

УДК 553.576.061.11:549.08(477.6)

МІНЕРАЛЬНІ НОВОУТВОРЕННЯ НА КВАРЦОВИХ ЗЕРНАХ

Л. Маметова

*Інститут геотехнічної механіки імені М. С. Полякова НАН України,
вул. Сімферопольська, 2а, 49005 м. Дніпропетровськ, Україна
E-mail: igtm@nas.gov.ua*

Досліджено появу новоутворень каолініту й дикіту на кварцових зернах пісковиків вугільних родовищ Донбасу. Зроблено спробу узгодити умови їхнього утворення з процесами деформації та гідратації кварцу.

Ключові слова: каолініт, дикіт, кварц, пісковики, карбон, Донбас.

За класифікацією мінералів Є. Лазаренка, через усі процеси мінералоутворення проходять силікати й алюмосилікати, серед яких – каолініт і дикіт. У теригенних відкладах Донбасу про них уперше згадали наприкінці XIX–на початку XX ст. Детальний огляд цих знахідок з конкретним зазначенням стратиграфічного положення наведений у монографії [7] і багатьох статтях [1–3, 5, 6, 8, 9, 11, 12]. У працях цих науковців визначено видові форми каолініту в пісковиках, аргілітах та у вугіллі від нижнього до верхнього карбону. Щодо дикіту, то свідчення про його поширення в карбоні Донбасу та генезис наведені в працях [2, 8, 12]. Дикіт виявили в Центральному і Краснодонському промислових районах у породах і вугіллі кількох світів: білокалітвинської (C_2^4), кам'янської (C_2^5), алмазної (C_2^6). Також описано виділення дикіту у візейських відкладах Дніпровсько-Донецької западини [11].

Наша мета – дослідження умов появи новоутворень каолініту й дикіту на кварцових зернах пісковиків середнього карбону Донецького вугільного басейну.

У розрізі Донбасу каолініт наявний у вугільних пластах у вигляді прошарків (до 0,20 м) досить значної протяжності [1], в аргілітах – у складі агрегату монтморилоніту, гідрослюд та ін. За нашими спостереженнями [9], каолініт є не тільки в цементі пісковиків і в прошарках, а також у вигляді новоутворень на зернах кварцу з деформованою структурою, серед польових шпатів. Такий каолініт має форму окремих лусочок, їхніх агрегатів, розташованих на поверхні кварцу, іноді як скупчення фіксований в оточенні гідрослюд. По периферії вугільного басейну, у Красноармійському районі (рис. 1), на шахті Краснолиманська в пісковиках верхньої частини кам'янської світи (C_2^5) на зернах пластично деформованого кварцу виявлено стрічкоподібні скупчення каолініту, орієнтовані субпаралельно до смужок Бьома (площин ковзання) (рис. 2).

Це пісковики середньозернистої структури зі значною (~ 24 %) часткою зерен фракції > 0,5 мм. Рівень післяседиментаційних змін пісковиків, за М. Вассоевичем, відповідає середній стадії катагенезу (МК₂). Пласти вугілля цієї світи належать до марки Г. Агрегати каолініту на кварцових зернах складені з середніх і дрібних лусочок. “Стрічки” каолініту не перетинають регенераційної облямівки кварцу пісковиків.

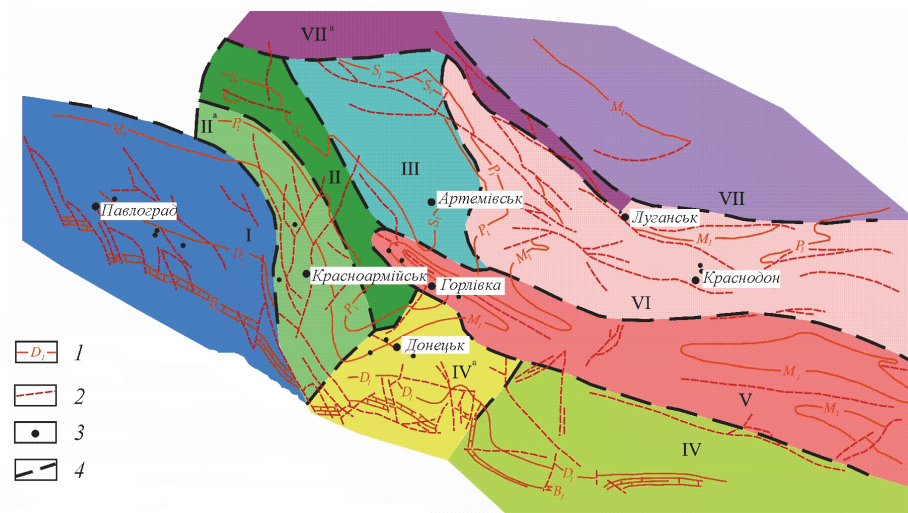


Рис. 1. Геолого-структурна схема Донецького басейну, за В. Поповим:

