

УДК 549.623.7(477)

**ДОНБАСИТ І АЛУШТИТ: КРИСТАЛОХІМІЧНІ ТА ГЕНЕТИЧНІ
ОСОБЛИВОСТІ, ПРОБЛЕМИ ТЕРМІНОЛОГІЇ
(до 90-річчя від дня народження Є.К. Лазаренка)**

В. Мельников, В. Павлишин

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України
03680 м. Київ, просп. акад. Палладіна, 34*

Донбасит і алушитит, що їх відкрили Є.К. Лазаренко (1942) та П.А. Двойченко (1914) відповідно, пізніше було названо судоїтом і тосудитом. Запропоновано трактувати діоктаедричні хлорити як члени ізополіморфних рядів кужеїт–дикіт і судоїт–серпентин. Для мінералів першого ряду доцільно вживати термін донбасити, другого – судоїти. Донбасит і алушитит кристалізуються в умовах підвищеної активності Al, Na, Li та $pH > 7$ як фази, альтернативні дикіту. Регіональне поширення донбаситу й алуштити пов'язане з телетермальним метаморфізмом палеозойських аргілітів Донбасу та Криму.

Ключові слова: діоктаедричний хлорит, донбасит, алушитит, судоїт, тосудит, дикіт, серпентин.

З іменем Євгена Костянтиновича Лазаренка пов'язане відкриття *донбаситів* (діоктаедричних хлоритів) – мінералів, регіонально поширених на теренах України (Донбас, Дніпровсько-Донецька западина, Крим) [18]. На жаль, з різних причин *донбасити* увійшли в систематичну мінералогію під назвою *судоїти*. У палеозойських сланцях Донбасу Є.К. Лазаренко знайшов ще один новий, унікальний за структурою мінерал – *тарасовіт*. Ці відкриття активізували дослідження процесів мінералоутворення в умовах телетермального метаморфізму (флішоїдні товщі Донбасу, Криму). В Донбасі діоктаедричні хлорити утворилися внаслідок взаємодії середньо-низькотемпературних гідротерм з аргілітовим матеріалом сланців. Їхня кристалізація відбувалася і в мікротріщинах навколишніх порід, і в потужних кварц-карбонатних жилах. Значна кількість діоктаедричного хлориту як складової частини змішаношаруватої фази хлорит–сметит утворилася під час низькотемпературної переробки аргілітових сланців Криму [4].

Так сталося, що діоктаедричний хлорит, описаний В.Я. Самойловим 1906 р. [21] і Є.К. Лазаренком 1940 р. з Донбасу [6], а 1952 р. з Уралу [9], тобто набагато раніше японських мінералогів [30], отримав іноземну назву – *судоїт* [25]. Подібна історія трапилася з упорядкованим змішаношаруватим мінералом типу діоктаедричний хлорит–бейделіт, який з “легкої руки” В.А. Франк-Каменецького та інших [23] одержав назву *тосудит*. Парадокс полягає в тому, що саме цей мінерал, детально описаний П.А. Двойченко [1], О.Є. Ферсман ще 1914 р. запропонував назвати *алушититом*. Історію дослідження алуштити простежив П.М. Карташов [4].

Можна зрозуміти, як склалася така історична несправедливість. Окрім методичних недопрацювань (не було рентгеноструктурної “ревізії” описаного матеріалу),

цьому сприяло ігнорування пріоритету вітчизняної мінералогії. І ще один важливий висновок – треба з повагою ставитися до результатів наших попередників, навіть якщо вони отримані в “дорентгенівський” період розвитку мінералогії. Невеликий історичний екскурс у мінералогію шаруватих силікатів дасть змогу ліпше зрозуміти, якої шкоди може завдати політика наукового ізоляціонізму.

У 60-х роках минулого сторіччя простежувалася інтенсифікація досліджень мінералів шаруватої структури. Багато з них є породоутворювальними. Удосконалення рентгенівських методів привело до низки мінералогічних сенсацій – відкриття серед шаруватих силікатів (слюди, хлорити, групи каолініту й серпентину) структурних політипів і виявлення силікатів змішаношаруватої структури (коренсит, алевардит = ректорит). Особливу увагу привертають змішаношаруваті фази з упорядкованою структурою, класифікаційний статус яких не був достатньо зрозумілим (мінерали чи мінеральні суміші?).

