

УДК 553.635

В.М. Гулій, доктор геолого-мінералогічних наук
ЛНУ ім. І. Франка

Г.П. Бояр

Департамент мінералогії, Музей природного середовища Joanneum, Австрія

А.В. Бояр

Департамент мінералогії, Музей природного середовища Joanneum, Австрія

Департамент географії і геології, Паріс-Лодрон університет Зальцбурга, Австрія

Я.І. Огорілко

ЛНУ ім. І. Франка

Алебастр Західної України: речовинний склад, походження, історичне і культурне значення

В данной статье приведены химический состав и основные характеристики гипса и алебаstra из Западной Украины, распределение которых в этом регионе связано с формированием тиранской свиты. Твердость алебаstra 3 по шкале Мооса, которая близка к твердости кальцита, объясняет популярность использования этого камня уже в течение многих веков. Полученные данные могут применяться с целью исследования и использования алебаstra.

Characteristics of the hardness, dimensions of the cells, chemical compositions of the gypsum and alabaster from the Western Ukraine are given in this article. It is shown that distribution of the alabaster in this region is connected with the Badenian Tyras'ka Formation. Typically alabaster has hardness about 3.0 according to the Moohs scale. It is close to hardness of calcite and can explain success in utilization of this stone during centuries for cultural and architecture purposes. Distribution of the alabaster in the geological sections is similar to other varieties of the gypsum and typically reflects special faces during sedimentation processes. Obtained data can be used for exploration and utilization purposes.

Вступ

Алебастр – специфічна відміна гіпсу, яка вирізняється більшою твердістю (до 3,0 і вище за шкалою Мооса) і тонкозернистою або прихованокристалічною будовою агрегатів зерен. Алебастр добре полірується, але потребує менших зусиль і витрат під час обробки, даючи матеріал такої самої якості, як й інші мінерали і породи, що використовують як виробне каміння, завдяки нижчій твердості порівняно з ними. Це пояснює популярність алебастру ще за античних часів та правління фараонів,

коли створювались справжні витвори мистецтва із застосуванням досить простих технологій обробки [17]. З часом сфера використання алебастру розширилась, і нині багато виробів з нього почали використовувати в побуті та для прикраси інтер'єрів культових споруд, громадських закладів, окремих домашніх господарств [23, 24]. Вивчаючи властивості виробів з алебастру, які продукувались протягом століть, можна виявити розмаїття типів вихідних порід, що застосовували для виробних цілей, змінюючи один одного відповідно до розробки тих чи інших ділянок розвитку

алебастру. З іншої сторони, аналіз виробів у часі дає уявлення про зміну людських смаків і вподобань у різні історичні епохи. Так, в каплиці Боїмів у Львові ще за часів її спорудження в 1618 році використали медово-жовтуватий алебастр для декорації дерев'яного панно фігурками святих. Водночас у розташованому поруч кафедральному соборі основним декоративним матеріалом є сирій алебастр.

Хоча популярність алебастру завжди залишалась дуже високою, а кількість майстерень з його обробки була значною, в науковій літературі

давніх часів і сьогодні є небагато відомостей про його фізичні властивості, особливості походження і геологічні умови залягання. Зокрема, в одній з недавніх ґрунтовних розвідок про сульфати [26] згадок про алебастр зовсім мало. У капітальній праці про мінерали Карпат [27] зазначається, що алебастрові прояви відомі в Польщі у вигляді алебастрових стяжін діаметром у десятки сантиметрів, в Румунії – як сніжно-білі тонкозернисті маси, а також у Словаччині відомі тонкозернисті алебастрові прояви. Водночас про алебастр в Україні не згадується, хоча його родовища розроблялися впродовж століть у Західній Україні. Немає детальних відомостей про алебастр і в більш спеціальних розвідках [9, 10, 12, 13], хоча власне гіпс охарактеризовано вельми різносторонньо.

Разом з тим увага до алебастру останнім часом відроджується. Хоч і зникли численні каменерізні майстерні, які раніше десятиліттями функціонували в різних селах і містечках Львівської й Івано-Франківської областей, багато фахівців втратили кваліфікацію чи пішли з життя, виснажились запаси сировини високої якості, бажання використати вироби з алебастру зростають. У багатьох храмах для внутрішнього декору застосовують полірований сірий чи білий алебастр, а в селі Бошеві (давньому центрі каменерізної майстерності Івано-Франківської області [7]) відкрито відповідний клас-філію художнього училища з Галича. Місцеві музеї цього регіону поповнюються зібранням виробів різних часів, які часто можна розглядати як твори мистецтва (рис. 1). Таке відродження галузі вимагає належних спеціалістів і майстрів, які б розуміли красу цього унікального матеріалу, його властивості, а також зі знанням могли б спрямовувати зусилля на пошуки природних об'єктів з певною якістю матеріалу для створення нових творів чи заміни фрагментів давніх, пошкоджених часом і несприятливими обставинами. Враховуючи, що головною причиною згорання цього виду господарської діяльності в регіоні було не вичерпання сировини, а соціально-політичні та воєнні обставини, можна очікувати нарощування запасів алебастру високої якості для подальшого розвитку. Водночас успіхи в цій справі неможливі без ґрунтового вивчення

складу, фізичних властивостей та умов формування алебастру, адже дотепер немає відомостей щодо причин утворення таких відмін гіпсу за майже ана-



Рисунок 1. Експонати старовинних виробів з алебастру в краєзнавчому музеї м. Рогатин



Рисунок 2. Ваза з алебастру, відібраного з відслонень південних околиць м. Ходорів

логічних геологічних умов [18]. Результати досліджень алебастру саме в такому напрямку і висвітлені в цій статті.