1 – виходи граничних вапняків на поверхню карбону; 2 – тектонічні порушення; 3 – шахти; 4 – межі структурних зон, за В. Поповим: I – Новомосковсько-Петропавлівська монокліналь; II – Кальміус-Торецька улоговина; III – Бахмутська улоговина; IV – південна зона дрібної складчастості; IV^a – підзона поперечних дислокацій; V – зона великих лінійних складок; VI – північна зона дрібних складок; VII – Старобельсько-Міллерівська монокліналь; VII^a – підзона великих антиклінальних піднять.

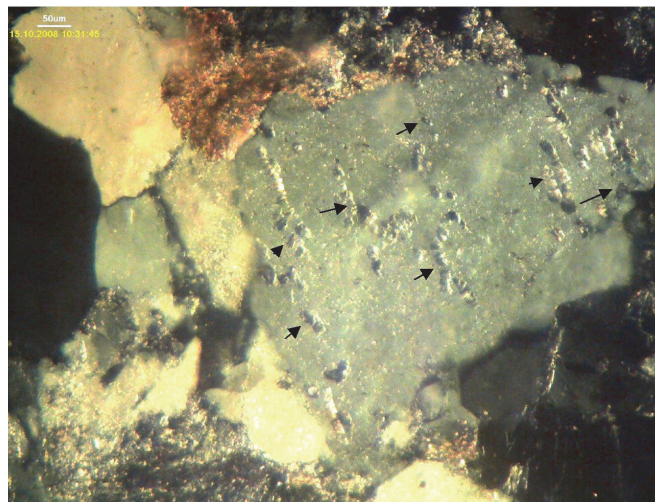


Рис. 2. Каолініт уздовж смужок Бьом кварцу в пісковіку (гл. 830,0 м); з аналізатором.

Регенераційні облямівки виникли за умов напружено-деформаційного стану уламкових зерен кварцу та процесів перерозподілу SiO₂ (розчинення під тиском).

З'ясовано [4, 9, 10 та ін.], що розчинення кварцу пов'язане з недосконалістю й високою дефектністю кремнекисневої сітки, зумовленої невеликою товщиною шарів і наявністю на їхній поверхні структурних ОН-груп. Такий процес можливий лише між зернами з кутковою неузгодженістю оптичних осей на контакті – у середньому 60°. Причому

розчиняється те зерно, яке перебуває в напруженому стані. Наявність води у вигляді адсорбційної плівки підсилює каталітичний ефект і швидкість реакцій. Роль води полягає в гідролізі сильного зв'язку Si–O–Si на лініях дислокацій і утворенні силанольних груп (Si–OH·HO–Si), менш “жорстких”, ніж зв'язки Si–O [4, 10]. Нарощування регенераційних облямівок також відбувалось завдяки надлишку діоксиду кремнію в разі корозії польових шпатів, які постачали в порові розчини леткі компоненти, K, Na, Al для подальшого утворення центрів кристалізації аутигенних мінералів (серед них каолінит і дикіт). Наявність водного флюїду і напруження сколювання визначають каталітичний ефект швидкості геохімічних реакцій. Можна припустити, що регенерація уламкового кварцу відбулась на ранніх етапах катагенезу, а утворенню каолініту сприяла зміна геохімічних умов, спровокована динамічними явищами. В інших пробах цього ж горизонту світи простежується концентрація дрібних модифікацій каолініту в центрі окремих індивідів кварцу.

Як відомо [6, 13], у мінералах групи каолініту ємність катіонного обміну дуже мала (порівняно з іншими глинистими мінералами). Ці мінерали можуть адсорбувати додаткові катіони в місцях ненасичених валентностей на ребрах кристалів і в ділянках локальних порушень структури. Якщо в іонно-обмінних реакціях провідну роль відіграють ребра і поверхня кристалів, то ємність катіонного обміну каолініту зростає зі зменшенням розміру часточок. Щодо ємності аніонного обміну, то завдяки наявності йонів (OH)[–] на зовнішніх частинах шарів у каолініту вона досить висока.

