

УДК 549.613

ДІАСПОР, ДИСТЕН І АНДАЛУЗИТ У КВАРЦИТАХ КРИВБАСУ

Р. Белєвцев, С. Співак

*Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України
03142 м. Київ, просп. акад. Палладіна, 34а
E-mail: CENTER@radgeo.freenet.kiev.ua*

Вивчено дистен, андалузит, діаспор та інші мінерали у глиноземистих мусковітових кварцитах Кривбасу. Наведено мінералогічну характеристику та фізико-хімічні умови їхнього утворення. Знахідка дистену на глибині близько 3 км під час буріння Криворізької НГС свідчить про досягнення в цих умовах загального метаморфічного тиску, необхідного для формування цього мінералу. Утворення діаспору та пірофіліту є ознакою процесів діафторезу.

Ключові слова: діаспор, дистен, андалузит, мусковіт, пірофіліт, кварцит, метаморфізм, діафторез, Кривбас.

Стосовно Криворізького басейну накопичений величезний матеріал з геології, петрографії, мінералогії, проте матеріали буріння Криворізької надглибокої свердловини (КНГС) дали змогу одержати нові дані з мінералогії глиноземистих мусковітових кварцитів. КНГС пробурена в центральній частині та західному борті Криворізької структури; вона досягла глибини 5432 м.

Особливий інтерес становлять мусковітові кварцити, або, як їх називають, білі кварцити. Вони залягають на глибині 2276–2356 м поміж біотитових амфіболітів і розсланцьованих мусковіт-біотитових плагіогранітів [1–3].

Кварцит має лінзоподібно-плоскопаралельну текстуру з орієнтованим мусковітом, порфіробластами андалузиту й дистену (рис. 1, 2). Фіксують ділянки з уламковою структурою – округлі зерна кварцу, зцементовані андалузитом і дистеном [2]. Кварцити вміщують до 80 % SiO₂, 12–20 % Al₂O₃, 1,5–5,0 % K₂O [2]. Вони складаються з кварцу, андалузиту, дистену, мусковіту. Трапляються ставроліт, турмалін, графіт, циркон, діаспор, пірофіліт. Дистен достовірно визначений у Кривбасі вперше.

Андалузит утворює в андалузит-мусковітових кварцитах (часто в парагенезисі з дистеном) гніздоподібні скупчення, інколи – великі порфіробласти (до 10 мм у перерізі) (див. рис 1, 2). Він представлений ізометричними кристалами призматичного габітусу, безколірними зі слабким рожевим відтінком, містить дрібні пілеподібні вкраплення вуглистої речовини; $n_g = 1,650 \pm 0,002$; $n_p = 1,639 \pm 0,002$; загасання пряме, подовження від'ємне, двоосьовий від'ємний. Головні лінії на рентгенограмі: 4,53; 2,17; 1,46. Наявні домішки кварцу. Спектральним аналізом виявлено, %: V – 0,001; Cr – 0,001; Zr – 0,002; Nb – 0,001; Cu – 0,0001; Ga – 0,001; Be – 0,0001; Ti – 0,05. Кристалохімічна формула андалузиту за хімічним аналізом: Al_{1,82}Si_{1,17}O₅ [2]. Іноді по андалузиту розвиваються вторинний пірофіліт (див. рис.1) та діаспор (див. рис. 2).

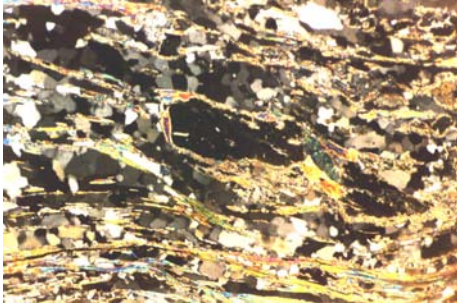


Рис. 1. Мікрофотографія андалузит-мусковітового кварциту. КНГС, зразок 10203, гл. 2332–2341 м. У центрі – призматичний кристал андалузиту (темне) з тонкою світлою облямівкою мусковіту та вторинного пірофіліту. Плоскопаралельну текстуру кварциту відображають однаково орієнтовані пластини мусковіту. З аналізатором, 60[×].



