

УДК 549:552.5(477.71)

МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД І УМОВИ ФОРМУВАННЯ ФЛІШУ СКИБОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

П. Білоніжка, О. Шваєвський, Ю. Дацюк

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
геологічний факультет,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,
e-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Наведено результати вивчення породотвірних та акцесорних мінералів пісковиків і алевролітів та глинистих мінералів аргілітів верхньокрейдових і палеогенових відкладів Скибової зони Українських Карпат. З'ясовано, що вони теригенні й пройшли не один етап перевідкладання. Осади нагромаджувалися в морському геосинклінальному басейні в зоні тектонічної активності, за умов тривалого і нерівномірного прогинання дна басейну і підняття прилеглої території суші.

Новоутворення силікатів відбувалося внаслідок гальміролізу вулканічного попелу, що його приносили в басейн потоки атмосфери, та проникнення по тектонічних розломах низькотемпературних гідротермальних розчинів. У процесі звітрювання флішу внаслідок окиснення піриту утворилися гематит і ярозит.

Ключові слова: Українські Карпати, фліш, теригенні мінерали, новоутворені силікати, вулканічний попіл, гідротермальні розчини, гіпергенні мінерали.

Скибова зона Українських Карпат представлена потужною товщею теригенних піщано-глинистих порід крейди і палеогену, місцями з пластами та лінзами кременів і скременілих мергелів. Основні риси її геологічної будови, літолого-формаційні особливості й мінеральний склад описані в багатьох статтях і монографіях [1, 2, 4, 5, 8–10, 13, 16, 17 та ін.]. Проте низка питань щодо умов нагромадження осадів у седиментаційному флішовому басейні Українських Карпат та їхніх післяседиментаційних змін досі не з'ясовані.

Для їхнього вивчення проаналізовано й узагальнено літературні дані та проведено власні дослідження. Аналіз фактичного матеріалу засвідчує, що фліш формувався в морському геосинклінальному басейні, зародження і розвиток якого пов'язані з глибинними розломами. Опускання дна седиментаційного басейну відбувалося одночасно з підняттям навколишньої території суші, з якої водні потоки зносили теригенний піщано-глинистий матеріал.

У розрізі флішу Скибової зони Українських Карпат нерідко простежуються пачки порід з різним співвідношенням потужностей пісковиків і аргілітів. В одних місцях пласти пісковиків потужні (до 100 см і більше), а прошарки аргілітів тонкі (3–5 см), в інших – навпаки, потужніші пласти аргілітів, а прошарки пісковиків тонкі. Однак найчастіше співвідношення потужностей прошарків пісковиків і аргілітів більш-менш однакове й коливаються від 5–7 до 10–15 см. Це зумовлено тим, що в разі активного під-

няття суші відбувалися інтенсивніші процеси ерозії і денудації та зносився крупніший теригенний матеріал, а в часи тектонічної стабілізації – пелітовий.

Періоди поступового і нерівномірного тектонічного підняття суші й опускання дна морського басейну були довготривалими і в часі повторювалися багаторазово. Тому характерною ознакою флішу є численне ритмічне перешарування пісковиків, алевролітів і аргілітів (рис. 1).



Рис. 1. Ритмічне перешарування пісковиків, аргілітів і алевролітів. Менілітова світа, борт р. Орява.

Різне співвідношення потужностей пісковиків і аргілітів зафіксовано і в розрізі флішу стрийської світи верхньої крейди в кар'єрах Святослав і Південний. Утворення кожного циклу (пісковик, алевроліт, аргіліт) відбувалося впродовж тривалого часу – сотні-тисячі років. Перехід від одної породи до іншої поступовий. В основі кожного ритму залягають пісковики. Вони різнозернисті, міцні, поліміктові, кварцові. У них на нижній поверхні простежуються різноманітні гієрогліфи механічного та біогенного походження. Кожний ритм завершується аргілітами сірого до чорного кольору.

Флішові товщі порід верхньої крейди і палеогену Українських Карпат сильно дислоковані. У них виявлено складки різних форм і порядків, насуви й інші численні розривні порушення, які дуже ускладнюють вивчення їхньої стратиграфії. Крім того, флішові утворення слабо схарактеризовані фауністично і переважно погано відслонені.

Поширення Скибової зони Українських Карпат зображено на тектонічній схемі (рис. 2).

Для пізнання умов формування флішу Скибової зони Українських Карпат проводили мінералогічні дослідження. І. Афанасьєва [1] внаслідок вивчення породотвірних і акцесорних мінералів пісковиків та алевролітів з'ясувала, що найбільше поширений кварц у вигляді обточених, напівобточених і гострокутних уламків. Повсюдно в породах наявні

польові шпати, проте в меншій кількості. Вони складаються з альбіту, олігоклазу, андезину і мікрокліну. На поверхні нашарування пісковиків простежуються білі лусочки мусковіту і куски викопного вугілля. Найбільша їхня кількість трапляється у верхньо-крейдових пісковиках стрийської світи. В одиничних випадках у пісковиках флішу наявні лусочки біотиту.

