

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕРМІНОЛОГІЇ І КРИСТАЛОХІМІЇ ТОНКОДИСПЕРСНИХ ШАРУВАТИХ СИЛІКАТІВ

Тонкодисперсні шаруваті силікати мають велике поширення в осадовій оболонці Землі. Вони є породоутворювальними мінералами глин, аргілітів і як домішки входять до складу інших осадових порід. Переважно змінний хімічний склад цих силікатів тісно пов'язаний з їхніми структурними особливостями та фізико-хімічними умовами утворення і післяседиментаційного перетворення.

Структури тонкодисперсних шаруватих силікатів подібні. З цим пов'язане формування насамперед непрямопорядкованих змішаношаруватих утворень. В осадових відкладах вони часто знаходяться у тісних полімінеральних асоціаціях. Це утруднює їх детальне вивчення. Крім того, немає єдиного погляду щодо їхньої термінології і номенклатури. Вказані чинники призводять до неузгодженості між фахівцями стосовно мінералогії цих силікатів і негативно впливають на розвиток мінералогії та на проведення геологічних робіт.

Отже, потрібно привернути увагу дослідників до існуючих проблем з тим, щоб у результаті їх обговорення виробити єдиний підхід до термінології і деяких особливостей кристалохімії цих силікатів та їх структурних формул.

Вивчаючи мінеральний склад глинистих осадових порід, радянські вчені впродовж тривалого часу вживали термін "гідрослюди" як групову назву слюдистих мінералів калію, до складу яких належать гідромусковіт, гідробіотит, гідропарагоніт, глауконіт, сколіт, селадоніт.

В англомовній літературі в тому самому значенні вживали термін "іліт", запропонований Р. Грімом, Р. Бреєм, В. Бредлі у 1937 р. У подальшому назва "іліт" широко увійшла в англомовну літературу як загальна назва слюдистих мінералів осадових порід і як мінеральний вид [17]. Останній за хімічним складом і структурою відповідає гідромусковіту. Тому не дивно, що відомі мінералоги [12, 16, 22, 23] вважають гідромусковіт й іліт синонімами.

За даними А. Ниркова [19], нині частина мінералогів рекомендує використовувати лише термін "іліт", а не "гідрослюди". На наш погляд, обидва терміни давно увійшли в історію мінералогічних досліджень і мають право на існування.

Під електронним мікроскопом в іліті встановлено тонкі пошарові пакети смектиту або хлориту, або каоліні-

ту [17]. Відзначено наявність поступового переходу іліту в змішаношарувате утворення — іліт-сметит. У цьому разі в іліті зменшується вміст калію і збільшується кількість молекулярної води та обмінних катіонів. Умовну межу між ілітом і змішаношаруватими утвореннями іліт-сметит проводять за наявності 5—10 % розбухлого мінералу [17].

Згідно з рекомендацією Номенклатурного комітету, іліт, як мінеральний вид, має задовільняти такі вимоги: належати до діоктаедричної Al-вмісної слюди без розбухлих шарів і відрізнятися від мусковіту наявністю фенгітового компонента, зумовленою двовалентними катіонами в октаедрах і пониженим ступенем заміщення Si на Al в тетраедрах, наявністю дефіциту міжшарових катіонів K^+ від 0,2 до 0,4 у розрахунку на формульну одиницю, що приводить до додаткового пониження вмісту Al в тетраедрах. Кристалохімічна формула середнього складу іліту [9]: $K_{0,75}(Al_{1,75}R^{2+}_{0,25})[(Si_{3,5}Al_{0,5})O_{10}](OH)_2$.

Я. Шродон і Д. Еберл [9] у ґрунтовній роботі, присвяченій іліту, вважали, що цей термін стосується нерозбухлого діоктаедричного калій-алюмінієвого слюдоподібного мінералу, який міститься в глинистих фракціях розміром менше 4 мкм. У перелічених вище визначеннях іліту фігурує вимога повної відсутності у зразках розбухлих міжшарів. Проте в результаті аналізу численного і різноманітного фактичного матеріалу ці автори [9] змогли знайти лише один зразок мономінерального іліту гідротермального походження, який не містить розбухлих міжшарів. Вони рекомендують називати ілітовим матеріалом дисперсні Al-вмісні калієві слюдисті зразки з тим чи іншим вмістом сметитових міжшарів.