Історичний нарис використання алебастру

Слово «алебастр» існує в багатьох народах, запозичене з латини (*alabaster*) і грецької (*alabastros* або *alabastos*), де це слово вживалось як назва ваз, виготовлених з алебастру. За однією з версій, слово «*αλαβαστρος*» у стародавніх греків означало «білий», від чого і виникла назва матеріалу, з якого отримували гіпсові виливки, а також гіпсового каменю, який служив для нього сировиною. Алебастр – відомий молочно-білий мінерал, який може бути напівпрозорим, якщо зробити достатньо тонкий зріз. Під назвою «алебастр» історично відомі дві речовини. Перша – це власне різновид гіпсу. Друга – це кальцит. Ця помилка викликана високою твердістю алебастру, що наближається до 3 за шкалою Мооса, властивою кальциту. Найпростіше їх відрізнити за кипінням кальциту під дією кислоти. Алебастр використовують у таких базових галузях, як і мрамур, але в цілому алебастр є більш м'яким і зручнішим для обробки. Це сприяло використанню його у давні часи, коли технічні можливості в каменерізному мистецтві були обмежені. Крім того, алебастр застосовують як дроблений матеріал або порошок завдяки високій пластичності.

У Галичині одним з найвідоміших місць розробки алебастру було с. Журавно, хоча власне каменоломні розташовані на горі Бакоціно, яка знаходиться на протилежному, лівому, березі Дністра. Тут добували білий матовий алебастр з живописними гілчастими узорами, утвореними чорними і водянопрозорими прожилками. У XVII–XVIII ст. на горі стояв монастир, а наприкінці XIX ст. власник палацу Антоній Сксинський почав розробляти поклади алебастру з Бакоціно. Коли сім'я у 1917 р. породичалася через шлюб з князем Казимиром Чарторийським, алебастрові справи пішли активніше. Аналіз місцевого алебастру Гелена Чарторийська із Сксинських зробила вже після Першої світової війни. Вона на ту пору вже прослухала спецкурси в Італії щодо цього матеріалу. З середини 20-х рр. XX ст. алебастрове виробництво було відновлено. З італійського міста Вольterra запросили майстра Бертіні, який навчав місцевих робітників секретам обробки алебастру. Журавнівські алебастрові вироби експортували навіть до Канади і США, демонстрували на Всесвітній виставці в Парижі у 1925 р. і на щорічних «Східних Торгах» у Львові, ними прикрасили костел св. Єльжбети у Львові, будинки в Чернівцях, Рівному, Моршині, польських Ряшеві (Жешові), Катовіцах, Варшаві тощо [11]. Згодом журавнівський алебастр використали для оздоблення київського ЦУМу, московського і ленінградського метро і т. ін.

Ще одним історичним центром видобутку і обробки алебастру є село Колоколин, перша письмова згадка про яке стосується 1463 року. У селі є чотири археологічні пам'ятки та 9 пам'яток мистецтва, які знаходяться на державному обліку. Село, багате на поклади алебастрового каменю, було одним з осередків призабутого народного промислу – різьби по алебастру. У селі побутують легенди про те, як під час нападу татар на село люди ховалися від ворогів у давніх алебастрових печерах.

Очевидно, більш пізніми, але не менш масштабними були промисли в місті Ходорів, де в 30–40-і і навіть 50-і рр. працювало декілька каменерізних майстерень, які виготовляли найрізноманітніші естетично досконалі вироби, використовуючи високоякісну сировину з каменоломень гори Стінка, що на півдні від міста.

Геологічні умови залягання алебастру в Західній Україні

Судячи з наявних відомостей, алебастрові прояви, де були закладені каменоломні і видобували високоякісні матеріали, приурочені до тираської світи (приблизно 14 млн років), що складається з осадових гіпсів, ангідритів, гіпс-ангідритів і вторинних гіпсів, кам'яної солі і прошарків хемогенних вапняків, глин, мергелів і пісковиків [1, 4]. Потужність світи від 30–40 до 150–200 м.

Тираська світа представлена лагунно-морськими хемогенними відкладами [5], що з неузгодженням переक्रивають

нижній баден, а місцями і більш давні відклади. Відклади, які складають тираську формацію, під назвою «тираської гіпсоангідритової серії» були виділені О.С. Вяловим у 1951 р. [3]. Існують різні синоніми цих відкладів: «тираська серія», «третинний гіпс», «гіпсоангідритовий горизонт», «дністровсько-ратинський горизонт» й ін.