Рис. 2. Мікрофотографія дистен-андалузит-мусковітового кварциту. КНГС, зразок 10203, гл. 2293–2299 м. Ліворуч – скелетні порфіробласти дистену (з високим рельєфом). Праворуч – ізометричні порфіробласти андалузиту з нижчим рельєфом та невеликими вторинними вкрапленнями діаспору (з великим рельєфом). Порфіробласти дистену й андалузиту облямовані субпаралельно орієнтованими пластинчастими кристалами мусковіту. Без аналізатора, 30[×].

Дистен із дистен-андалузит-мусковітових кварцитів представлений призматичного габітусу кристалами з дуже доброю спайністю, а також у вигляді плоских подовжених зерен ланцетоподібної форми; безколірний з ледве вловимим зеленкувато-блакитно-сірим відтінком, блиск скляний; $n_g = 1,729 \pm 0,002$; $n_p = 1,717 \pm 0,002$; подовження додатне, $cN_g - 30^\circ$; двоосьовий від'ємний. Поверхня зерен часто вкрита дрібними тріщинками спайності. Містить вкраплення вуглецевої речовини й інших мінералів. Головні лінії на рентгенограмі: 3,32; 3,17; 1,37. За хімічним складом дистен порівняно чистий, за винятком незначної домішки SiO_2 [2]. Є також невелика кількість оксидів заліза (0,18 %), титану, що, мабуть, пов'язане з дрібними включеннями рутилу. За результатами спектрального аналізу дистен вміщує, %: Ni – 0,0002; V – 0,001; Zr – 0,002; Nb – 0,001; Cu – 0,0001; Ga – 0,001; Be – 0,0001; Ti – 0,1. Кристалохімічна формула дистену за хімічним аналізом: $\text{Al}_{1,85}\text{Si}_{1,15}\text{O}_5$ [2].

Мусковіт трапляється у вигляді пластинок, лусочок (див. рис. 1, 2), безколірний, з перламутровим блиском; двоосьовий від'ємний; $n_m = 1,602 \pm 0,002$. Рентгено-спектральний мікроаналіз (РСМА) мусковіту, %: $\text{SiO}_2 - 45,30$; $\text{TiO}_2 - 0,16$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 36,69$; $\text{Na}_2\text{O} - 0,69$; $\text{K}_2\text{O} - 8,56$.

Кристалохімічна формула за РСМА: $\text{K}_{0,76}\text{Na}_{0,09}\text{Al}_{3,0}\text{Si}_{3,14}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (КСНГ, зразок 10203, гл. 2295 м, кварцит з мусковітом, андалузитом, дистеном, діаспору, пірофілітом). Є ще один хімічний аналіз мусковіту [2], його кристалохімічна формула: $\text{K}_{0,56}\text{Na}_{0,07}\text{Al}_{2,62}\text{Si}_{3,07}\text{O}_{10}(\text{OH})_{1,94}$, зразок 10131, гл. 2277 м). Нестача K, Al та надмір Si, ймовірно, пов'язані з домішкою пірофіліту, яка становить близько 40 %.

Іноді в кварцитах простежується безбарвний вторинний **діаспор**, який розвивається по андалузиту (див. рис. 2). Поверхня зерен нерівна, кородована. Двозаломлення високе – 0,030; знак головної зони від'ємний, зрідка – додатний; великий кут $2V$; $n_g = 1,743$; $n_p = 1,710$. Трапляється також вторинний пірофіліт, який разом із діас-

пором утворює скупчення дрібних безбарвних лусочок, оточених мусковітом, або формує тонку облямівку навколо порфіробласту андалузиту (див. рис. 1).