Нами [3, 4] й іншими дослідниками [6, 7, 9] також не знайдено жодного представника іліту (гідромусковіту) без розбухлих шарів монтморилоніту серед численних проб глинистих фракцій, виділених із крейдового і палеогенового флішу Українських Карпат, піщано-глинистих порід, а також соленосних глин міоценових відкладів Передкарпатського і Закарпатського прогинів та з осадових порід інших регіонів Землі.

Зразки мономінеральної гідрослюди (гідромусковіту) без розбухлих шарів монтморилоніту встановлено лише в гідротермальних утвореннях, зокрема, на Берегівському горбогір'ї Закарпаття [14] і в тонкодисперсних мусковітах золоторудного родовища "Біла Гора" у Нижньому Приураллі [20].

Згідно з дослідженнями В. Дріца, А. Косовської [9], гідрослюди в осадових породах, що не зазнали глибоких післяседиментаційних змін, містять у структурі близько 20 % розбухлих шарів монтморилоніту. Очевидно, структура гідрослюди з таким вмістом мікроблоків монтморилоніту стабільна у верхній зоні осадової оболонки земної кори за температури до 85—100 °С.

У такому разі вимога Номенклатурного комітету до іліту, як до діоктаедричної калій-алюмінієвої слюди без розбухлих шарів, фактично не може бути реалізована стосовно іліту, поширеного в осадових породах Землі.

З підвищенням температури до 185—200 °С вміст монтморилонітового компонента в гідрослюді (іліті) зменшується до 10 %. Гідрослюди, в яких майже відсутні мікроблоки монтморилоніту, відомі в осадових породах, що зазнали суттєвих катагенетичних змін за температури близько 300 °С. Утім це вже глибоко змінені осадові породи, що наближаються до метаморфічних.

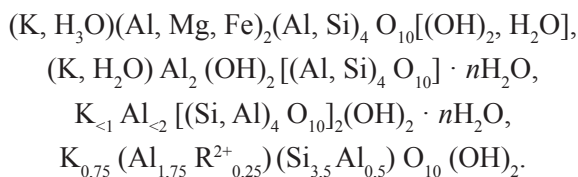
Згідно з дослідженнями М. Габінета [7], на великих глибинах з підвищенням температури в аргілітах асоціація глинистих мінералів спрощується. Спочатку зникає монтморилоніт, потім поступово зменшується його вміст у змішаношаруватих утвореннях. Крім температури, на гідрослюдизацію монтморилоніту впливає високий вміст іонів калію. Нашими дослідженнями вста-

новлено, що гідрослюди із калійних руд Передкарпаття мають незначний вміст розбухлого компонента і за цим показником наближаються до тонкодисперсного мусковіту [3].

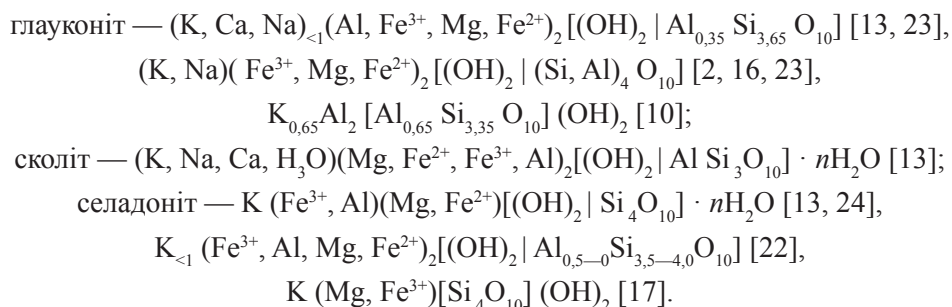
Існує також залістий іліт, який характеризується більшим вмістом Fe_2O_3 (>6 %) і меншим — Al_2O_3 (<20 %). Він формується в галогенних відкладах і знаходиться в асоціації з магнезіальним хлоритом і коренситом [17]. Утворення цих силікатів пов'язане з накладанням двох процесів: гальміролізу пірокластичного матеріалу і галогенезу [3].

До групи гідрослюд Є. Лазаренко [11—13] зарахував глауконіт, крайніми членами якого є алюмінієвий різновид сколіт і залістий — селадоніт.