Є.К. Лазаренко, уважно стежачи за тенденціями розвитку сучасної мінералогії, не був осторонь цієї проблеми. Він брав активну участь у дискусії про статус змішаношаруватих мінералів і висловив думку, що їхні упорядковані форми необхідно розглядати як мінерали [13]. Для підкріплення цього погляду учений почав досліджувати деякі недостатньо вивчені шаруваті силікати; до того ж, у нього була особиста унікальна колекція мінералів з Нагольного пасма (Донбас). Він досліджував слюдоподібний мінерал з Нагольної Тарасівки, який передбачав як новий вид, запропонував модель [10], яка враховувала наявність у структурі нового мінералу слюдяних шарів (парагоніту й мусковіту) разом з шаром, що розбухає (бейделіту), підтвердив це рентгеноструктурним аналізом [12]. У 1970 р. цей мінерал під назвою тарасовіт затверджено як новий мінеральний вид.

Унікальність тарасовіту полягає в тому, що в його структурі чергуються чотири шари – $A_1A_2A_1B$ (A_1 – парагоніт, A_2 – мусковіт, B – бейделіт). Зауважимо, що дуже великий період чергування ($\sim 44 \text{ \AA}$) створює методичні перешкоди для рентгенівської діагностики подібних структур. У стандартних рентгенівських камерах того часу могла бути виявлена в ліпшому випадку тільки слюдоподібність таких мінералів. Надалі цей недолік апаратури позначився на дослідженнях донбаситу й алуштити.

Тарасовіт – рідкісний мінерал, його взірці є музейними раритетами. Проте один з важливих елементів структури тарасовіту – пара шарів парагоніт–бейделіт – є основою структури іншого мінералу – ректориту, поширеного у кварцових жилах Донбасу [3, 17]. Наявність бейделітового шару зі значним міжпакетним зарядом – характерна особливість багатьох змішаношаруватих структур (іноді через смектиновий характер бейделіту його ототожнюють з монтморилонітом, що абсолютно неправомірно). На перший погляд, утворення ректориту можна пояснити дефіцитом у розчині натрію для кристалізації парагоніту. Проте альтернативний ректориту парагенезис парагоніт+бейделіт ніколи не простежувався, і це доводить, що важливим чинником для утворення ректориту є не стільки склад розчинів, як термодинамічна стабільність структури мінералу в певному температурному полі. Для підтвердження цієї тези можна нагадати, що в Нагольному пасмі знайдено ще один унікальний змішаношаруватий мінерал, для якого Є.К. Лазаренко запропонував назву *лутугініт*.

У 1973 році В.С. Мельников і В.А. Жулід описали змішаношарувату фазу, зовні подібну до ректориту, але з періодом структури, удвічі більшим ($\sim 49 \text{ \AA}$) [17]. Рент-

генівськими методами виявлено, що структура складається з шарів парагоніту (A_1), діоктаедричного хлориту (D) і бейделіту (B). Елементарна комірка містить чотири шари (як у тарасовіті), що чергуються за мотивом A_1DA_1B . Пара шарів парагоніт–бейделіт (A_1B) ідентична ректориту, однак пара діоктаедричний хлорит–парагоніт (DA_1) невідома як мінеральний вид. Проти існування мінералу з такою структурою нема будь-яких кристалохімічних заперечень. Навпаки, досить поширений мінерал тосудит = діоктаедричний хлорит+бейделіт можна розглядати як структурний аналог такої структури. Він утворюється в умовах зниження температури і регресуючої активності натрію. Лутугініт, з урахуванням його парагенезису з донбаситом, кристалізувався в умовах вищої температури, ніж ректорит, і, тим паче, тосудит.

Отже, стабільність змішаношаруватої структури залежить не тільки від конституції шарів, що утворюють структуру, а й від типу перешаровування. Можна вважати, що стабільність структури лутугініту зобов'язана парі донбасит–парагоніт. Гідротермальні жили Донбасу утворились у такому широкому інтервалі температури, що їх можна розглядати як своєрідний природний полігон, на якому “випробувалась” стабільність шаруватих силікатів з різними структурними мотивами. На жаль, ніхто з мінералогів структурного фаху не звернув уваги на автентичність донбаситу як нового мінералу.

