцитів приурочені до верхньої частини кори вивітрювання залізистих кварцитів – від поверхні вивітрювання залізисто-кременистої формації на глибину до 100 м. Вздовж розломів, шарнірних частин синклінальних складок та інших тектонічних порушень спостерігається утворення малопотужних (до 20–30 м) лінійних зон маршалітизації на глибину до 200 м.

До головних факторів локалізації маршалітів, крім стратиграфічного та тектонічного, відноситься геохімічний. Гематитомісні маршаліти утворювались внаслідок часткового розчинення кварцу та винесення кремнезему під впливом лужних гіпергенних розчинів. Підвищеної лужності метеорні води набували після проникнення крізь кальцит- і доломітмісні осадові породи кайнозойського чохла, який перекиває товщу залізисто-кременистої формації. Дослідження рН розчинів показали, що він змінюється від 6–6,5 для дощової води до 9–9,5 на межі осадового чохла та вивітрених залізистих кварцитів. Нижче розташована зона маршалітизації, в розрізі якої спостерігається зменшення рН до 7–7,5 на глибині 70–100 м. З насичених кремнеземом гіпергенних розчинів відбувається осадження SiO₂ у пористих гематитових кварцитах нижче зони маршалітизації з утворенням гіпергенних вторинних кварцитів, глибина верхньої межі поширення яких коливається від 70–100 до 100–150 м, рахуючи від поверхні вивітрювання залізорудної товщі.

Ключові слова: залізисто-кремениста формація, Криворізький басейн, кора вивітрювання, гематитові кварцити, маршаліти.

Вступ. Залізорудні родовища Криворізького басейну розробляються з 1881 р. За час, що минув, змінювались промислові види руд, які видобувались. Від початку експлуатації родовищ до 50-х років ХХ ст. це були багаті (загальний вміст заліза понад 46 мас.%) бурозалізнякові (мартит-гетитові), гематитові (залізностюдокомартитові, мартитові, дисперсногематит-мартитові, дисперсногематитові) та магнетитові руди [1]. На початку ХХ ст. було вичерпано поклади бурозалізнякових багатих руд, наприкінці ХХ ст. – багатих магнетитових руд. Нині продовжується видобуток підземним способом (шахтами) багатих гематитових руд. З 1955 р. розпочався видобуток бідних магнетитових руд (магнетитових кварцитів) – вихідної сировини гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗКів) для виробництва залізорудного концентрату. В теперішній час магнетитові кварцити є провідним за об'ємом видобутку видом залізорудної сировини Кривбасу. Відпрацювання рудних покладів спричинило суттєве зменшення розвіданих запасів руд. На 1 січня 2016 р. детально розвідані та підготовлені до видобутку запаси багатих руд становили близько 1 млрд т в інтервалі глибин від сучасної (1300–1500 м) до економічно обгрунтованої максимальної (2500 м) глибини добувних робіт. Загальні запаси розвіданих покладів бідних магнетитових руд усіх п'яти ГЗКів Кривбасу становили на цю дату близько 5 млрд т.

Для частини ГЗКів (Центральний, меншою мірою, Північний, Новокриворізький, Інгuleцький) протягом останніх років загострилась проблема забезпечення оптимальним об'ємом залізорудної сировини необхідної якості. Кардинальному розв'язанню її сприятиме залучення до експлуатації покладів бідних гематитових руд (гематитових кварцитів), які є продуктом вивітрювання первинних магнетитових кварцитів залізистих горизонтів саксаганської світи. Як і магнетитові кварцити, гематитові потребують збагачення. Їх ресурси, рахуючи від поверхні залізисто-кременистої формації до

глибини 2500 м, у межах гірничих відводів діючих добувних підприємств оцінюються, за різними даними, від 30 до 50 млрд т.