Немає єдиного підходу і щодо написання структурних формул гідрослюд (ілітів). Одні дослідники вважають, що в міжпакетному просторі гідрослюд наявний оксоній [2, 16, 19, 22, 23], інші — молекулярна вода [12, 15, 20]. В обох випадках позначають також воду за межами структури мінералу. Існують варіанти формул гідрослюд, в яких молекулярна вода взагалі не вказана [9, 10, 17] або позначена поза структурою мінералу [1]. Нижче наводимо різні варіанти структурних формул цих мінералів:



Подібний вигляд мають й структурні формули глауконіту, сколіту, селадоніту:



Питання про наявність оксонію в гідрослюдах дискусійне. В. Мельников, Ю. Мельник [15] на основі детального аналізу і узагальнення літературних даних дійшли висновку, що на сьогодні немає достатньо обґрунтованих і надійних доказів наявності оксонію в структурі шаруватих силікатів і, головне, особливої потреби це припускати. Вводити оксоній в структуру гідрослюд у разі дефіциту калію і надлишку води вперше запропонував В. Соболев у 1949 р. Пізніше, розраховуючи кристалохімічні формули гідрослюд, дослідники через дефіцит калію нерідко автоматично вводили у формулу оксоній, щоб загальний заряд міжпакетних іонів був близький до одиниці.

Проте існують різні способи компенсації дефіциту калію в гідрослюдах, зокрема меншим ізоморфним заміщенням Al^{3+} на Si^{4+} в тетраедрах, що веде до збільшення позитивного заряду в структурі і ліквідації недостачі його в міжпакетному просторі. Про реальність таких заміщень свідчить той факт, що в гідрослюдах завжди вміст алюмінію в тетраедричних позиціях значно менший від однієї формульної одиниці [15].

М. Слонімска зі співавт. [20] на основі експериментальних досліджень тонкодисперсних мусковітів дійшли висновку, що в їхніх міжшарових позиціях, не зайнятих калієм, знаходиться молекулярна вода. Автори наводять формулу одного з досліджених зразків:



Як уже відзначено, гідрослюди (іліти) осадових порід містять у своїх структурах мікроблоки смектитів, найчастіше монтморилоніту. На дифрактограмах відбиття $d_{001} = 1,0$ нм має асиметричну будову і підняте крило з боку малих кутів [3, 4, 6, 7]. Отже, молекулярна вода в гідрослюдах міститься не лише в їхніх міжшарових позиціях, а й у міжшарах монтморилоніту, який утворює з гідрослюдою невпорядковану змішаношарувату фазу.

На основі спеціальних рентгеноструктурних досліджень встановлено, що в сколіті є невпорядковані і частково впорядковані змішаношаруваті утворення гідрослюда-монтморилоніт [21].

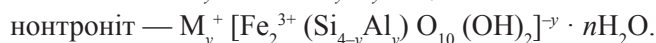
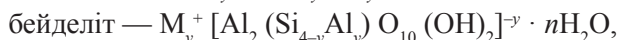
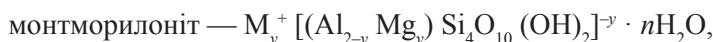
Дослідники глинистих мінералів не мають єдиної точки зору і щодо вживання термінів “монтморилоніти” і “смектити”. Є. Лазаренко [12] використовував термін “монтморилоніти” як групову назву мінералів з розбухлими структурами. У “Мінералогічному словнику” Є. Лазаренка, О. Винар [13] зазначено, що “смектити” — зайва назва мінералів групи монтморилоніту.

У 1975 р. Номенклатурна комісія Міжнародної асоціації з глин постановила використовувати назву “смектити” як загальну для ді- і триоктаедричних шаруватих мінералів з розбухлою структурою, для яких раніше вживали назву “монтморилоніти” [18].

До діоктаедричних смектитів належать мінерали групи монтморилоніту (монтморилоніт, бейделіт) і групи нонтроніту (нонтроніт, волконськоїт), а до триоктаедричних — мінерали групи сапоніту (сапоніт, гекторит, соконіт) [18].

На наш погляд, надалі термін “смектити” доцільно вживати як групову назву мінералів з розбухлою структурою, а назву “монтморилоніт” — лише як мінеральний вид [5]. Немає єдиного підходу і до написання структурних формул смектитів.

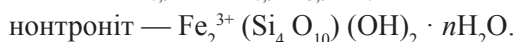
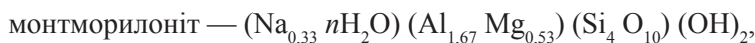
У “Мінералогічній енциклопедії” К. Фрея [16] наведено такі загальні структурні формули смектитів:



У формулах M^+ означає обмінні катіони (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+}). Для багатьох смектитів значення “у” близьке до 0,33, яке часто називають ідеальним. Кількість води змінюється залежно від природи міжпакетних катіонів і вологості [16].