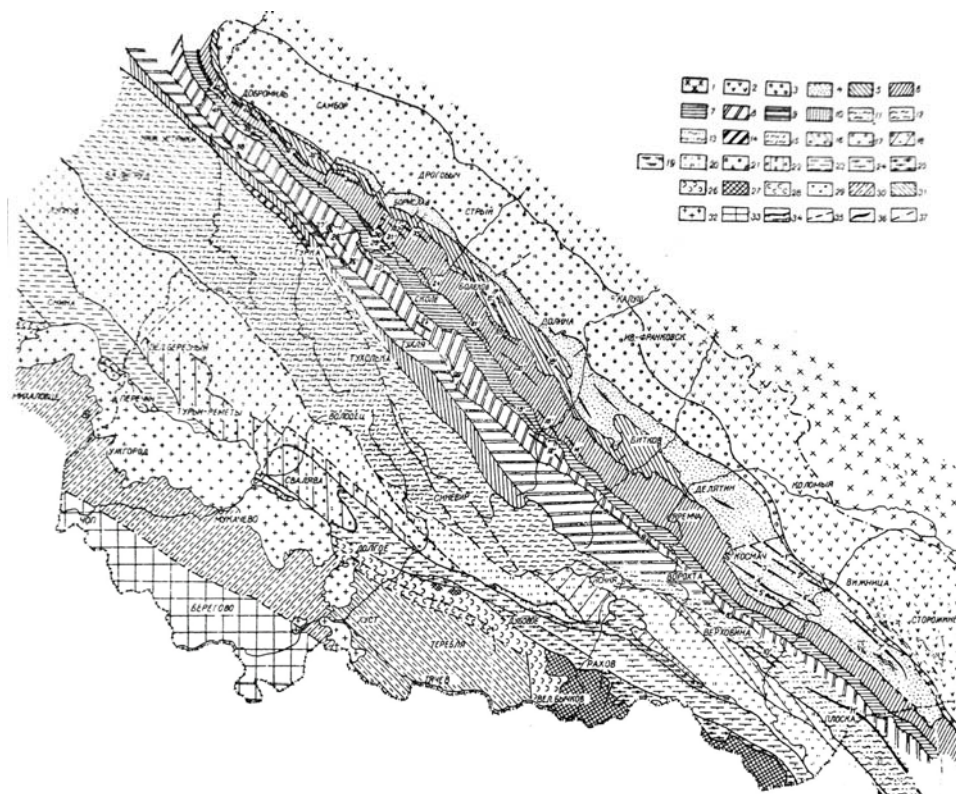


Рис. 2. Схема тектонічного районування Українських Карпат:

5–13 – Скибова зона: 5 – Берегова (Крайова), 6 – Орівська, 7 – Сколівська, 8 – Парашки, 9 – Зелем’янки, 10 – Рожанки, 11 – Славська (Горганська), 12 – Брустуранська (на півночі) і Синевірська (на півдні), 13 – Верховинська прогнута частина Скибової зони (район розвитку пісковиків Таркеу і кросненських шарів) [8].

Акцесорні мінерали представлені цирконом, турмаліном, рутилом, гранатом, рідше апатитом, шпінеллю, ксенотимом, ставролітом, монацитом, сфеном, ільменітом та ін. Серед них переважає циркон. Найбільше його у фліші ямненської світи.

Основну масу аргілітів становлять глинисті мінерали. Вони наявні в мергелях і входять до складу цементу пісковиків та алевролітів. Упродовж багатьох років їх вивчали М. Габінет [8, 9] і І. Афанасьєва [1]. Вони з’ясували, що глинисті мінерали флішу Українських Карпат представлені гідрослюдою, хлоритом, невпорядкованими змішаношаруватими утвореннями гідрослюда–монтморилоніт, гідрослюда–хлорит, іноді монтморилонітом у вільній фазі та каолінітом.

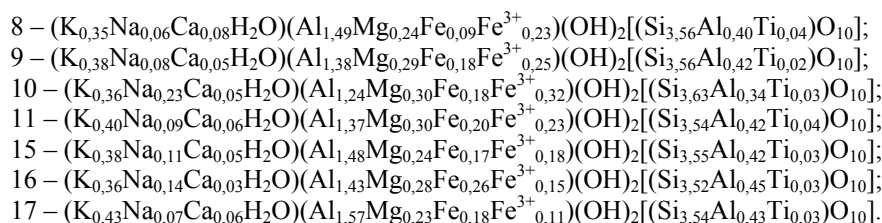
Багато уваги М. Габінет [8] приділив вивченню хімічного складу глинистих фракцій \square 0,001 мм, виділених з аргілітів флішу Скибової зони, у тому числі з аргілітів стрийської світи верхньої крейди та ямненської, манявської й менілітової світ палеогену, поширених у районі с. Гребенів. Результати їхніх хімічних аналізів наведено в таблиці.

