

УДК 553.31 (477)

Свѣтѣхов С.В., Свѣтѣхов В.Д.

Закономірності локалізації покладів супутніх корисних копалин залізорудних родовищ Криворізького басейну та інших регіонів Українського щита.

1. Вплив метаморфічного фактору.

Розглянутий вплив ступеню динамотермального метаморфізму залізістих і вміщуючих порід на поширення, склад і властивості низки супутніх корисних копалин залізісто-кременистої формації: абразивного гранату, технічного тальку, дрібнолускуватого мусковіту, хлоритового сланцю, мусковітового кварциту та ін.

Протягом доісторичного періоду і давньої історії розвитку людських спільнот України і прилягаючих регіонів Криворізький басейн був відомий як джерело мінеральних фарбників, будівельних матеріалів, залізорудної сировини та інших корисних для людини мінералів та гірських порід. З початком наукових досліджень наприкінці 18-го століття і започаткуванням розробки рудних покладів наприкінці 19-го століття до родовищ Кривбасу поступово закріпилось відношення як до моносировинних. Супутні корисні копалини не вивчались, а в разі їх виявлення в ділянках гірничодобувних робіт – ігнорувались. У поточний час у басейні в незначних об'ємах видобуваються розкривні кристалічні породи (мало- і беззалізісті кварцити, сланці, граніти, гнейси, мігматити та ін.) для виготовлення щебеню, а також мінеральні пігменти (сурик, вохра), технічний тальк, пісок, глина, дрібнолускуватий мусковіт [4, 5].

В зв'язку з переходом гірничодобувних підприємств до нових форм господарчої діяльності протягом останніх 10 років спостерігається активізація досліджень супутніх корисних копалин. Головна увага приділяється переоцінці сировинної бази родовищ як комплексної, визначенню якісних і кількісних показників нетрадиційних корисних копалин, закономірностей локалізації їх покладів, можливостей збагачення сировини, напрямків її використання [4].

Геологічна позиція покладів супутніх корисних копалин у межах родовищ залізісто-кременистої формації Криворізького басейну і аналогічних родовищ Українського щита визначається впливом декількох чинників. Головними з них є: 1) седиментаційний (стратиграфічний); 2) тектонічний; 3) метаморфічний; 4) гідротермальний-метасоматичний; 5) магматичний; 6) гіпергенний. Метаморфічний відноситься до провідних, які визначили сучасний мінеральний склад, структуру, текстуру і, як наслідок, технологічні і технічні властивості мінеральної сировини [2].

В залізорудних товщах УЩ проявлені три види метаморфізму: динамотермальний (регіональний), термальний (контактний) і динамічний [4]. Наслідки дії двох останніх фіксуються локально, потужність тіл метаморфітів відповідного походження не перевищує декількох десятків метрів. Динамотермального метаморфізму в умовах різних фацій зазнали всі породи залізісто-кременистої формації.

У відповідності з існуючими уявленнями, динамотермальний метаморфізм залізістих порід УЩ відбувався в термодинамічних умовах від зеленосланцевої до гранулітової фації [1]. Більшість попередніх досліджень була виконана на регіональному рівні, тому для уточнення умов метаморфізму конкретних родовищ і ділянок авторами були проведені додаткові визначення. Вони поля-

гали у визначенні кількісних співвідношень в залізистих породах проявів мінеральних парагенезисів, типоморфних для відповідних фацій метаморфізму:

– зеленосланцева фація: кварц + магнетит + залізна слюдка + залізистий карбонат + хлорит (залізисті кварцити); кварц + залізистий карбонат + хлорит + серицит (сланцеві горизонти);

– епідот-амфіболітова: кварц + магнетит + залізна слюдка + кумінгтоніт + біотит (залізисті горизонти); кварц + кумінгтоніт + біотит + мусковіт + альмандин (сланцеві горизонти);

– амфіболітова: кварц + магнетит ± залізна слюдка + кумінгтоніт ± рогова обманка + альмандин + біотит ± піроксен (залізисті горизонти); кварц + кумінгтоніт ± рогова обманка + альмандин + біотит ± піроксен + мусковіт + ставроліт + кіаніт + андалузит (сланцеві горизонти);

– гранулітова: кварц + магнетит + піроксен + олівін (залізисті горизонти); кварц + піроксен + олівін + мікроклін (ортоклаз) + силіманіт + кіаніт ± альмандин (сланцеві горизонти).