Актуальність проблеми. Маршаліти значно поширені в корі вивітрювання порід залізисто-кременистої формації Криворізького басейну [1–3, 5–6]. Їхня кількість у окремих ділянках досягає 20% від загального об'єму покладів гематитових кварцитів. Починаючи з 70-х років ХХ ст., гематитові кварцити досліджуються як вихідна сировина для виробництва залізорудного (гематитового) концентрату. Масштаби прояву покладів гематитових кварцитів визначаються впливом двох головних чинників: 1) мінерального складу первинних залізистих порід та 2) глибини поширення гіпергенних розчинів. Значення першого чинника полягало в локалізації покладів гематитових кварцитів у межах залізистих горизонтів з найбільш високим вмістом заліза в складі порід та кількісним переважанням безсилікатних (залізностюдокомартитових, магнетитових) кварцитів над силікат-(карбонат)-вмісними (силікат-(карбонат)-магнетитовими, магнетит-(карбонат)-силікатними) кварцитами. Роль другого чинника визначалась глибиною проникнення гіпергенних розчинів вглиб масивів первинних магнетитових кварцитів. У межах різних залізорудних районів Кривбасу останній показник суттєво відрізняється. Найбільшим він є у Саксаганському (Центральному) залізорудному районі, де розташовані всі родовища багатих гематитових руд. Глибина нижньої межі покладів гематитових кварцитів тут становить 1000–2000 м, локально перевищує 2500 м. У північному та південному напрямках цей показник суттєво зменшується. В розташованих на південь від Саксаганського району Валявкинському, Східно-Валявкинському, Скелюватському родовищах Південного залізорудного району та Рахманівському, Інгuleцькому родовищах Лихманівського (Інгuleцького) залізорудного району його значення коливається в межах 100–1000 м. Мінімальне поширення кори вивітру-

вання магнетитових кварцитів (до глибини 200 м) характерне для Ганнівського, Первомайського родовищ Північного залізорудного району.

Крім кількісної характеристики, важливою є також якість гематитових кварцитів, яка визначається їхнім хімічним складом та фізичними, технічними характеристиками. Головні показники хімічного складу – загальний вміст заліза (Fe_{заг}) та вміст заліза в складі мінералів, які вилучаються при збагаченні (мартит, залізна слюдка, гетит, реліктовий магнетит – Fe_{гем.}, Fe_{гдр.}, Fe_{магн.}). Найважливішою технічною характеристикою є міцність гематитових кварцитів, від якої залежить ефективність їх дроблення, подрібнення, розкриття рудних і нерудних мінералів.

Важливий показник якості руд – стабільність зазначених параметрів. Їхня висока варіативність спричиняє нестабільність роботи технологічного обладнання, низьку якість корисного кінцевого продукту – концентрату, значні втрати корисного компоненту у відходах збагачення. Присутність маршалітів у складі покладів бідних гематитових руд є одним з головних проявів їхньої неоднорідності. Маршалітизація гематитових кварцитів супроводжується частковим розчиненням периферійних частин індивідів кварцу, зменшенням через це їхньої міцності і, як наслідок, – схильності гематитових кварцитів до подрібнення при рудопідготовці. Крім того, у зв'язку з маршалітизацією відбувається часткове розчинення гематиту та винесення заліза за межі тіл маршалітів.

Беручи до уваги, що маршаліти складають значну частину об'єму покладів гематитових кварцитів і відрізняються відносно низькими показниками вмісту заліза та міцності, наявність у гематитовій сировині цього компоненту необхідно враховувати при геологічному, мінералогічному, технологічному картуванні покладів, обґрунтуванні оптимальних технологій видобутку гематитової сировини, усереднення рудного матеріалу перед подачею на збагачувальні фабрики та виробництва гематитового концентрату.

Вихідний матеріал і методи досліджень. Геологічні дослідження були проведені авторами в межах Склеюватського та Валявкінського родовищ Південного залізорудного району Кривбасу. Поклади гематитових кварцитів тут розташовані в четвертому, п'ятому та шостому залізистих горизонтах саксаганської світи. Польові спостереження та мінералогічне опробування проводились у техногенних відслоненнях кар'єрів Південного та Новокирилівського гірничозбагачувальних комбінатів. Було відібрано 212 проб гематитових кварцитів, у тому числі, маршалітизованих різновидів. З матеріалу всіх проб було виготовлено прозорі і поліровані шліфи, які використовувались для визначення мінерального складу та особливостей структури, текстури бідних гематитових руд. Вивчалися також показники лужності гіпергенних розчинів, під впливом яких відбувається маршалітизація гематитових кварцитів. Протягом осінньо-зимово-весняного періоду 2015 р. було відібрано

103 проби води на різних гіпсометричних горизонтах кар'єрів – від поверхні гіпергенних змін порід залізо-кременистої формації до глибини 300 м (уступи кар'єрів від +90 до -210 м). Для порівняння відбирались також проби дощової води. Виміри pH розчинів проводились стандартним методом з використанням pH-метра.