Слід зауважити, що молекулярна вода знаходиться у міжпакетному просторі і їй потрібно поміщати не поза структурою смектитів, а разом з обмінними катіонами ($M_y^+ nH_2O$), як це наведено в іншій довідковій літературі [8, 10, 22, 23].

Відсутній єдиний підхід і до написання структурних формул смектитів, навіть у межах одного і того ж словника [10]:



З формул видно, що лише в монтморилоніті наявні обмінні катіони натрію і молекулярної води в міжпакетному просторі, тоді як у формулах бейделіту і нонтроніту ці компоненти належним чином чомусь не вказані.

Порушено лише деякі питання термінології та кристалохімії мінералів групи гідрослюд і групи смектитів. Проте існує низка інших питань про їхню кристалохімію і номенклатуру, а також умови утворення й післяседиментаційного трансформційного перетворення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: Учеб. пособие. — М.: КДУ, 2008. — 735 с.
2. Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия: Пер. с англ. — М.: Мир, 1987. — 412 с.
3. Білоніжка П. Природа міжшарової води в гідрослюдах // Мінерал. зб. Львів. нац. ун-ту. — 2001. — № 51, вип. 1. — С. 142—148.
4. Білоніжка П. Гідрослюди в осадових породах Карпатського регіону // Там само. — 2009. — № 59, вип. 2. — С. 24—41.
5. Білоніжка П., Матковський О. Смектити в геологічних утвореннях Українських Карпат // Там само. — 2010. — № 60, вип. 2. — С. 3—14.
6. Габинет М.П., Кульчицкий Я.О., Матковский О.И. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. — Львов: Вища шк., 1976. — 200 с.
7. Габинет М.П. Постседиментационные преобразования флиша Украинских Карпат. — Киев: Наук. думка, 1985. — 148 с.
8. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные образования. — М.: Наука, 1990. — 206 с.
9. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. — М.: Наука, 1991. — 177 с.
10. Кривовичев В.Г. Минералогический словарь. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. — 555 с.
11. Лазаренко Е.К. Вопросы номенклатуры и классификации глауконита // Вопр. минералогии осад. образований. — 1956. — Кн. 3—4. — С. 345—379.
12. Лазаренко Є.К. Курс мінералогії. — К.: Вища шк., 1970. — 599 с.
13. Лазаренко Є.К., Винар О.М. Мінералогічний словник. — К.: Наук. думка, 1975. — 773 с.
14. Мельников В.С., Фишкин М.Ю. Характеристика некоторых гидрослюд Береговского холмогорья (Закарпатье) // Минерал. сб. Львов. ун-та. — 1967. — № 21, вып. 3. — С. 287—292.
15. Мельников В.С., Мельник Ю.М. Проблемы оксония в минералогии // Там же. — 1969. — № 23, вып. 3. — С. 235—250.
16. Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея; пер. с англ. — Л.: Недра, 1985. — 512 с.
17. Минералы. Справочник. Слоистые силикаты (каолиновые минералы, серпентины, пирофиллит, тальк, слюды) / Гл. ред. Ф.В. Чухров. — М.: Наука, 1992. — Т. 4, вып. 1. — 599 с.
18. Минералы. Справочник. Слоистые силикаты (смектиты, хлориты, смешанослойные) / Гл. ред. Ф.В. Чухров. — М.: Наука, 1992. — Т. 10, вып. 2. — 662 с.
19. Нырков А. Гирослюдам жить! — Новочеркасск, 2006. — 80 с.
20. Слонимская Н.В., Дриц В.А., Финько В.И., Салынь А.Л. Природа межслоевой воды тонкодисперсных мусковитов // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1978. — № 10. — С. 95—104.
21. Феношина У.И., Дриц В.А. К вопросу о структуре сколита // Минерал. сб. Львов. ун-та. — 1961. — № 15. — С. 255—261.
22. Штрюбель Г., Циммер З.Х. Минералогический словарь: Пер. с нем. — М.: Недра, 1987. — 495 с.
23. Strunz X., Nickel E.H. Strunz Mineralogical tables. — Stuttgart, 2001. — 870 p.