“Малий” (колоїдальний) розмір частинок каолініту зумовлює їхню поверхневу активність. Каолінит з недосконалою структурою відрізняється підвищеною гідрофільністю, адсорбційною здатністю, каталітичною активністю, ємністю обмінних основ та ефективною питомою поверхнею. Найвищий градієнт концентрації катіонів утворюється між поровою водою і каолінітом, що сприяє інтенсивному перетворенню його структури та, можливо, поліморфному переходу каолініт → дикіт.

На південний схід від шахти Краснолиманська на межі кам'яньської й алмазної світи у пісковиках k_8Sl_1 шахти імені О. Г. Стаханова з аналогічним рівнем катагенезу на кварцових зернах виявлено скупчення дикіту (рис. 3).

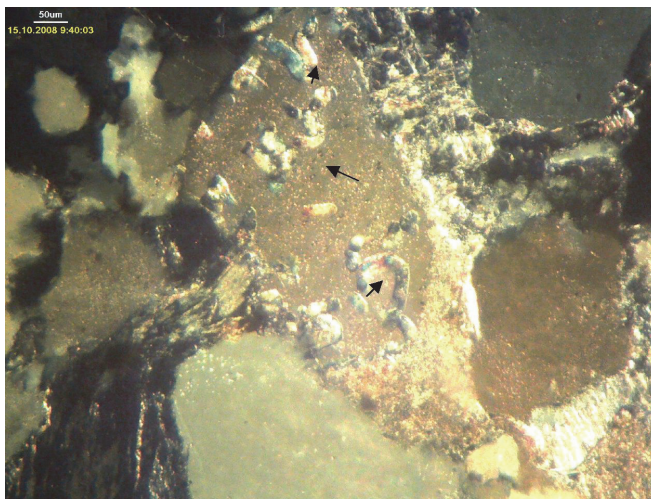


Рис. 3. Скупчення дикіту на зерні кварцу в пісковику k_8Sl_1 (гл. 986,0 м); з аналізатором.

Дикіт поширений серед пісковиків того ж фаціального генезису, що й каолініт. Під мікроскопом цей мінерал виглядає як ізометричні зернятка-шестигранники, часто утворює пакети-скупчення вигнутої червоподібної форми, які також розташовані на поверхні кварцу. Дрібні виділення дикіту фіксували на окремих зернах як агрегати тоненьких пластинок, які за формою схожі на “стоси книжок”, іноді вигнутих. Деякі дослідники ідентифікували ці пластинки як каолініт. Однак дикіт оптично позитивний (на відміну від каолініту), кут загасання у нього вдвічі більший – 7–13°.

Дикіт у відкладах західної частини басейну ніким не описаний, а ті прояви, що відомі за працями попередників [7, 8, 12] у центральних і східних районах, були переважно у прожилках. Послідовність утворення мінералів у прожилках кварц–дикіт–кальцит (нерідко з сульфідами) свідчила про гідротермальне походження цієї асоціації. Екзогенний пізньодіагенетичний дикіт [2] траплявся в тріщинах вугільних пластів і карбонатних конкрецій.

На сході Донбасу – у Краснодонському районі – каолініт і дикіт зафіксовані на кварцових зернах пісковиків у тій же кам’яній світі, проте в її нижній частині (K_1Sk_1). Щодо ступеня вуглефікації пластів у цій ділянці родовища, то це район поширення вугілля марок ГЖ і К. Тобто рівень катагенетичних змін пісковиків вищий (св. Д-2312, шахта Самсонівська-Західна), ніж на заході, однак на формі новоутворень це не позначилось. Каолініт простежувався по периферії зерен кварцу – на межі з його регенераційною облямівкою та вздовж смужок Бьома – слідів пластичної деформації структури кварцу (рис. 4).

Домінуючими площинами ковзання в кварці пісковиків, за даними [4, 9], є площини базису (0001) або призми $\{10\bar{1}0\}$. Неодноразова активізація тектонічних рухів зі зміною умов деформації (розтягування, стискування та зсування) сприяла аутигенному мінералоутворенню.