Хімічний склад глинистих фракцій < 0,001 мм, виділених з аргілітів Скибової зони Українських Карпат [8]

Оксид	Номер проби						
	8	9	10	11	15	16	17
SiO ₂	50,29	50,32	50,51	50,38	50,59	50,09	50,46
TiO ₂	0,73	0,46	0,53	0,68	0,65	0,64	0,61
Al ₂ O ₃	22,63	21,51	18,62	21,56	23,01	22,73	24,18
Fe ₂ O ₃	4,40	4,77	5,84	4,42	3,40	2,90	2,09
FeO	1,60	3,03	3,08	3,36	2,80	4,40	3,19
MnO	-	0,01	0,19	0,03	0,03	0,13	0,02
CaO	1,10	0,62	0,64	0,75	0,73	0,44	0,88
MgO	2,26	2,73	2,78	2,89	2,32	2,65	2,25
K ₂ O	3,90	4,19	3,94	4,45	4,26	4,31	4,88
Na ₂ O	0,34	0,62	1,68	0,66	0,80	1,01	0,54
H ₂ O ⁺	6,25	6,42	6,22	7,00	6,00	5,60	5,76
H ₂ O ⁻	6,48	5,29	5,90	3,84	5,68	5,15	5,00
Сума	99,98	99,96	99,93	100,02	100,27	100,05	99,86

Примітка. Глинисті фракції, виділені з аргілітів: 8 – стрийської світи (11); 9 – ямненської світи (8); 10 – манявської світи, гл. 560–637 м (9); 11 – манявської світи, гл. 3 076–3 233 м (5); 15 – нижньоменілітової підсвіти (28); 16 – середньоменілітової підсвіти (13); 17 – верхньоменілітової підсвіти (5). У дужках – кількість хімічних аналізів, за якими розраховано середній склад глинистих фракцій.

За результатами хімічних аналізів ми розрахували кристалохімічні формули глинистих мінералів методом зарядів [2]. Наводимо їх нижче:



Якщо порівняти ці структурні формули, то не складно помітити, що вони досить подібні й відображають загалом більш-менш одноманітний хімічний і мінеральний склад тонкодисперсних шаруватих силікатів флішу.

Останніми роками з огляду на проведення навчальної практики студентів з геологічного картування в Карпатах у районі с. Гребенів, оскільки Крим анексований РФ, ми вивчали глинисті мінерали флішу Скибової зони Карпат. Адже глинисті мінерали, як уважають В. Дріц, А. Косовська [11], є такими ж індикаторами умов утворення осадових порід, як олівін, піроксени і амфіболи магматичних порід.

Фазовий склад і асоціації глинистих мінералів ми вивчали на підставі рентгенівського аналізу. Як бачимо з дифрактограм (рис. 3), глинисті мінерали аргілітів менілітової світи представлені гідрослюдою (9,8–10; 4,95–5,0; 3,34 Å), магнезіально-залізістим хлоритом (14; 7,08; 4,69; 3,53–3,56 Å), невпорядкованою змішаношаруватою фазою і монтморилонітом у вільній фазі (12,5 і 15 Å).