Найбільш детальні підрахунки були виконані для родовищ Криворізького басейну. Використовувались результати картування забоїв діючих залізорудних кар'єрів і шахт, описи керну розвідувальних свердловин, дані підрахунків мінерального складу залізистих кварцитів і вміщуючих сланців у прозорих і полірованих шліфах. Для спрощення кількісних визначень за прояв мінерального парагенезису певної фації приймалась наявність відповідної мінеральної асоціації у зразках або шліфах. У більшості випадків у межах різних ділянок одного родовища фіксувались мінеральні асоціації, типоморфні для різних фацій метаморфізму. В зв'язку з цим у кожній точці спостереження давалась кількісна оцінка поширення мінеральних парагенезисів різних фацій метаморфізму, а за одержаними даними визначалось кількісне співвідношення прояву різних фацій метаморфізму залізистих і вміщуючих порід для кожного родовища. В узагальненому вигляді одержані результати наведені в табл. 1.

Аналіз одержаних даних свідчить, що кожне залізорудне родовище Криворізького басейну слід розглядати як неоднорідне за ступенем динамометрального метаморфізму. У їх межах фіксуються ділянки з мінеральними асоціаціями залізистих кварцитів і сланців, характерними для двох, іноді трьох фацій метаморфізму. Розподіл ділянок смугастий або плямистий, обумовлений геологічними умовами прояву метаморфічних змін залізистих осадків. Прикладом є Інгулецьке родовище, для якого характерне чергування ділянок і верств з проявом зеленосланцевої (хлорит; хлорит + залізистий карбонат; хлорит + залізистий тальк (мінесотаїт) + залізистий карбонат; залізистий тальк + залізистий карбонат;) і епідот-амфіболітової (біотит + гранат, кумінгтоніт + гранат; кумінгтоніт + біотит+ гранат) фацій. Потужність суміжних верств різного мінерального складу іноді становить лише 3-5 м.

У попередніх роботах [2, 4] автори наголошували, що динамометральный метаморфізм обумовив формування покладів низки супутніх корисних копалин залізисто-кременистої і вміщуючих формацій залізорудних родовищ Кривбасу: хлоритового сланцю як сировини для виготовлення сланцепориту, абразивного гранату, тонколукуватого мусковіту, технічного тальку, пігментного селадоніту, декількох різновидів облицювального і тротуарного каменю та ін. [4]. Інтенсивність метаморфізму і його плямистий прояв обумовили утворення, поширення, якість корисних копалин, розмір, морфологію, внутрішню будову їх родовищ, покладів і проявів. Прикладом можуть бути родовища і прояви гранату і тальку.

Гранат у сланцях, верстви яких вміщують поклади бідних магнетитових руд (магнетитових кварцитів) басейну, представлений альмандином [1, 4, 6]. За механічними і технічними властивостями він є пріоритетним як абразивна

сировина серед інших різновидів гранату. Альмандин – типоморфний мінерал низькоглиноземистих і високозалізистих сланців залізисто-кременистої формації, верстви яких розташовані у приконтактних частинах сланцевих горизонтів із залізистими горизонтами саксаганської світи криворізької серії.

Таблиця 1.

Співвідношення (об'ємн.%) в залізородних і вміщуючих товщах родовищ Криворізького басейну порід, метаморфізованих в умовах різних фацій

Родовища, ділянки (порядок відповідає напрямку з півдня на північ Криворізького басейну)	Фації динамотермального метаморфізму		
	зеленосланцева	епідот-амфіболітова	амфіболітова
Інгулецький залізородний район			
Інгулецьке	27,4	72,5	0,1
Рахманівське	21,8	77,9	0,3
Шиманівське	43,9	56,1	0,0
Південний залізородний район			
Валякинське	39,5	60,4	0,1
Скелюватське	87,2	12,8	0,0
Новокриворізьке	89,1	10,9	0,0
Центральний (Саксаганський) залізородний район			
шахти „Гігант-Глибока”	90,4	9,6	0,0
шахти №1 ім. Ф.А.Артема	89,3	10,7	0,0
шахти „Родіна”	83,5	16,5	0,0
шахти „Більшовик”	80,1	19,9	0,0
шахти „Октябрська”	81,8	18,2	0,0
шахти ім. М.В.Фрунзе	78,7	21,3	0,0
шахти „Ювілейна”	76,4	23,6	0,0
шахти „Гвардійська”	72,0	28,0	0,0
шахти ім. В.І.Леніна	69,2	30,8	0,0
Первомайське	26,5	73,3	0,2
Північний (Ганнівський) залізородний район			
Ганнівське (південна частина)	14,4	85,3	0,3
Ганнівське (північна частина)	12,1	87,3	0,6
Жовторіченське	13,5	86,1	0,4