На ділянці Краснодонська Глибока (св. Е-3379), як і на заході в пісковиках шахти імені О. Г. Стаханова, дикіт утворює на кварцових зернах скупчення тоненьких лусочок такої ж вигнутої червоподібної форми. Ці агрегати розташовані “ланцюжком” уздовж довгої осі зерна кварцу і супроводжуються мікротріщинками (рис. 5).

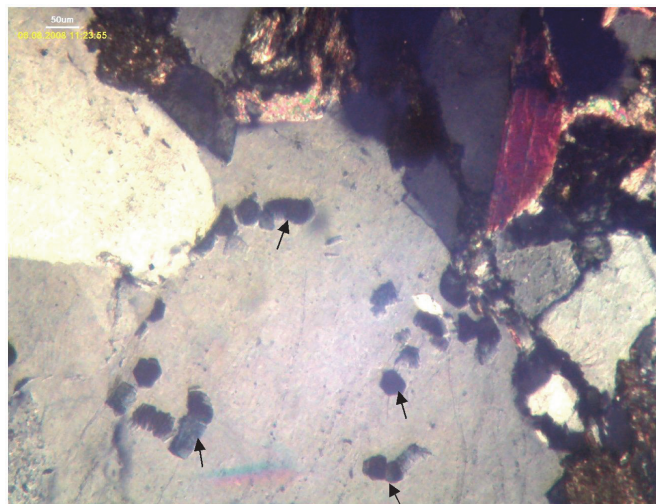


Рис. 4. Новоутворений каолініт уздовж смужок Бьома зерна кварцу в пісковіку (гл. 1 013,0 м); з аналізатором.



Рис. 5. Агрегати дикіту на зерні кварцу в пісковикі K_1Sk_1 , MK_4 (гл. 1 337,7 м); з аналізатором.

Петрографічні спостереження зафіксували появу нових водних мінералів – каолініту й дикіту – на гідратованій поверхні зерен кварцу. Більшість сучасних концепцій росту кристалів ґрунтується на уявленні про адсорбцію речовини в місцях дислокацій та інших дефектів на поверхні зерен [4, 13]. Адсорбція речовини відбувається в місцях будь-яких дефектів поверхні зерна та пластичної деформації. Дикіт утворився пізніше – у нових умовах переходу від деформації розтягу до стиснення [9]. Хімічний склад і структура цих мінералів, їхнє порівняння між районами поширення та з ранніми генераціями є предметом подальших досліджень.

Отже, розташування лусочок каолініту на зернах пластично деформованого кварцу (поблизу смужок Бьома або вздовж них) свідчить про кристалізацію його й дикіту з розчинів, що циркулювали в період активізації тектонічної діяльності по тріщинах.

Поява новоутворень каолініту й дикіту на кварцових зернах пісковиків карбону не випадкова. Її передумови: а) пластичні деформації структури кварцу; б) гідратація поверхні зерен (розчинення й регенерація кварцу) з утворенням поверхневих силанольних груп $Si-OH-NO-Si$, руйнування яких і подальша дегідроксилізація поверхні зумовлює гідратацію катіонів K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} з порових розчинів; в) центри кристалізації мінеральних новоутворень виникають по вигнутих межах смужок деформації та в інших місцях інтенсивних порушень структури кварцу, зумовлених неодноразовими тектонічними рухами різного типу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зарицкий П. В. Изменение состава межугольных прослоев (тонштейнов) при переходе от каменных углей к антрацитам / П. В. Зарицкий // Минералогия рудных месторождений Украины. – Киев : Наук. думка, 1984. – С. 101–106.