Результати досліджень та їх аналіз. У роботах попередніх дослідників [1, 3–4] наголошувалось, що утворення маршалітів відбувається внаслідок проникнення до масивів залізистих кварцитів лужних розчинів – гіпергенних або гіпогенних. Під їхнім впливом індивіди та агрегати кварцу зазнають часткового розчинення. Кремнезем переходить до розчинів і виноситься за межі зон маршалітизації.

Результати польових спостережень авторів показали, що у вертикальному розрізі кори вивітрювання четвертого, п'ятого, шостого залізистих горизонтів Склеюватського та Валявкінського родовищ понад 90% тіл маршалітизованих гематитових кварцитів тяжіють до верхньої частини кори вивітрювання залізистих кварцитів – від поверхні вивітрювання залізо-кременистої формації на глибину до 100 м. Це відповідає гіпсометричним горизонтам кар'єрів +60 до -30 м. Уздовж розломів, шарнірних частин синклінальних складок та інших тектонічних порушень спостерігається утворення малопотужних (до 20–30 м) лінійних зон маршалітизації на глибину до 200 м. Нижче поширення маршалітів різко зменшується, на зміну їм приходять зони гіпергенного окварцювання гематитових кварцитів.

Мікроскопічні дослідження, виконані з використанням 212 прозорих та 212 полірованих шліфів, показали, що гематитові кварцити на 50–60 об'ємн.% складені кварцом. Процес маршалітизації в його агрегатах розпочинається з точок контакту зближених 3–4 індивідів (рис. 1–б). У подальшому розчинення індивідів відбувається також по лініях контактів кристалів (рис. 1–в, 2–а). За умови активного прояву процесу, індивіди кварцу набували округлих форм (рис. 1–д), гематитові кварцити перетворювались на так звані гематит-кварцові "сипучки" або "шелестухи".

Маршалітизація відбувалась під впливом метеорних розчинів підвищеної лужності. Результати дослідження розрізу порід залізо-кременистої формації та перекиваючих їх осадових порід кайнозойського чохла показали, що в складі останнього присутні верстви та лінзи вапняковистих суглинків (потужність 5–30 м), мергелів (0–5 м) та вапняків (1–12 м). Автори зробили припущення, що дощові та снігові води після проникнення крізь карбонатвмісні осадові породи в присутності вуглекислоти могли розчиняти карбонат кальцію, переводити його до розчину у формі бікарбонату, що сприяло підвищенню лужності метеорних вод. Для підтвердження цієї думки було досліджено показники лужності тріщинних вод з осадових порід і гіпергенно змінених залізистих кварцитів.

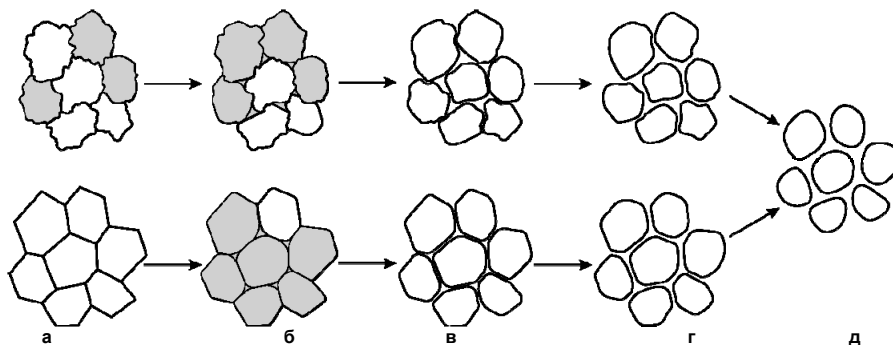


Рис. 1. Стадійність (а-д) зміни структури агрегатів кварцу та морфологія його індивідів у зв'язку з маршалітизацією