Історія відкриття [20] діоктаедричного хлориту – донбаситу – безпосередньо пов'язана з Нагольним пасмом. Нагадаємо тільки деякі принципові моменти. В 1940 р. Є.К. Лазаренко описав мінерал, за складом близький до каолініту, проте він мав певні морфологічні й фізичні відмінності [6]. Для нього запропоновано назву донбасит, оскільки Є.К. Лазаренко був переконаний у тому, що це новий мінерал. Він виділив донбасити як нову групу мінералів. Незважаючи на те, що подібний за складом мінерал, описаний В.Я. Самойловим [21], зачислений до хлориту [31], у наступні роки класифікаційний статус донбаситу був невизначеним.

Два важливі моменти визначили подальшу, навіть драматичну історію донбаситу. Провідну роль відіграв той факт, що перший хімічний аналіз донбаситу (на який орієнтувалися мінералоги надалі) був не зовсім коректним, оскільки літій – принципово важливий елемент структури, не визначали. Крім того, дебаєграма донбаситу була неповною, бо найважливіший рефлекс 14 \AA , головний для хлоритової структури, не зафіксовано [8]. Тому другий порядок відбиття (7 \AA) інтерпретовано як перший від каолінітової структури, а на важливий діагностичний рефлекс $4,8 \text{ \AA}$ ніхто не звернув уваги. Парадоксально, але через п'ять років унаслідок подібної методичної помилки алуштит діагностували як суміш мінералів [15]. Певну плутанину під час ідентифікації структури донбаситу внесли Na і Ca , для яких зафіксовано підвищений вміст. На підставі хімічного аналізу і дебаєграми Г. Штунц [29] зачислив мінерал до групи каолініту. Однак ще 1956 р. В.І. Міхєєв, використовуючи повну рентгенограму, правильно визначив донбасит як багатий на алюміній хлорит [19]. Обчислені параметри елементарної комірки однозначно свідчили про діоктаедричну структуру мінералу. В 1950 р. Т. Судо і Х. Кодама виявили діоктаедричний хлорит як структурний елемент змішаношаруватої фази, аналогічної до алуштиту [30]. У 1962 р. Т. Енгельгард та інші [25] запропонували називати діоктаедричні хлорити судоїтами, незважаючи на те, що склад судоїту відповідає формулі $\text{AlMg}_2(\text{OH})_6\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2$. Ця назва закріпилась за всіма діоктаедричними хлоритами. А що стосується донбаситу, то тільки 1967 р. його остаточно визнано як суттєво алюмінієвий діоктаедричний хлорит [2].

У 1970 р. В.С.Мельников і В.А. Жулід дослідили колекцію донбаситів з гідротермальних утворень Північного Донбасу [16]. Несподіваною виявилася висока концентрація в них Li на тлі незначного вмісту Mg та Fe. Деякі з донбаситів за хімічним складом були ідентичні до кукеїту – мінералу переважно пегматитового походження. Після відкриття збагачених літєм донбаситів виникла спокуса трактувати їх як гідротермальні аналоги кукеїту. Однак детальний кристалохімічний аналіз засвідчив, що: вміст літію в донбаситах загалом менший, ніж у стехіометричному кукеїті – $\text{Al}_2\text{Li}(\text{OH})_6\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2$; у складі донбаситу завжди є Mg і Fe^{2+} (зеленкуватий колір!); результатам хімічних аналізів донбаситів відповідає формула $\text{Al}_2\text{Li}_y(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_z(\text{OH})_6\text{Al}_2[\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, де $y+2z = x \leq 1$.