2. Зарицкий П. В. Новые сведения о распространении и генезисе диккита в карбоне Донбасса / П. В. Зарицкий // *Минералогия рудных месторождений Украины*. – Киев : Наук. думка, 1984. – С. 94–100.
3. Карпова Г. В. Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях / Г. В. Карпова. – М. : Недра, 1972. – 174 с.
4. Кристи Дж. М. Деформационные структуры в минералах / Дж. М. Кристи, А. Дж. Эрделл // *Электронная микроскопия в минералогии*. – М. : Мир, 1979. – С. 363–391.
5. Куковский Е. Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов / Е. Г. Куковский. – Киев : Наук. думка, 1966. – 131 с.
6. Куковский Е. Г. Превращения слоистых силикатов / Е. Г. Куковский. – Киев : Наук. думка, 1973. – 103 с.
7. Лазаренко Е. К. Минералогия Донецкого бассейна. Ч. 2 / Е. К. Лазаренко, Б. С. Панов, В. И. Павлишин. – Киев : Наук. думка, 1975. – 502 с.
8. Логвиненко Н. В. О дикките / Н. В. Логвиненко, В. А. Франк-Каменецкий // *Докл. АН СССР*. – 1962. – Т. 143, № 5. – С. 1186–1189.
9. Маметова Л. Ф. Структурно-мінералогічні перетворення газоносних пісковиків Донбасу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук / Маметова Людмила Федорівна. – Дніпропетровськ, 2011. – 20 с.
10. Мицюк Б. М. Физико-химические превращения кремнезема в условиях метаморфизма / Б. М. Мицюк, Л. И. Горогоцкая. – Киев : Наук. думка, 1980. – 236 с.
11. Поляк Р. Я. О дикките в песчаниках визейских нефтегазоносных отложений Днепровско-Донецкой впадины / Р. Я. Поляк, А. А. Никитина // *Литология и полезные ископаемые*. – 1982. – № 3. – С. 114–120.
12. Родионова А. Е. О генезисе диккита и его распространении в карбоновых отложениях Донбасса / А. Е. Родионова, М. С. Ковальская // *Минералогия осадочных образований*. – Киев : Наук. думка, 1974. – С. 107–114.
13. Файф У. Флюиды в земной коре / У. Файф, Н. Прайс, А. Томпсон. – М. : Мир, 1981. – 435 с.

*Стаття: надійшла до редакції 22.06.2015
прийнята до друку 04.09.2015*

NEOCRSTALLIZATION ON QUARTZ GRAINS

L. Mametova

*M. S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics of NASU,
2a, Simferopolska St., 49005 Dnipropetrovsk, Ukraine
E-mail: igtmnanu@yandex.ru*

Kaolinite and dickite neocrystallization on quartz grains from sandstones of Donbas coal deposits have been investigated. Kaolinite is present in coal seams in layers up to 20 cm and quite considerable length, in argillites it is in the aggregates of montmorillonite, hydromicas and other minerals. We found kaolinite in the form of neocrystallizations on quartz grains with deformed structure and among the feldspars. Dickite distributes among the sandstones of the same facies genesis, that kaolinite. Note that dickite in the sediments of the Donbas western part has not been described, and the occurrences, known due to the contributions of the predecessors in the central and eastern regions, were mainly in veinlets.

Petrographic observations have documented the emergence of new water-minerals – kaolinite and dickite – on the hydrated surface of quartz grains. Most modern concepts of crystal growth is based on the notion of the adsorption of substances in places of dislocations and other defects on the surface of the grains; the adsorption of the substance happens at the location of any defects of the grain surface and plastic deformation. Dickite formed later – in the new conditions of transition from elongation to compression. The location of kaolinite flakes on the plastically deformed grains of quartz (near Böhme lines or along them) testifies to its crystallization of kaolinite and dickite from fluids that circulated in cracks during the tectonic activity.

The appearance of kaolinite and dickite growths on the quartz grains of the Carboniferous sandstones in Donbas is not random. Its prerequisites were such as (1) plastic deformation of the quartz structure; (2) the hydration of grain surface (dissolution and regeneration of quartz) with the formation of surface silanol groups Si–OH·HO–Si; their destruction, as well as further dehydroxylation of the surface causes hydration of the cations K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} from pore fluids; (3) centres of crystallization of mineral growths occur on the curved boundaries of deformation bands and in the other places of intense disturbances of the quartz structure, due to repeated tectonic movements of various types.

Key words: kaolinite, dickite, quartz, sandstones, Carboniferous period, Donbas.

МИНЕРАЛЬНЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ НА КВАРЦЕВЫХ ЗЕРНАХ

Л. Маметова

*Институт геотехнической механики имени Н. С. Полякова НАН Украины,
ул. Симферопольская, 2а, 49005 г. Днепропетровск, Украина
E-mail: igtm@nas.gov.ua*

Исследовано появление новообразований каолинита и диккита на кварцевых зернах песчаников угольных месторождений Донбасса. Сделано попытку согласовать условия их образования с процессами деформации и гидратации кварца.

Ключевые слова: каолинит, диккит, кварц, песчаники, карбон, Донбасс.