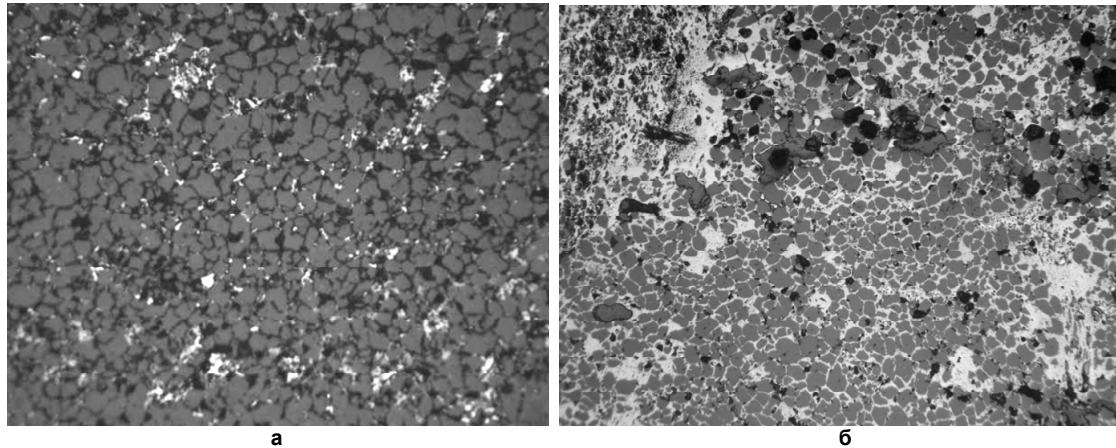


Рис. 2. Структура маршалітизованого гематитового кварциту (а)
та петельчаста структура гетитизованого різновиду маршаліту (б)

За даними визначення рН метеорних розчинів, їхня лужність помітно змінюється у вертикальному розрізі осадової товщі й масиву гематитових кварцитів. Показники рН дощової води були досить стабільними, коливання їх становило 6,0–6,5 (табл. 1, рис. 3). Близькі показники (6,3–6,8) було зафіксовано для води, виділеної з рослинно-грунтового шару. З глибиною при проникненні води до верстви вапняковистих суглинків

відбувалося суттєве зростання показника рН – до 7,4–8,0. Ще більшої лужності вода набувала у верствах мергелів (8,3–8,8) та вапняків (9,2–9,8). У всіх досліджених розрізах осадового чохла максимальної лужності вода набувала поблизу його нижньої межі на контакті з нижче розташованими масивами гіпергенно змінених гематитових кварцитів.

Таблиця 1

Показники рН підземних вод осадового чохла та кори вивітрювання порід четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів Склеюватського та Валявкінського родовищ

Різновиди води	рН розчинів		
	максимальні значення	мінімальні значення	середні показники
дощова вода	6,52	6,01	6,38
вода рослинно-грунтового шару	6,82	6,27	6,53
вода вапняковистих суглинків	8,03	7,42	7,82
вода мергелів	8,81	8,29	8,61
вода вапняків	9,76	9,24	9,37
вода гетитизованих гематитових маршалітів	8,78	8,19	8,60
вода гематитових маршалітів	8,37	7,82	8,15
вода слабомаршалітизованих гематитових кварцитів	7,45	7,08	7,24
вода гіпергенно окварцованих гематитових кварцитів	6,79	6,31	6,55
вода незмінених гематитових кварцитів	7,24	6,88	7,07

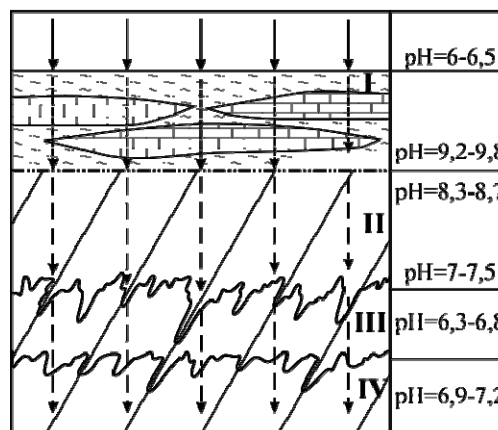
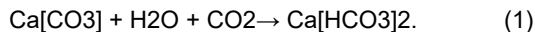
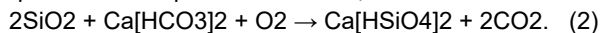


Рис. 3. Зміна рН метеорних розчинів на різних гіпсометричних рівнях розрізу осадових порід і кори вивітрювання залізистих кварцитів: I – осадові породи (вапняки та вапняковисті суглинки), II – маршалітизовані гематитові кварцити, III – гіпергенно окварцовані гематитові кварцити, IV – незмінені гематитові кварцити