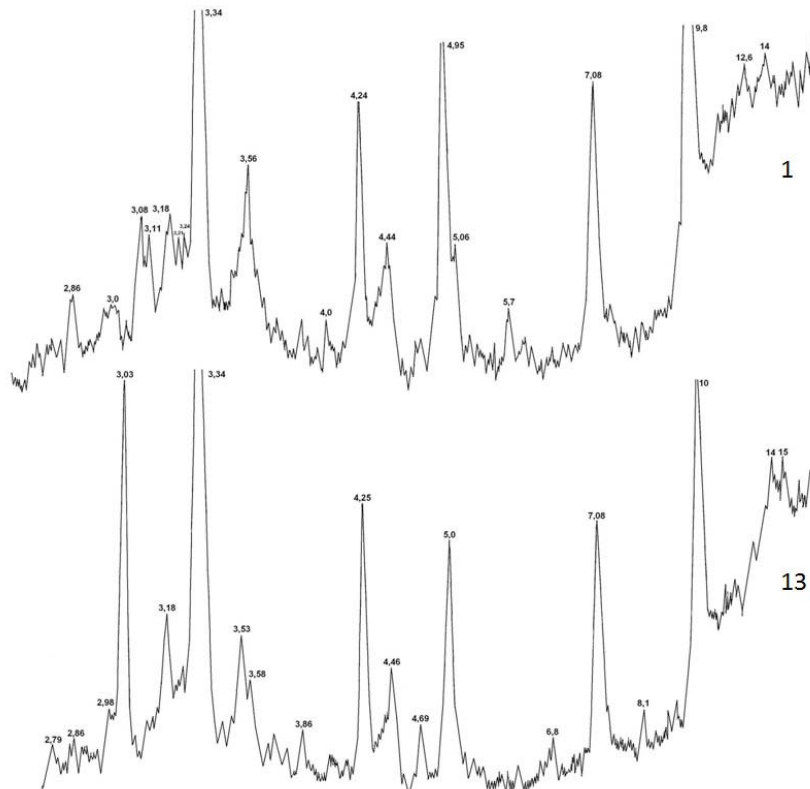


Рис. 3. Дифрактограми глинистих фракцій < 0,01 мм, виділених з аргілітів менілітової світи. Борт потоку “Лісничий”.

Після прожарювання глинистих фракцій за температури 600 °С відбиття монтморилоніту змістилося до 9,8 Å унаслідок виділення з його міжшарових позицій молекул води. Слабкі відбиття 14 Å, очевидно, пов’язані з домішкою магнезіального хлориту (рис. 4).

Зазначимо, що Н. Вассоевич [6] унаслідок вивчення флішових формацій у різних регіонах Землі ще 1948 р. зауважив, що серед міцних “метаморфізованих” порід трапляються тонкі прошарки “жирних глин”, характерною ознакою яких є пластичність, некарбонатовість, світлий колір, частіше зелений і відсутність мікрофауни.

У ході вивчення флішу на цю обставину ми звернули особливу увагу. І в борті потоку Святославчик серед скременілих темно-сірих аргілітів яменської світи виявили

тонкий (2–3 см) прошарок бентонітової глини зеленкувато-жовтого кольору. Її мінеральний склад вивчали за допомогою рентгенівського аналізу.

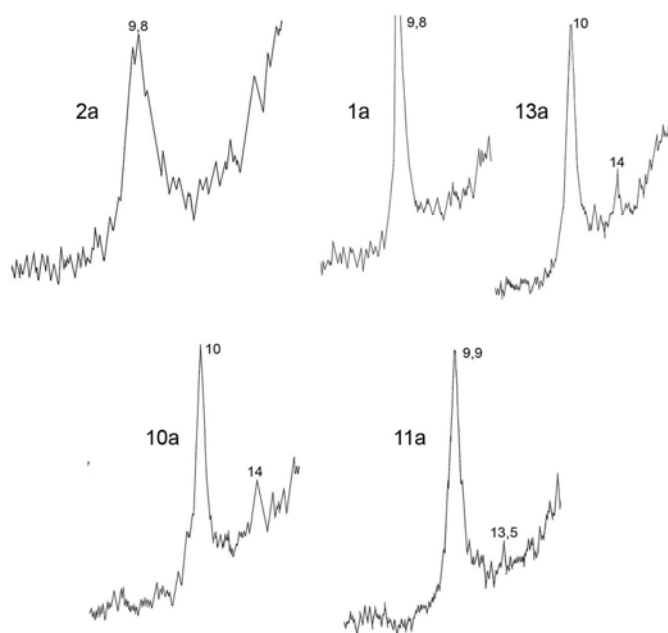


Рис. 4. Дифрактограми глинистих фракцій < 0,01 мм, прожарених за температури 600 °С.

На дифрактограмі її фракції < 0,01 мм (рис. 5) простежується дуже інтенсивне базальне відбиття монтморилоніту 14,7 Å. Після прожарювання фракції за температури 600 °С воно змістилося до 9,8 Å (див. рис. 4, зр. 2a). У вигляді незначних домішок наявні кварц (4,24; 3,34 Å), гідрослюда (10; 4,93 Å) і змішаношаруваті утворення гідрослюда–монтморилоніт.

Згідно з даними В. Дріца, А. Косовської [11], монтморилоніт утворюється внаслідок підводного хімічного звітрювання ефузивних порід, туфів і вулканічного скла. Це підтверджено нашими дослідженнями. В основі прошарку бентонітової глини, знайденої у верхньотаврійській світі нижньої юри флішової формації Криму, виявлено прошарок сильно зміненого туфу [3].

Наявність серед скременілих аргілітів флішових формацій Карпат прошарків бентонітових глин свідчить про те, що в седиментаційні морські басейни, у яких нагромаджувалася величезна маса теригенного піщано-глинистого матеріалу, часом потрапляв пірокластичний матеріал – вулканічний попіл. Від місць виверження вулканів його переносили потоки атмосфери на значні відстані. Виверження вулканів були і в Карпатському регіоні [10]. У верхньоменілітовій підсвіті Берегової скиби Карпат по р. Чечві відомий потужний горизонт (70 м) туфів, туфітів і туфогенних аргілітів та алевролітів.