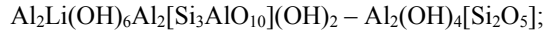
Отже, донбасити – це суттєво глиноземисті хлорити, у структурі яких заміщення $\text{Al} \rightarrow \text{Si}$ компенсоване надходженням у вакантні октаедричні позиції одноповерхового шару $\text{Al}_2(\text{OH})_6$ катіонів Li^+ , Mg^{2+} і Fe^{2+} . Вміст Mg і Fe^{2+} у донбаситах незначний ($\text{Li} > \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}$), і, отже, донбасити відрізняються від судоїту, у бруситовому шарі якого переважають Mg і Fe^{2+} ($\text{Al} < \text{Mg} + \text{Fe}^{2+}$) [24, 27]. З урахуванням обмеженого ізоморфізму Al і Mg у слюдах і хлоритах є підстави розділити діоктаедричні хлорити на алюмінієві та магнезіальні. Відповідно, вони відрізняються і параметрами структури. Тому називати всі діоктаедричні хлорити *судоїтами* абсолютно некоректно, тим більше, що термін *судоїт* закріплений за мінеральним видом певного складу і структури [24, 27].

Як бачимо, кристалохімічна відмінність *донбаситів* і *судоїтів* є вагомим аргументом на користь “корекції” сучасної термінології. Зазначимо, що діоктаедричність структури багатих на алюміній хлоритів визначена жорстким триповерховим (2:1) пакетом пірофіліт-мусковітового типу, який має склад $\text{Al}_2[\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ і заряд x . Саме цей “ідеально” діоктаедричний пакет є спільним структурним елементом діоктаедричних хлоритів. Компенсація заряду в пакеті 2:1 відбувається ізоморфними заміщеннями в гідраргіліт-бруситовому пакеті. Залежно від схеми заміщення можна виділити два кристалохімічні та, мабуть, генетичні типи діоктаедричних хлоритів. Першому типу властиве заміщення вакансій у гідраргілітовому пакеті катіонами Li, Mg, Fe^{2+} . Заповнення всіх октаедрів можливе тільки у разі домінування літію (кукеїт), а з $\text{Mg}(\text{Fe}^{2+})$ 1/6 позицій залишаються вільними ($\text{Al}_2\text{Mg}_{0.5}(\text{OH})_6$). Другий тип утворюється заміщенням частини магнезію бруситового пакета на катіони більшої валентності (Al, Fe^{3+}).

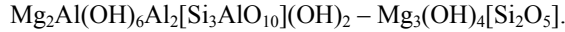
Ступінь заміщення в одноповерховому пакеті залежить від значення x . Якщо $x = 1$, то виникає стабільна структура кукеїту і судоїту. Коли $x = 0$, пакети стають електронейтральними. За хімічним складом така структура відповідає дикіту або серпентину. Однак відомо, що ці мінерали мають іншу, каолінітоподібну структуру. Це зрозуміло, оскільки структура хлориту не може бути стабільною, якщо вона побудована з електронейтральних пакетів. Стабільна хлоритова структура виникає тільки за деякого мінімального значення x ($\approx 0,5$). Такі співвідношення між структурами хлоритів і серпентину (каолініту) можна визначити як ізополіморфізм (термін В. Гольдшмідта). Співвідношення між структурами серпентину і Mg-хлориту досліджені експериментально [26, 28]. Виявилося, що структура хлориту стабільна вище 450–500°C і $x > 0,5$. Можна припустити, що коли нема ізоморфного заміщення $\text{Li} + \text{Al} \rightarrow \text{Si}$, то структура донбаситу трансформується в структуру дикіту. Для донбаситів з Донбасу [14], як свідчать хімічні аналізи, $x = 0,9\text{--}0,7$, та критичне значення x , мабуть, нижче ($\approx 0,5$). Оскільки ймовірність ізоморфних заміщень зростає з підвищенням

температури, то донбасит повинен бути стабільною фазою за високої температури. Справді, ми не виявляємо парагенетичних асоціацій дикіту і донбаситу, бо температурні поля їхньої стабільності суттєво відрізняються. На підставі того, що ізополіморфізм є невід'ємною особливістю діоктаедричних хлоритів, можна виділити такі ряди:

1) ізополіморфний ряд кукейт–дикіт:



2) ізополіморфний ряд судоїт–серпентин:



Отже, підставою для поділу діоктаедричних хлоритів на різні структурні типи є, по-перше, обмежений ізоморфізм Al і Mg у гідрагіліт–бруситовому шарі і, по-друге, наявність ізополіморфних рядів кукейт–дикіт і судоїт–серпентин. З урахуванням змінного складу донбаситів цей термін можна використовувати як загальний, груповий (подібно до плагіоклазів) для мінералів ізополіморфного ряду кукейт–дикіт. Для суттєво магнезійних діоктаедричних хлоритів необхідно залишити назву судоїт. Нагадаємо, що діоктаедричний хлорит із Березівська (Урал) містить ~ 14 % MgO [9], тому він є типовим судоїтом. На жаль, мінералогічна характеристика мінералу не була вчасно підкріплена структурними параметрами. З огляду на досконалий ізоморфізм Mg і Fe, кінцевий залізистий член ряду має право на окрему назву (феросудоїт?). Не можна не брати до уваги наявність ряду феросудоїт–шамозит, кінцеві члени якого співвідносяться як поліморфи. Діоктаедричний хлорит може бути не тільки як самостійна мінеральна фаза, а також як структурний елемент змішаношаруватої фази діоктаедричний хлорит–бейделіт.

Якщо погодитися з поділом діоктаедричних хлоритів на донбасити і судоїти, то логічно розділити змішаношаруваті мінерали на основі діоктаедричного хлориту за таким самим принципом. Оскільки мінерал з шарами судоїту вже має назву тосудит, то назву алуштит можна закріпити за мінеральним видом, структура якого містить донбаситові шари. “Реанімація” алуштиту не тільки є історично справедливою, а й ґрунтується, як довів П.М. Карташов [4], на природному поділі *тосудитів* на глиноземисті (більшість) і багаті на магній (їх менше).

Якщо простежити зміну парагенезисів шаруватих силікатів у гідротермальних утвореннях Донбасу і Криму, то можна побачити певну залежність кристалохімії мінералів від таких параметрів, як температура, активність лугів і рН середовища. Донбас і Крим – два регіони, де донбасит і змішаношарувата фаза на його основі (алуштит) надзвичайно поширені. Та, як не дивно, ці мінерали ніде не трапляються разом. Зрозуміло, що такий антагонізм спричинений різними термодинамічними умовами їхньої кристалізації. Простежується закономірність, що зі зниженням температури стійкою фазою є не донбасит, а тосудит, проте останнім кристалізується не бейделіт, а дикіт.

Виникає питання, чому саме донбасит (а не хлорит або дикіт) є першим шаруватим силікатом, який росте разом (або дещо пізніше) з кварцом і карбонатами. Причина полягає в умовах кристалізації кварцових жил Донбасу. Як засвідчили термобарогеохімічні дослідження, утворення кварцу і карбонатів відбувалось в інтервалі 350–115°C [3, 14]. У високотемпературну стадію (>300°C) у складі розчинів переважали Na^+ , K^+ і Li^+ , а концентрація HCO_3^- була значно вищою, ніж Cl^- і SO_4^{2-} . Саме в цю стадію починав кристалізуватися донбасит. Оскільки верхня температурна межа стабільності дикіту (~400°C) забезпечує його утворення в цю стадію, то можна припустити, що кристалізація донбаситу “провокована” наявністю в розчині

літїю. Однак найважливішим чинником було те, що насиченість розчину HCO_3^- сприяла зв'язуванню іонів Fe^{2+} і Mg^{2+} у структурі сидериту й анкериту. Після кристалізації карбонатів заліза фемічні мінерали у кварцових жилах не утворювались. У складі донбаситу частка Mg і Fe обмежена, однак їхнє значення важливіше зі зниженням температури, коли активність літїю зменшується. Можливо, що донбасит з підвищеним вмістом Mg і Fe кристалізувався за нижчої температури порівняно з кукеїтом. Головними елементами гідротермального розчину були Si, Al і Na. На їхній основі формувалася структура шаруватих силікатів.

Що стосується калію, то його роль у гідротермальному процесі визначена недостатньо. У тих випадках, коли мусковіт простежується, він кристалізується одним із перших (у зальбандах жил). Під час кристалізації кварцу активність калію була невисокою, і, за винятком тарасовіту, силікати з калієм до 300°C не утворювались. Подальше зниження температури розчину ($<250^\circ\text{C}$) супроводжувалось посиленням активності іонів Na^+ і Cl^- разом з послабленням активності HCO_3^- . На цьому етапі треба було очікувати кристалізацію парагоніту.