Підвищення лужності метеорних розчинів можна пов'язувати з розчиненням карбонату кальцію [4], присутнього в складі згаданих вище осадових порід у вигляді кальциту або доломіту. В присутності насиченої вуглекислою води карбонат кальцію переходить у бікарбонат (1), розчин якого характеризується показником рН близько 9,0:



Потрапляючи до кори вивітрювання залізистих кварцитів, насичений атмосферним киснем розчин бікарбонату кальцію реагує з кремнеземом кварцу, утворюючи розчинний біортосилікат кальцію:



Одночасно з розчиненням кварцу відбувається також часткова мобілізація заліза, яке входить до складу гематиту та реліктових магнетиту, силікатів, карбонатів. Максимальна активність цього процесу характерна для найбільш високих гіпсометричних рівнів кори вивітрювання залізистих кварцитів. У розрізах досліджених родовищ це відповідає відміткам від +60 до +30 м. Через високу фугитивність кисню в метеорних розчинах двовалентне залізо, яке міститься в складі цих мінералів, переходить у тривалентну форму. Наслідком міграції колоїдного розчину гідроксиду заліза є заповнення пор, тріщин та інших порожнин гетитом (рис. 2–6). Це спричиняє зменшення пористості маршалітів на рівні верхніх гіпсометричних горизонтів.

Частина кремнезему, яка за реакцією (2) переводиться до розчину у вигляді біортосилікату кальцію, виноситься за межі зон маршалізації. рН розчину з глибиною поступово зменшується; поблизу нижньої межі маршалізації гематитових кварцитів цей показник становить 7,0–7,5. Внаслідок зменшення лужності розчинів з глибиною їхня маршалітизуюча дія послаблюється. На глибині близько 100 м від поверхні вивітрювання порід залізо-кременистої формації гематитові маршаліти змінюються слабо маршалізованими гематитовими кварцитами.

Нижче зони слабкої маршалізації у зв'язку зі зменшенням рН розчинів до 6,3–6,8 відбувається осадження розчиненого в них кремнезему у вигляді кварцу, іноді халцедону або опалу, які заповнюють каверни, тріщини та інші порожнини в гематитових (залізностудко-мартитових, мартитових, дисперсногематит-мартитових) кварцитах. Утворюються гіпергенно окварцовані різновиди, для яких характерні підвищена міцність та більш низький вміст заліза порівняно з незміненими гематитовими кварцитами.

Висновки:

1. Тіла гематитових кварцитів кори вивітрювання залізо-кременистої формації родовищ Криворізького басейну, які в теперішній час досліджуються як поклади перспективної залізорудної сировини, характеризуються неоднорідністю будови та варіативністю вмісту заліза. Одна з причин цього – маршалізація гематитових кварцитів;

2. Причиною маршалізації є вплив на гематитові кварцити метеорних розчинів підвищеної лужності (рН 9–10). Таких показників рН дощові та снігові води набувають внаслідок проникнення крізь карбонатвмісні породи осадового чохла;

3. Вплив метеорних вод, які містять бікарбонат кальцію, спричиняє часткове розчинення кварцу – головного породоутворювального мінералу гематитових кварцитів – та формування тіл гематитових маршалітів. Для них властиві низькі показники міцності та на 2–3 мас.% менший вміст заліза порівняно з незміненими гематитовими кварцитами;

4. Перевідкладення кремнезему відбувається на більш низьких гіпсометричних рівнях кори вивітрювання

залізистих горизонтів. Наслідком є утворення гіпергенно окварцованих гематитових кварцитів, які характеризуються підвищеною міцністю, а також пониженим (на 2–5 мас.%) вмістом заліза, порівняно з вихідними гематитовими кварцитами;