Мінеральний склад кварцитів КНГС відображає фізико-хімічні умови регіонального метаморфізму та накладеного діафторезу. За гранат-біотитовим геотермометром [1] по розрізу КНГС визначено вертикальну метаморфічну зональність з палеоградієнтом ранньопротерозойського метаморфізму близько 30 град/км. На глибині 2300 м температура метаморфізму – 500–520°C, а загальний тиск за андалузит-дистеновою рівновагою – 360–380 МПа (що відповідає глибині близько 13 км). Справді, на денній поверхні у Кривбасі широко розвинутий андалузит у ставролітовій субфації епідот-амфіболітової фації, а дистен виявлено лише в КНГС, що свідчить про важливе значення збільшення загального літостатичного метаморфічного тиску для формування дистену. Діаспор та пірофіліт є вторинними мінералами, які розвиваються по андалузиту, дистену. Температура накладеного діафторезу приблизно 400°C [1, 2].

Генезис дистен-андалузит-мусковітових кварцитів є досить складною проблемою. Ці кварцити переходять від плагіогранітів, у яких простежується поступове зменшення вмісту плагіоклазу до повного зникнення. Порівняно з плагіогранітами, у кварцитах дещо підвищений вміст SiO₂ (до 80 %), Al₂O₃ (до 20 %) та K₂O (до 5 %), постійний – TiO₂ (0,4 %), а вміст інших головних компонентів (основ) дуже низький. Такі хімічні зміни можна пояснити гідротермальним кислотним метасоматозом плагіогранітів, за якого вміст SiO₂, Al₂O₃, K₂O, TiO₂ практично сталий, а головні компоненти – FeO, MgO, CaO, Na₂O – виносяться (крім K₂O, який привноситься).

Умови кислотного метасоматозу, внаслідок якого утворюються вторинні кварцити, відповідають середньотемпературним умовам (звичайно 300–450°C) у зонах високої проникності для гідротермальних флюїдів. Увесь комплекс порід Кривбасу, в тому числі вторинні кварцити, був перероблений накладеними пластичними деформаціями та регіональним метаморфізмом епідот-амфіболітової фації з утворенням андалузит-дистенових метаморфічних кварцитів.

1. *Белевцев Р.Я., Белевцев Я.Н., Курлов Н.С., Решетняк В.В.* Глубинная геологическая структура и вертикальная метаморфическая зональность Криворожского железорудного бассейна (по данным сверхглубокого бурения) // Геол. журн. 1990. № 2. С. 101–119.
2. *Белевцев Р.Я., Курлов Н.С., Спивак С.Д., Скорбун Г.В.* Минералого-петрографические данные по КСГС // Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Т. 6: Метаморфизм. К., 1989. С. 50–53.
3. *Белевцев Р.Я., Спивак С.Д., Жовінський Е.Я., Белевцев О.Р.* Вивчення вертикальної геохімічної зональності в гранітоїдах масивів Українського щита // Проблеми прикладної геохімії. К., 1999. С. 21–26.

**DIASPORE, DISTHEN AND ANDALUSITE IN QUARTZITES
OF THE KRYVYI RIH BASIN**

R. Belevtsev, S. Spivak

*Institute of Environment Geochemistry of NAS
acad. Palladin Av. 34 a, UA – 03142 Kyiv, Ukraine
E-mail: CENTER@radgeo.freenet.kiev.ua*

Disthen, andalusite, diaspore and other minerals have been investigated in aluminiferous muscovite quartzites of Kryvyi Rih basin. Mineralogical characteristic and physical-chemical conditions of their formation are given. The find of disthen on depth about 3 km during drilling Kryvoriz'ka superdeep borehole testifies to reach in these conditions general metamorphic pressure necessary for this mineral formation. The formation of diaspore and pyrophyllite is an attribute of diaphthoresis processes.

Key words: diaspore, disthen, andalusite, muscovite, pyrophyllite, quartzite, metamorphism, diaphthoresis, Kryvyi Rih basin.

Стаття надійшла до редколегії 24.05.2002
Прийнята до друку 19.09.2002