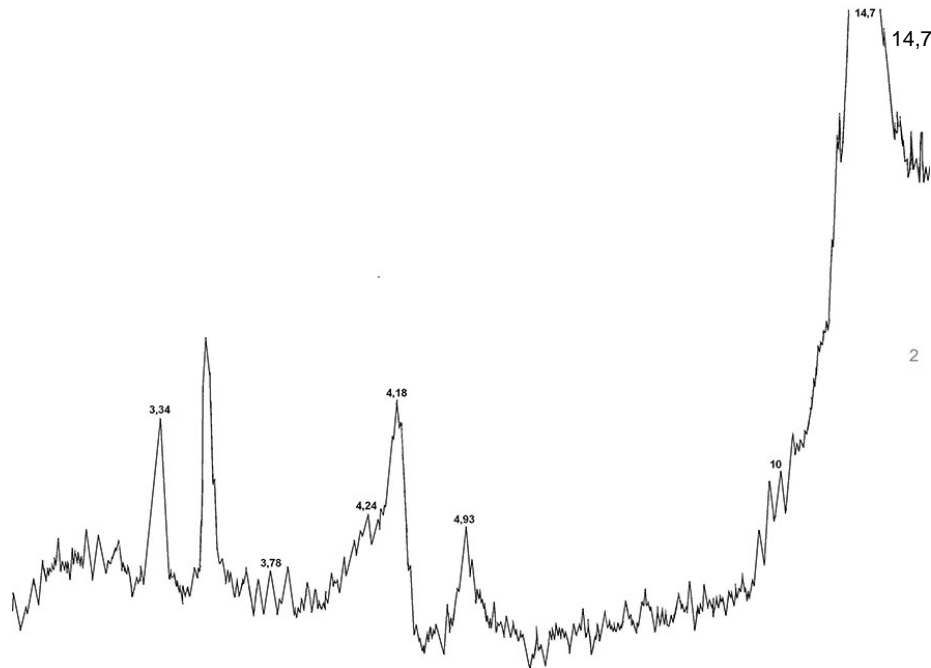


Рис. 5. Дифрактограма глинистої фракції $< 0,01$ мм, виділеної з прошарку бентонітової глини яменської світи. Борт потоку Святославчик.

Проте частіше в морський седиментаційний басейн Карпат надходила незначна кількість вулканічного попелу, який розсіювався в різко переважній масі теригенного піщано-глинистого матеріалу і не утворював самостійних прошарків. Унаслідок хімічного звітрювання вулканічного попелу формувався монтморилоніт. Цим пояснюють наявність домішок аутигенного монтморилоніту в аргілітах флішу серед основної маси теригенних гідролуд і хлоритів.

В основі стрийської світи верхньої крейди, а також в основах яменської і манявської світи палеогену залягають пачки (10–30 м) строкатих зеленкуватих і вишнево-червоних аргілітів, які є маркувальними горизонтами. Раніше геологи вважали, що їхнє зеленкувате забарвлення зумовлено хлоритом.

Зразки таких строкатих аргілітів ми відібрали в бортах потоку Гребенець (зр. 11) і в кар'єрі Південний (зр. 10). Проте на дифрактограмах їхніх глинистих фракцій наявні інтенсивні базальні рефлекси відбиття монтморилоніту 14–14,7 Å та гідролуду 10, 4,95, 3,34 Å, тоді як відбиття хлориту дуже слабкі (рис. 6).

Після прожарювання проб при 600 °С відбиття 14–14,7 Å змістилися до 9,8 Å. Крім того, на дифрактограмах цих проб простежуються інтенсивні рефлекси кварцу (4,25, 3,34 Å) і слабкі – альбіту (3,18 Å).

Отже, зеленкувате забарвлення аргіліту зумовлене монтморилонітом, а не хлоритом. На дифрактограмі зр. 11 простежено відбиття гематиту: 3,68, 2,70, 2,50, 1,84, 1,69, 1,48 Å та ін. Оскільки гематит – дуже інтенсивний пігмент, то він забарвлює аргіліти у вишнево-червоний колір. Найімовірніше, гематит утворився внаслідок окиснення тонкоди-

сперного піриту, розсіяного в аргіліті, а не “озалізнення” глауконіту, як вважає Т. Рудницька [14].