Утворення альмандину – результат прояву в товщах первинних залізисто-глиноземисто-кременистих осадків динамотермального метаморфізму в умовах епідот-амфіболітової та більш високих фацій [1, 7]. Це свідчить про те, що в межах Криворізького басейну існують ділянки, перспективні за рівнем метаморфізму для пошуку родовищ і проявів абразивного гранату. Дослідження останніх років дозволили виявити декілька таких родовищ: Жовторіченське і Ганнівське Північного залізородного району Кривбасу, Первомайське – Саксаганського району, Інгулецьке – Лихманівського району і Артемівське – Правобережного району. Поклад гранат-вмісних сланців останнього малопотужний (0-10 м). Гранат сланцевих горизонтів Первомайського й Інгулецького родовищ через недостатній рівень динамотермального метаморфізму сланців (зони переходу від епідот-амфіболітової до зеленосланцевої фації) і, як наслідок, через недостатнє самоочищення кристалів гранату від пойкилобластів кварцу, магнетиту, графіту, кумінгтоніту, хлориту та інших мінералів, не може бути віднесений до якісної гранатової сировини. Крім того, гранат тут, переважно, дрібнозернистий і вміст його в сланцях відносно низький. Таким чином, промислово гранатоносними є сланцеві горизонти саксаганської світи Ганнівського і Жовторіченського родовищ. Ресурси гранатової сировини в їх межах до проектної глибини розробки родовищ перевищують 4 млрд. т., тоб-

то, при видобутку гранатової сировини 1 млн. т. на рік (що відповідає річному виробництву 150-200 тис. т. гранатового концентрату) її кількості вистачить на 4000 років. В центральній частині Ганнівського родовища (північно-східний борт Ганнівського кар'єру) розвіданий і підготовлений для експлуатації блок гранат-вмісних сланців третього-п'ятого і першого сланцевого горизонтів з запасами понад 100 млн.т.

Топомінералогічні дослідження товщ гранат-вмісних сланців [7] показали, що в напрямку від північного і південного флангів залізорудної смуги Кривбасу до його центральної частини зі зміною ступеню метаморфізму від епідот-амфіболітової до зеленосланцевої фації суттєво зменшується кількість гранату в сланцях, він з породоутворюючого мінералу стає другорядним, а в межах родовищ Південного і південної частини Саксаганського району – акцесорним мінералом. Розмір кристалів зменшується до 0,1-0,5 мм.

Зворотна тенденція – погіршення якості неметалевої сировини зі зростанням ступеню динамотермального метаморфізму – спостерігається на прикладі талькових сланців скелюватської світи. Найбільш високу якість як технічний тальк вони мають у межах родовищ Південного і Саксаганського залізорудного районів [3]. Тут до їх складу входять, головним чином тальк і хлорит; другорядне значення мають залізисто-магнезійні карбонати (брейнерит, Са-брейнерит, анкерит) – їх вміст коливається в межах 3-15 об'ємн.%. Амфібол (актиноліт, тремоліт), серпентин, фуксит і рудні мінерали відносяться до рідкісних і акцесорних: вміст амфіболу становить 2-10 об'ємн.%, кількість інших мінералів не перевищує 1-1,5% кожного. З підвищенням рівня динамотермального метаморфізму відбувалось заміщення карбонатів, а також частини хлориту і тальку – амфіболами, близькими за складом до актиноліту, рідше тремоліту [3, 6]. В тальк-вмісних сланцях Інгулецького родовища їх середній вміст становить 34,2 об'ємн.%, Первомайського – 53,1%, Ганнівського – 69,5%, Жовторіченського – 61,7%. Зростання кількості амфіболів і зменшення вмісту тальку обумовлює значне погіршення технічних, експлуатаційних властивостей талькових сланців, звужується спектр можливих напрямків їх використання.

Для низки неметалевих корисних копалин Криворізького басейну також властива залежність від термодинамічних умов динамотермального метаморфізму. В якості прикладу можна назвати:

– дрібнолускуватий мусковіт, якість якого обумовлена ступенем наближення його хімічного складу до стехіометричного, розміром кристалів т.і.; більш високі технічні характеристики властиві мусковіту з зон прояву метаморфізму в умовах епідот-амфіболітової фації (родовища Північного та Інгулецького залізорудних районів);

– пігментний селадоніт, який у помітній кількості утворювався лише на стадії діафторезу шляхом заміщення утворених в умовах епідот-амфіболітової фації кумінгтоніт-вмісних малорудних залізистих кварцитів Інгулецького, а також Первомайського і Ганнівського родовищ;

– мусковітовий кварцит, який у якості облицювального і тротуарного каменю найбільш високі експлуатаційні характеристики має в межах родовищ з підвищеним ступенем метаморфізму порід скелюватської світи (Ганнівське, Первомайське, Інгулецьке);

– хлоритовий сланець родовищ Південного і Саксаганського залізорудних районів (зона прояву метаморфізму в умовах зеленосланцевої фації) як найбільш якісна сировина для виготовлення сланцепориту;

– щебінь, виготовлений з малорудних і безрудних кварцитів, який має більш високу марку (600-1200) для родовищ Інгулецького і Ганнівського залізорудних районів і більш низьку для родовищ Південного і Саксаганського районів (400-900).