Як не дивно, парагоніт не є поширеним мінералом кварц-анкеритових жил, а за температури до $250\text{--}200^\circ\text{C}$ звичайно утворюється змішаношарувата фаза парагоніт-бейделіт, упорядкована форма якої відома як ректорит. Зауважимо, що в структурі ректориту "сингенетичним" обмінним катіоном є натрій. Отже, Li і Na (головні лужні елементи гідротермального розчину) ефективно зв'язувались у структурі тільки двох мінералів – донбаситу і ректориту. Надзвичайно поширений парагенезис донбасит+ректорит зумовлений не тільки хімічним складом розчину, а й тим, що температурні інтервали кристалізації цих мінералів частково перекриваються. Можливо, стабільність такої асоціації підсилювана тим, що ректорит і донбасит утворюють епітаксичні зростання (підтверджено рентгенівським дослідженням).

Той факт, що лутугініт епітаксично зростається з донбаситом, свідчить про те, що температура кристалізації змішаношаруватої фази з шарами донбаситу (тобто лутугініту) порівняно висока. Крім того, такий парагенезис підтверджує, що лутугініт є термодинамічно стабільною фазою. З огляду на структуру лутугініту можна визнати, що асоціація донбаситу з ректоритом може бути представлена не лише як парагенетична "суміш" мінеральних видів, а й як змішаношарувата фаза. Можна передбачити існування декількох мінералів, які містять донбаситові, парагонітові й бейделітові шари. Найпростіші – двошарові структури донбасит-бейделіт і донбасит-парагоніт. Перша структура відповідає алуштити, друга – невідома як мінеральний вид, однак є елементом структури лутугініту. Можливо, що гіпотетична структура донбасит-парагоніт є стабільною лише в обмеженому інтервалі PT -параметрів. Очевидно, температура кристалізації такого мінералу буде проміжною для донбаситу і ректориту.

З урахуванням результатів дослідження включень [3] і спостереження парагенетичних асоціацій гіпотетичний тренд кристалізації шаруватих силікатів у кварцових жилах Донбасу міг бути таким: мусковіт \rightarrow донбасит \rightarrow (донбасит-парагоніт) \rightarrow лутугініт \rightarrow (парагоніт) \rightarrow ректорит \rightarrow алуштит \rightarrow дикіт \rightarrow (бейделіт). Арагоніт трапляється нечасто, що можна пояснити конкуруючою кристалізацією ректориту, у структурі якого зв'язані Na та "надлишок" Si й Al. За низької концентрації Na і високої Al й Si у продуктах кристалізації будуть переважати фази з помірним вмістом Na (ректорит) або без нього (алуштит, дикіт). Гідротермальне мінералоутворення в Донбасі супроводжувалось утворенням донбаситу переважно у Нагольному

пасмі, ректориту – в районі Північної антикліналі і тосудиту (алуштиту ?) – в Микитівському ртутному родовищі. Такий регіональний розподіл цих мінералів узгоджується з максимальною температурою утворення поліметалевих проявів Нагольного пасма і мінімальною – ртутних родовищ типу Микитівки [5].

Зовсім інша фізико-хімічна ситуація характерна для Кримського регіону, де в гідротермально змінених таврійських сланцях надзвичайно поширена алуштит-дикітова асоціація. Блакитно-зелений алуштит разом з низькотемпературним кварцом формує жилки серед сланців таврійської світи або утворює густу мережу тонких прожилків безпосередньо в алевроліті. Наслідком є підвищений вміст Mg і Fe у складі алуштиту. За наявністю цих елементів мінерал близький до тосудиту. Літій – не просто характерна домішка, його концентрація в тосудиті може бути підвищеною (до 0,6 % [4]). Судоїту й ректориту в асоціації з тосудитом не виявлено. Це свідчить, що тосудит кристалізується в умовах нижчої температури, коли активність Na є незначною. В останній етап кристалізації силікатів зелений алуштит укривається присипкою білого цукристого дикіту.