5. Таким чином, вплив метеорних розчинів спричиняє, по перше, сам процес маршалізації і, по-друге, формування додаткового прояву неоднорідності будови покладів та складу гематитових кварцитів, що необхідно враховувати при їх оцінці як залізорудної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- Белевцев Я. Н. Образование мартитовых руд Кривого Рог / Я. Н. Белевцев // Минералогический сборник Львовского геологического общества. – 1953. – №7. – С. 135–148.
- Геологическая модель образования тел маршалитов в складчатых структурах коры выветривания железорудной толщи Криворожского бассейна / Д. Н. Прилепа, А. Я. Смирнов, В. Д. Евтехов, А. Е. Биленко // Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців : Матер. XI Всеукр. наук.-практ. конференції, Кривий Ріг, 26–28 бер. 2015 р. – Кривий Ріг : Криворізький національний університет, 2015. – С. 151–154.
- Додатко А. Д. Линейная кора выветривания сланцев некоторых районов Кривбасса / А. Д. Додатко, Я. З. Дорфман // Геол. журн. – 1974. – №5. – С. 137–145.
- Окамото Г. Свойства кремнезема в воде / Г. Окамото, Т. Окура, К. Гото // Геохимия литогенеза. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 196–208.
- Прилепа Д. Н. Некоторые минералогические особенности маршалитов Южного железорудного района Криворожского бассейна / Д. Н. Прилепа, В. Д. Евтехов, А. В. Евтехова // Геолого-минералогический вестник Криворізького національного університету. – 2016. – №1 (35). – С. 15–26.
- Прилепа Д. М. Маршаліти кори вивітрювання залізистих кварцитів Валявкінського родовища Кривбасу / Д. М. Прилепа, О. Я. Смирнов, В. Д. Евтехов. // Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів : Матер. IX Міжнар. наук.-практ. конференції, Кривий Ріг, 27–29 лист. 2014 р. – Кривий Ріг : Криворізький національний університет, 2014. – С. 70–72.

REFERENCES:

- Belevtsev Ya. N. (1953). Formation of martite ores in Kryvyi Rih. Mineralogical collection of Lviv geological society, 7, 135–148. [in Russian].
- Prilepa D. N., Smirnov A. Ya., Evtekhov V. D., Bilenko A. E. (2015). Geological model for marshallites bodies formation in folded structures of weathering crust in iron ore rock mass of the Kryvyi Rih basin. Contemporary geological science and practice in students' and graduates' researches. Proceedings of XI All-Ukrainian scientific and practical conference. Kryvyi Rih, 26–28 March 2015. (pp. 151–154). Kryvyi Rih, Kryvyi Rih National University. [in Ukrainian].
- Dodatko A. D., Dorfman Ya. Z. (1974). Linear weathering crust of schists in some Kryvbass areas. Geological Journal, 5, 137–145. [in Russian].
- Okamoto H., Okura T., Goto K. (1963). Properties of silicon earth in water. In Geochemistry of lithogenesis. (pp. 196–208). Moscow: Publishing House Foreign Literature. [in Russian].
- Prilepa D. N., Evtekhov V. D., Evtekhova A. V. (2016). Some mineralogical features of marshallites of the Southern iron ore region of the Kryvyi Rih basin. Geology and Mineralogy Bulletin of Kryvyi Rih National University, 1 (35), 15–26. [in Ukrainian].
- Prilepa D. M., Smirnov O. Ya., Evtekhov V. D. (2014). Marshallites of ferruginous quartzites weathering crust from the Valyavkinske deposit in the Kryvbass. Issues of theoretical and applied mineralogy, geology, metallogeny of mining regions. Proceedings of IX International scientific and practical conference. Kryvyi Rih, 27–29 November. (pp. 70–72). Kryvyi Rih, Kryvyi Rih National University. [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 24.10.16

Prylepa D., Postgraduate Student
E-mail: prilepa.dm@gmail.com,
Evtekhov V., Dr. Sci. (Geol.-Min.), Prof.
E-mail: evtekhov@gmail.com,
Chasova E., Cand. Sci. (Chem.), Assoc. Prof.
E-mail: ella.chasova@yandex.ru,
Kryvyi Rih National University
37, Pushkina Str., 50002, Kryvyi Rih, Ukraine

GEOCHEMICAL FACTOR OF MARSHALLITES LOCALIZATION IN MAGNETITE QUARTZITES CRUST OF WEATHERING IN THE KRYVYI RIH BASIN

Marshallites are widespread in the iron ore rock mass crust of weathering in the Kryvyi Rih basin: their quantity locally reaches 20% of the total amount of hematite quartzites, which are the product of weathering of primary magnetite quartzites. Extensive researches of marshallites are due to appraisal of supergenically altered ferruginous quartzites as a promising raw material for production of iron ore (hematite) concentrate. Stratigraphic, tectonic and geochemical factors are among the main ones for localizing marshallites. Hematite-containing marshallites were formed by partial dissolution of quartz and by silica removal under the influence of supergene solutions of high alkalinity.