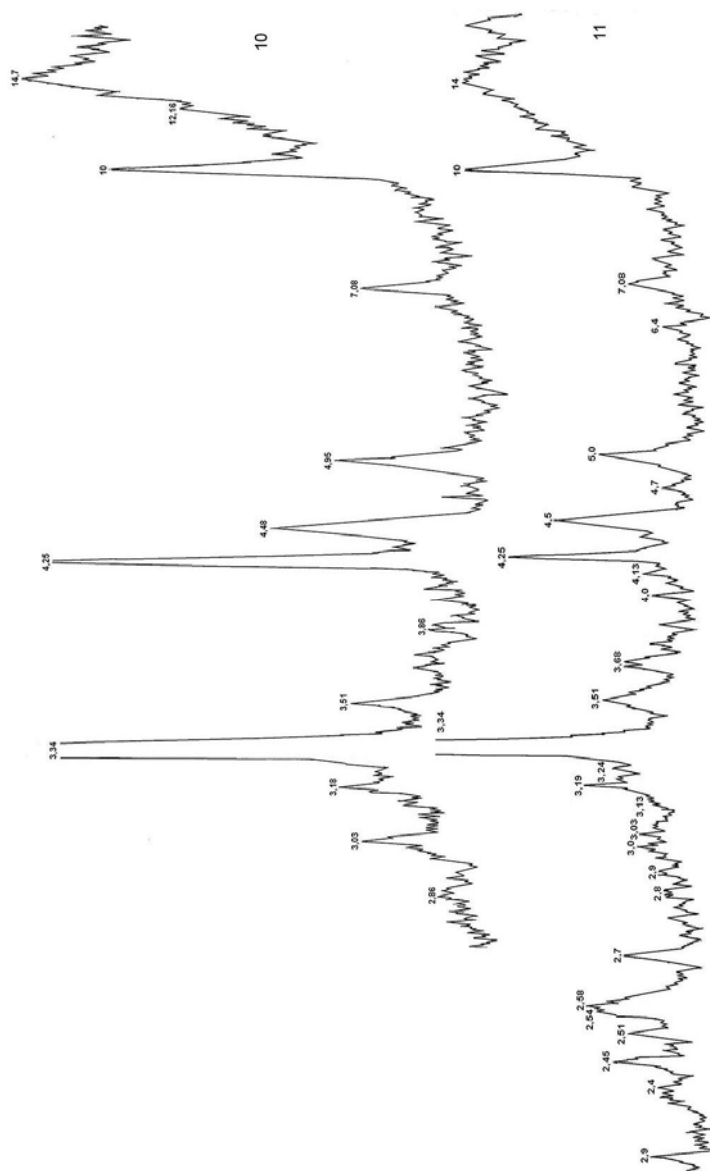


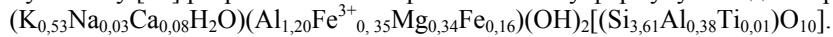
Рис. 6. Дифрактограми глинистих фракцій $< 0,01$ мм, виділених з аргілітів зеленого (зр. 10) і вишнево-червоного (зр. 11) кольору строкого горизонту манявської світи. Борт потоку Гребеновець.

Значний інтерес для пізнання умов формування флішу Скибової зони Українських Карпат становить знайдений і описаний ще в 1936 р. К. Смуліковським сколіт у кар'єрі яменських пісковиків у вигляді зернистих агрегатів зеленого кольору. Детальніше його

вивчала У. Феношина [16, 17]. Сколіт трапляється у пісковиках у вигляді прожилків, плям і лінзочок, а також у цементі.

На дебаєграмі сколіту У. Феношина [16] зафіксувала лінії слюди (10,6 Å), монтморилоніту (15–16 Å) і змішаношаруватої фази 11,8–12,1 Å. Структура сколіту невпорядкована з тенденцією до впорядкованості [17]. С. Лазаренко [12] зачислив сколіт до групи глауконіту. Питання походження сколіту У. Феношина не з'ясувала.

На наш погляд, прожилки та інші форми виділення сколіту в ямненських пісковиках виникли внаслідок проникнення в них гідротермальних розчинів. За даними хімічного аналізу сколіту [16] розраховано його кристалохімічну формулу методом зарядів:



У фліші Скибової зони Українських Карпат поширені кремені (силіцити). У менлітовій світі вони утворюють три горизонти: перший (4–12 м) в основі, другий (0,5–1,0 м) у покрівлі нижньоменлітової, а третій (4–6 м) – в основі верхньоменлітової підсвіт [8]. Колір кременів неоднорідний і змінюється від світло-сірого, коричневого до темно-сірого і чорного, навіть у межах одного зразка. Їхній мінеральний склад і умови утворення вивчено [4, 13].

У зонах розривних порушень на поверхнях нашарування світло-сірого поліміктового дрібнозернистого пісковику стрийської світи та світло-сірого різнозернистого кварцового пісковику манявської світи виявлено тонкі прошарки новоутворених зернистих агрегатів зеленкуватого кольору. Рентгенівським аналізом визначено, що вони представлені кварцом (4,25, 3,34 Å), альбітом (3,18) і кальцитом (3,03 Å) (рис. 7).