На характер мінеральних асоціацій з донбаситом впливає не лише температура, а й активність компонентів розчину. Кристалізація шаруватих силікатів (донбаситу, ректориту, алуштиту) відбувалася з примітивних за складом розчинів, де головними компонентами були Si та Al, а Na і Li – підпорядкованими. Підвищена температура, наявність лугів і $pH > 7$ сприяли надходженню Al в тетраедричні позиції структури й утворенню мінералів з 2:1 пакетами – донбаситу і парагоніту. Стабілізація їхньої структури відбувалась через утворення у міжпакетному просторі позитивно заряджених прошарків – іонів Na у парагоніті та гідраргілітового пакета з додатковими катіонами Li, Mg, Fe^{2+} у донбаситі. В умовах низької температури (100–120°C) і, відповідно, слабкої активності Na та $pH < 7$ стабільною фазою є дикіт, у структурі якого Al займає тільки октаедричні позиції. Тому донбасит і дикіт ніколи не утворюють парагенетичних асоціацій.

Стабільність шаруватих і змішаношаруватих силікатів визначена стійкістю хлоритових і слюдяних шарів. Відповідно, їхня стабільність залежить від ступеня заміщення Si на Al. Зауважимо, що зміна парагенезисів зі зниженням температури супроводжується зменшенням Al/Si-співвідношення в мінералах. З цього погляду ректорит повинен кристалізуватися за вищої температури, ніж алуштит, високої активності Na і зниженої – Al. Умови кристалізації алуштиту – підвищена активність Al і низька Na (нижча температура!). Дикіт, у якому Al/Si = 1, утворюється як альтернатива кристалізації бейделіту (Al/Si < 0,7) у низькотемпературних гідротермах. Відповідно, в умовах підвищеної температури посилюється активність Al і стабільними фазами є донбасит (Al/Si ~ 0,7) і алуштит (Al/Si ~ 1,12). Мабуть, це й було головною причиною поширення донбаситів та алуштиту в регіонах гідротермального перетворення багатих на Al порід.

1. Двойченко П.А. Минералы Крыма // Зап. Крым. об-ва естествоиспытателей. 1914. Т. 4. С. 104.
2. Дриц В.А., Лазаренко Е.К. Структурно-минералогическая характеристика донбаситов // Минерал. сб. 1967. № 21. Вып. 1.
3. Зинчук И.М., Калюжный В.А., Щирица А.С. Флюидный режим гидротермального минералообразования Центрального Донбасса. К., 1984.