Geological observations were conducted by the authors within the Southern iron ore region of the Kryvbas (Skelyuvatske and Valyavkynske deposits), where the largest deposits of hematite quartzites having total reserves of more than 2 billion tons are located. The depth of their distribution reaches 1,000 meters. More than 90% of marshallitized hematite quartzites bodies are located in the upper ferruginous quartzite crust of weathering to a depth of 100 m from the surface of banded iron formation weathering.

Meteoric waters acquired increased alkalinity after penetration through calcite and dolomite-bearing sedimentary rocks of the Cenozoic cover, which covers the rock mass of banded iron formation. Studies of pH solutions showed the fact that it ranges from 6-6.5 for rainwater to 9-9.5 on the border of the sedimentary cover and weathered ferruginous quartzites. Below there is a marshallitization zone, in the section of which a decrease in the pH to 7-7.5 at a depth of 70-100 m takes place. Deposition of SiO₂ occurs in porous hematite quartzites with the formation of supergene secondary quartzites from saturated silica supergene solutions. The depth of their distribution zone is from 70-100 to 100-150 m, measured from the surface of the weathered iron rock mass. Formation of thin (20-30 m) marshallitization linear zones to a depth of 200 m takes place along the faults, synclinal folds bends and other tectonic disturbances.

Keywords: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, crust of weathering, hematite quartzites, marshallites.

Прилепа Д., асп.,
E-mail: prilepa.dm@gmail.com,
Евтехов В., д-р геол.-минералог. наук, проф.,
E-mail: evtekhov@gmail.com,
Часова Э., канд. хим. наук, доц.,
E-mail: ella.chasova@yandex.ru,
Криворожский национальный университет,
ул. Пушкина, 37, г. Кривой Рог, 50002, Украина

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ФАКТОР ЛОКАЛИЗАЦИИ МАРШАЛЛИТОВ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ КРИВОРОЖСКОГО БАСЕЙНА

Маршаллиты имеют широкое распространение в коре выветривания железорудной толщи Криворожского бассейна: их количество локально достигает 20% от общего объема гематитовых кварцитов, которые являются продуктом выветривания первичных магнетитовых кварцитов. Всесторонние исследования маршаллитов обусловлены оценкой гипергенно измененных железистых кварцитов как перспективного сырья для производства железорудного (гематитового) концентрата. К главным факторам локализации маршаллитов, кроме стратиграфического и тектонического, относится геохимический. Гематитсодержащие маршаллиты образовывались в результате частичного растворения кварца и вынесения кремнезема под влиянием гипергенных растворов повышенной щелочности.

Геологические наблюдения были проведены авторами в пределах Южного железорудного района Кривбасса (Скелеватское и Валявкинское месторождения), где расположены наиболее крупные залежи гематитовых кварцитов с общими их запасами более 2 млрд т. Глубина их распространения достигает 1000 м. Более 90% тел маршаллитизированных гематитовых кварцитов расположены в верхней части коры выветривания железистых кварцитов – от поверхности выветривания железисто-кремнистой формации на глубину до 100 м.

Повышенную щелочность метеорные воды приобретали после проникновения сквозь кальцит- и доломитсодержащие осадочные породы кайнозойского чехла, который перекрывает толщу железисто-кремнистой формации. Исследования pH растворов показали, что он меняется от 6-6,5 для дождевой воды до 9-9,5 на границе осадочного чехла и выветренных железистых кварцитов. Ниже расположена зона маршаллитизации, в разрезе которой наблюдается уменьшение pH до 7-7,5 на глубине 70-100 м. Из насыщенных кремнеземом гипергенных растворов происходит осаждение SiO₂ в пористых гематитовых кварцитах с образованием гипергенных вторичных кварцитов. Глубина распространения их зоны от 70-100 до 100-150 м, считая от поверхности выветривания железорудной толщи. Вдоль разломов, шарнирных частей синклинальных складок и других тектонических нарушений наблюдается образование мало-мощных (до 20-30 м) линейных зон маршаллитизации на глубину до 200 м.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формация, Криворожский бассейн, кора выветривания, гематитовые кварциты, маршаллиты.