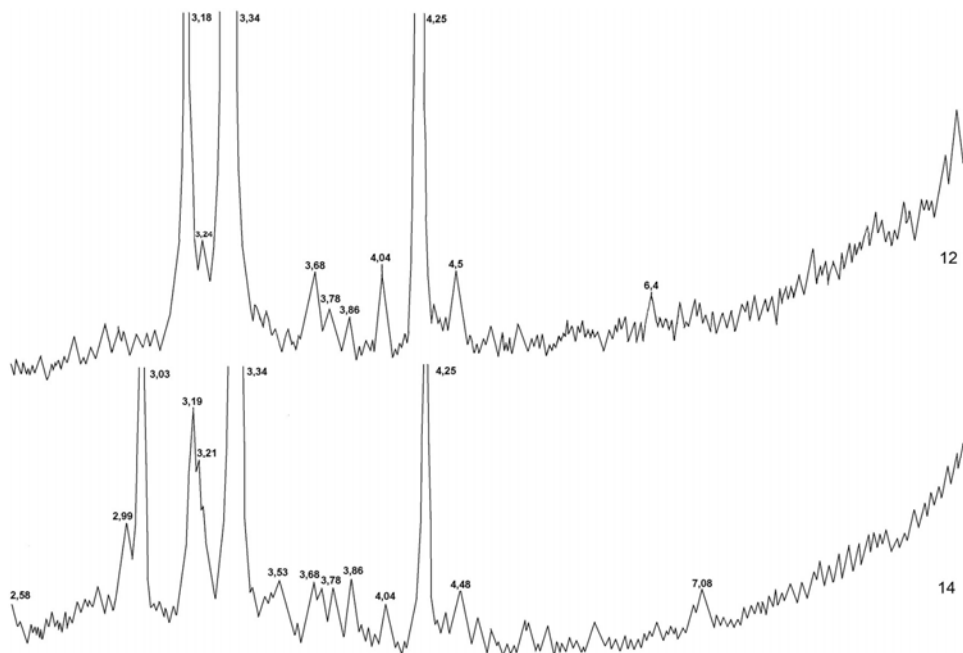


Рис. 7. Дифрактограми аутигенних агрегатів кварцу, альбіту і кальциту з тектонічних розривних порушень стрийської і манявської світи.

Унаслідок виходу корінних порід флішу на земну поверхню відбуваються процеси хімічного звітрювання. Найбільш нестійким є пірит, що утворився на стадії раннього діагенезу за відновних умов середовища, зумовленого органічною речовиною в донних осадах седиментаційного басейну. Під впливом молекулярного кисню, розчиненого в поверхневих водах, відбувається окиснення Fe^{2+} піриту до Fe^{3+} , а сульфідної сірки – до $[\text{SO}_4]^{2-}$. Внаслідок цих процесів виникли гематит і ярозит. Джерелом калію для утворення ярозиту, як вважає Д. Бобровник [5], була гідрослюда. Під дією сірчаної кислоти, що утворюється в процесі окиснення піриту, відбувалося вилугування калію з міжшарових позицій гідрослюди і його перехід у розчин. Отже, джерелом Fe^{3+} і $[\text{SO}_4]^{2-}$ для ярозиту був пірит, а K^+ – гідрослюда.

Нальоти й кірочки гематиту і ярозиту найбільше поширені на поверхні темно-сірих і чорних аргілітів менілітової світи, що містять багато розсіяної органічної речовини і піриту. Унаслідок цих гіпергенних процесів чорні аргіліти менілітової світи Карпат набувають з поверхні характерного вишнево-червоного кольору.

На підставі аналізу літературних даних і власних мінералогічних досліджень можна дійти висновку, що в пізньокрейдову і палеогенові епохи на місці сучасної Скибової зони Українських Карпат існував порівняно вузький лінійно витягнутий у північно-західному напрямі морський геосинклінальний флішовий басейн, у якому нагромаджувалася потужна товща теригенного піщано-глинистого матеріалу, представленого кварцом, польовими шпатами, гідрослюдою, хлоритом, змішаносхаруватими утвореннями, карбонатами та ін.

Крім основної маси теригенних утворень, у флішовий басейн надходив пірокластичний матеріал, переважно вулканічний попіл. Унаслідок його підводного звітрювання (гальміролізу) утворював монтморилоніт. Водночас по конседиментаційних розривних порушеннях у донні осади морського басейну проникали низькотемпературні гідротермальні розчини, з яких формувалися аутигенні силікати – глауконіт, сколіт, кремні.