4. *Карташов П.М.* О Li-содержащем алуштите из Крыма и его положении в группе тосудита // Новые данные о минералах. 1989. Вып. 36. С. 67–83.
5. *Коваленко А.П., Большаков А.П.* Тосудит – новый для ртутных месторождений Донбасса минерал // Докл. АН СССР. 1976. Т. 229. № 6. С. 1440–1443.
6. *Лазаренко Е.К.* О донбасситах – новой группе минералов из Донецкого бассейна // Докл. АН СССР. 1940. Т. 28. № 6.
7. *Лазаренко Е.К.* Минералогическая характеристика донбасситов // Докл. АН СССР. 1950. Т. 72. № 4. С. 771–774.
8. *Лазаренко Е.К.* Силикаты из кварцево-карбонатных жил Нагольного Кряжа // Минерал. сб. 1950. № 4.
9. *Лазаренко Е.К.* О донбассите из Березовска на Урале // Докл. АН СССР. 1952. Т. 84. № 4.
10. *Лазаренко Е.К.* О слюдоподобном минерале из Нагольной Тарасовки в Донбассе // Минерал. сб. 1965. № 19. Вып. 1.
11. *Лазаренко Е.К.* О донбасситах и судоитах // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1969. Ч. 98. Вып. 3. С. 318–320.
12. *Лазаренко Е.К., Королев Ю.М.* Тарасовит – новый диоктаэдрический упорядоченный смешаннослойный минерал // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1970. № 2.
13. *Лазаренко Е.К., Мельник Ю.М., Мельников В.С.* Некоторые кристаллохимические и генетические особенности смешаннослоистых силикатов // Минерал. сб. 1967. № 21. Вып. 4. С. 339–352.
14. *Лазаренко Е.К., Павлишин В.И., Панов Б.С.* Минералогия Донецкого бассейна. К., 1975. Ч. 2.
15. *Логвиненко Н.В., Франк-Каменецкий В.А.* О так называемом алуштите // Докл. АН СССР. 1955. Т. 105. № 3. С. 554–557.
16. *Мельников В.С., Жулид В.А.* Акцессорный кукеит в гидротермальных жилах Северного Донбасса // Минерал. сб. 1970. № 24. Вып. 3. С. 337–341.
17. *Мельников В.С., Жулид В.А.* Слоистые силикаты в гидротермальных проявлениях Донбасса // Минерал. сб. 1973. № 27. Вып. 4. С. 341–349.
18. Минералы Украины (краткий справочник). К., 1990.
19. *Михеев В.И.* Рентгенометрический определитель минералов. М., 1957.
20. *Павлишин В.И., Мельников В.С., Кульчицкая А.А., Галий С.А.* Идеи академика Е.К. Лазаренко и их развитие в современной минералогии // Минерал. журн. 1982. Т. 4. № 6. С. 7–19.
21. *Самойлов Я.В.* Минералогия рудных жил Нагольного Кряжа // Материалы для геологии России. 1906. Т. 23.
22. *Франк-Каменецкий В.А., Логвиненко Н.В., Дриц В.А.* Диоктаэдрический смешаннослойный глинистый минерал – тосудит // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1963. Ч. 92. Вып. 5. С. 560–565.
23. *Франк-Каменецкий В.А., Логвиненко Н.В., Дриц В.А.* О тосудите и алуштите // Минерал. сб. 1968. № 22. Вып. 1. С. 70–74.
24. *Eggleston R.A., Balley S.W.* Structural aspects of dioctahedral chlorite // Amer. Miner. 1967. Vol. 52. P. 673–689.
25. *Engelhardt T., Müller G., Kromer H.* Dioktaedrischer Chlorit («sудоит») in Sedimenten des Mittberen Keupers von Württemberg // Naturwiss. 1962. B. 49.
26. *Gillery F.H., Hill V.G.* Synthetic Mg-Al serpentines // Amer. Miner. 1959. Vol. 44. P. 143–152.

27. Introduction to Japanese minerals. Tokyo: Geol. Survey of Japan, 1970.
28. Nelson B.W., Roy R. Synthesis of the chlorites and their structural and chemical constitution // Amer. Miner. 1958. Vol. 43. P. 707–725.
29. Strunz H. Mineralogische Tabellen. Leipzig, 1966.
30. Sudo T., Kodama H. An aluminian mixed-layer mineral of montmorillonite-chlorite // Ztschr. Kristallogr. 1957. Bd. 109. N 4/6. S. 379–387.
31. Vavrinez G. Mineralsystematologische studien. Die chloritgruppe. Földtani Közlöny. Budapest, 1936. P. 10–12.

**DONBASITE AND ALUSHTITE: CRYSTALLOCHEMICAL AND GENETIC
PECULIARITIES, PROBLEMS OF TERMINOLOGY
(regarding the 90th anniversary of Ye.K. Lazarenko)**

V. Mel'nykov, V. Pavlyshyn

*Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU
Palladin Av., 34. UA – 03680 Kyiv, Ukraine*

Donbasite and alushtite discovered by E.K. Lazarenko (1942) and P.A. Dvoychenko (1914) respectively have been named as sudoite and tosudite later. It is proposed to regard dioctahedral chlorites as the members of isopolymorphic rows cookeite–dickite and sudoite–serpentine. It is advisable to use the term “donbasite” for the first row and the term “sudoite” for the second one. Donbasite and alushtite are crystallised under conditions of higher activity of Al, Na, Li and pH>7. These phases are alternative to dickite. Regional spreading of donbasite and alushtite are connected with hydrothermal alteration of Palaeozoic argillites of Donbas and Crimea.

Key words: dioctahedral chlorite, donbasite, alushtite, sudoite, tosudite, dickite, serpentine.

Стаття надійшла до редколегії 09.09.2002
Прийнята до друку 19.09.2002