Таким чином, наявність, а також поширення, мінералогічні, структурні, текстурні, хімічні, фізичні, технологічні і технічні характеристики низки супутніх неметалевих корисних копалин залежать від ступеню динамотермального метаморфізму порід залізорудної і вміщуючих товщ Криворізького басейну. Для кожного різновиду мінеральної сировини може бути побудована прогнозна карта її локалізації і якості. Це слід враховувати при переоцінці залізорудних родовищ Кривбасу як комплексних, а також при пошуках і розвідці супутніх корисних копалин, прогнозі їх якісних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Белевцев Р.Я., Беляев О.Я., Ветренников В.В. и др.* Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. *Метаморфизм* // Киев: Наукова думка, 1989.– 148 с.
2. *Свѣтхѳв В.Д.* Этапы формирования комплексной минерально-сиовинной базы залізорудних родовищ Криворізько-Кременчуцького лінеаменту // *Відомості Академії гірничих наук України.*– 1997.– № 4.– С. 111-114.
3. *Евтѳхов В.Д., Меддахи Р.* Вариации мощности и минерального состава пород талькового горизонта Криворожского бассейна / *Разработка рудных месторождений* // Кривой Рог: Криворожский технический университет, 1995.– Вып. 56.– С. 148-155.
4. *Евтѳхов В.Д., Паранько И.С., Евтѳхов Е.В.* Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна // *Кривой Рог.*– Криворожский технический университет, 1999.– 70 с.
5. *Куделя А.Д.* Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных обогатительных комбинатов УССР // Киев: Наукова думка, 1984.– 496 с.
6. *Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др.* Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977.– 544 с.
7. *Ламрани О.* Минералогия граната железисто-кремнистой формации Криворожского бассейна (на примере Анновского месторождения) / *Автореферат дис. канд. геол. наук* // Кривой Рог: Криворожский технический университет, 1997.– 18 с.

СВѢТХѢВ С.В., СВѢТХѢВ В.Д. Закономерности локалізації покладів супутніх корисних копалин залізорудних родовищ Криворізького басейну та інших регіонів Українського щита. 1. Вплив метаморфічного фактору.

РЕЗЮМЕ. Залізорудні і вміщуючі товщі родовищ Криворізького басейну та інших регіонів Українського щита містять біля 50 корисних копалин, які видобуваються супутньо. Поширення, склад і властивості багатьох з них (гранат, тальк, мусковіт, хлоритовий сланець, мусковітовий кварцит та ін) залежить від умов динамотермального метаморфізму порід. Це необхідно враховувати при пошуку, розвідці і розробці родовищ корисних копалин залізисто-кремнистої формації.

ЕВТЕХѢВ Е.В., ЕВТЕХѢВ В.Д. Закономерности локализации залежей попутных полезных ископаемых железорудных месторождений Криворожского бассейна и других регионов Украинского щита. 1. Влияние метаморфического фактора.

РЕЗЮМЕ. Железорудные и вмещающие толщи месторождений Криворожского бассейна и других регионов Украинского щита содержат около 50 попутно добываемых полезных ископаемых. Распространенность, состав и свойства многих из них (гранат, тальк, мусковит, хлоритовый сланец, мусковитовый кварцит и др.) зависят от условий динамотермального метаморфизма пород. Это необходимо учитывать при поиске, разведке и разработке месторождений полезных ископаемых железисто-кремнистой формации.

EVTEKHѢV E.V., EVTEKHѢV V.D. Relationships of associated useful minerals bodies localization of Kryvyi Rih basin and other regions of the Ukrainian Shield iron ore deposits. 1. The influence of metamorphic factor.

SUMMARY. Iron ore and enclosing rock masses of Kryvyi Rih and other regions of the Ukrainian Shield deposits contain about 50 useful minerals extracted at the same time. Abundance, content and properties of many of them (garnet, talc, muscovite, chlorite slate, musco-

vite quartzite and others) depend on conditions of rocks dynamothermal metamorphism. It must be taken into consideration when prospecting, exploring and exploiting useful minerals of banded iron formation.

*Надійшла до редакції 4 серпня 2004 р.
Представив до публікації проф. В.М.Троценко.*