Складні тектонічні процеси відбувалися і в сформованій гірській системі Карпат. По різноманітних тектонічних розривних порушеннях і зонах насувів також проникали гідротермальні розчини, з яких утворювалися жильні мінерали – кварц, польові шпати, сколіт, карбонати та ін. Унаслідок виходу флішових товщ на денну поверхню відбувалося звітрювання розсіяного в них піриту й утворення гематиту і ярозиту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьєва И. М. Литогенез и геохимия флишевой формации северного склона Украинских Карпат / И. М. Афанасьєва. – Киев : Наук. думка, 1983. – 183 с.
2. Білоніжка П. М. Гідрослюди в осадових породах Карпатського регіону / П. М. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2009. – № 59, вип. 2. – С. 24–41.
3. Білоніжка П. Деякі аспекти геологічної будови і мінерального складу флішової формації в басейні р. Бодрак (Крим) / П. Білоніжка, Л. Генералова, О. Шваєвський // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2010. – Вип. 24. – С. 109–120.
4. Білоніжка П., Попп І. Вплив вулканізму на аутигенне силікатуутворення у фліші Українських Карпат / П. Білоніжка, І. Попп // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол. – 2011. – Вип. 25. – С. 46–62.
5. Бобровник Д. П. Ярозит Прикарпаття / Д. П. Бобровник // Мінерал. сб. – 1951. – № 5. – С. 329–333.

6. Вассоевич Н. Б. Флиш и методика его изучения / Н. Б. Вассоевич. – Л. ; М. : Гостоптехиздат, 1948. – 216 с.
7. Вассоевич Н. Б. Условия образования флиша / Н. Б. Вассоевич. – Л. ; М. : Гостехиздат, 1951. – 240 с.
8. Габинет М. П. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Ч. 1. Стратиграфия и литология / М. П. Габинет, Я. О. Кульчицкий, О. И. Матковский. – Львов : Вища школа, 1976. – 200 с.
9. Габинет М. П. Постседиментационные преобразования флиша Украинских Карпат / М. П. Габинет. – Киев : Наук. думка, 1985. – 148 с.
10. Данилович Л. Г. Кислый вулканизм Карпат / Л. Г. Данилович. – Киев : Наук. думка, 1976. – 146 с.
11. Дриц В. А. Глинистые минералы: смектиты, смешаннослойные образования / В. А. Дриц, А. Г. Коссовская. – М. : Наука, 1990. – 206 с.
12. Лазаренко Е. К. Вопросы номенклатуры и классификации глауконитов / Е. К. Лазаренко // Вопросы минералогии осадочных образований. – 1956. – Кн. 3, 4. – С. 345–379.
13. Мінерали Українських Карпат. Силікати / [гол. ред. О. Матковський]. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. – 520 с.
14. Рудницька Т. Мінералого-петрографічні особливості порід стрийської світи Скибової зони Українських Карпат / Т. Рудницька // Мінерал. зб. – 2009. – № 59, вип. 2. – С. 103–113.
15. Сеньковський Ю. М. Силіцити крейди південно-західного схилу Східно-Європейської платформи / Ю. М. Сеньковський. – К. : Наук. думка, 1973. – 155 с.
16. Феношина У. И. Новые данные о сколите / У. И. Феношина // Вопросы минералогии осадочных образований. – 1961. – Кн. 6. – С. 283–295.
17. Феношина У. И., Дриц В. А. К вопросу о структуре сколита / У. И. Феношина, В. А. Дриц // Минерал. сб. – 1961. – № 15. – С. 255–261.
18. Яковлева М. Е. О рентгеновской диагностике кварца и халцедона / М. Е. Яковлева, О. Л. Свешникова, Т. С. Бут // Новые данные о минералах СССР. – М. : Наука, 1976. – С. 234–237.

*Стаття: надійшла до редакції 21.09.2016
прийнята до друку 19.10.2016*

MINERAL COMPOSITION AND CONDITIONS OF FORMATION OF FLYSCH OF SKYBA NAPPE OF UKRAINIAN CARPATHIANS

P. Bilonizhka, O. Shvayevskij, Yu. Datsyuk

*Ivan Franko National University of Lviv, geological faculty,
4, Hrushevskij Str., Lviv, Ukraine, 79005,
e-mail: mineral@franko.lviv.ua*

The results of the study of rock and accessory minerals of sandstones, siltstones and mudstones clay minerals of Upper Cretaceous and Paleogene deposits of Skyba nappe of Ukrainian Carpathians are presented. It has been found that they are terrigenous ones

and were re-deposited many times. The sedimentation occurred in the marine geosyncline basin in area of tectonic activity under conditions of long and unsteady flexure of basin bottom and rise of adjacent territory of land areas.

The formation of silicates occurred due to the halmyrolysis of volcanic ash that were brought into the basin by streams of atmosphere and the penetration of low temperature hydrothermal solutions through the tectonic faults. During the erosion of flysch followed by oxidation of pyrite, the hematite and jarosite were formed.

Key words: Ukrainian Carpathians, flysch, terrigenous minerals, silicates, volcanic ash, hydrothermal solutions, supergene minerals.