Морфогенетичні відміни алебастру в Західній Україні

Низка відслонень сульфатоносних порід тираської світи розповсюджена в численних пагорбах лівого берега р. Дністра від с. Журавно на заході до автомагістралі Львів – Івано-Франківськ на лінії Галич – Бурштин і Рогатин. Пагорби з абсолютними відмітками в 250–350 м над рівнем моря в цьому регіоні переважно складені гіпсоносними товщами, серед яких спорадично проявляються алебастрові ділянки. З високим ступенем вірогідності виділяти контури розповсюдження таких ділянок можна за історичними відомостями про розвиток каменерізних майстерень на цих теренах. Цікаво, що практично весь видобутий у каменоломнях матеріал використовувався: високоякісний масивний алебастр з красивим рисунком був вигідним для різьби (рис. 2), а відходи – для виготовлення алебастрових сумішей у будівельній справі.

Власне алебастрові тіла чи ділянки, де алебастр є головним компонентом, представлені кількома морфогенетичними відмінами. Серед основних відмін алебастру в регіоні виділяються

масивні пластові тіла сніжно-білого алебастру потужністю в декілька метрів (рис. 3). Вони виявлені в природних і штучних відслоненнях, а їх протяжність вимірюється кількома десятками метрів. Досить часто масивні відміни алебастру змінюються плямистими, коли з'являються фрагменти сірого, зеленуватого і жовтуватого алебастру серед світліших його відмін (рис. 4, 5). Часом вони асоціюють з більш крупнозернистим звичайним гіпсом сірого чи кремезного відтінків.

Смугасті відміни алебастрових порід (рис. 6) за своїм геологічним положенням мало відрізняються від порід, складених гіпсом відповідної текстури. Їх потужності однотипні, а часом вони перешаровуються в межах одних і тих самих відслонень. При цьому вони відрізняються крупнозернистими агрегатами гіпсу на відміну від тонкозернистих алебастрових горизонтів з молочно-білим алебастром.

Вельми специфічними виділеннями є кулясті форми алебастру, які складені високосортним сніжно-білим тонкозернистим його агрегатом (рис. 6). Вони мають розміри до кількох десятків сантиметрів в діаметрі і зосереджені в межах окремих єдиних горизонтів, що дає основу зв'язувати їх появу із седиментаційними процесами, які приводили до формування власне гіпсоносних горизонтів. Важко передбачити появу таких відмін алебастру без детальних геологічних досліджень, але без сумніву, що це специфічна фаціальна відміна сульфатів, область поширення якої можливо геометризувати.



Рисунок 3. Вихід пласта алебастру на західній околиці с. Вільхівці



Рисунок 4. Плямиста текстура гіпсоалебастрових агрегатів. Східна околиця с. Підмихайлівці (Івано-Франківська обл.)



Рисунок 5. Плямиста текстура алебастру у відслоненнях околиць с. Явче (Івано-Франківська обл.)



Рисунок 6. Смугастих алебастр з включеннями кулястого сніжно-білого алебастру у відслоненнях лівого берега р. Луг на південь від м. Ходорова

Основні характеристики фізичних властивостей і хімічного складу алебастру

У масивних, шаруватих і смугастих відмінах гіпс зустрічається у вигляді видовжених лускуватих кристалів (до 35 мкм у довжину), які мають слабу субпаралельну орієнтацію. Такий гіпс вповнює майже мономінеральні прошарки і ділянки з рідкісними видовженими зернами (до 45 мкм у довжину) ангідриту і рідше новоутвореними кристалами (до 40 мкм у довжину) кварцу, кальциту і целестину. Тонкозернистий алебастр представлений відносно ізоморфними зернами гіпсу (до 10 мкм у довжину) з дуже щільною упаковкою кристалів (рис. 7).



Рисунок 7. Дрібнозернистий алебастр з ділянок з масивною текстурою

Алебастр має високу мікротвердість (до 3,3 за шкалою Мооса, табл. 1), це є найважливішою відмінною між алебастром й іншими типами гіпсу в регіоні. Дані в таблиці 1 є в межах значень, отриманих для мікротвердості ангідриту, зазначених раніше [10].

Таблиця 1. Мікротвердість алебастру

N	Мікротвердість, кг/мм ²	Твердість за шкалою Мооса	Примітки
Середнє	77,54	2,98	Значення є однорідними
Межі коливань значень	58–103	2,7–3,3	

Намагаючись встановити всі відміни між власне алебастром і звичайним гіпсом, проаналізовано їх рентгенометричні характеристики (табл. 2). Встановлено, що однозначних різких відмін між алебастром і крупнокристалічним гіпсом немає. Водночас серед інших виділяється селеніт, який має вищі значення параметрів «а» і «b» і нижчі «с» і «β» у порівнянні з іншими різновидами.

В усіх морфологічних різновидах гіпсу в проведених аналізах відзначається вельми стабільний хімічний склад, типовий для гіпсу, і відсутність будь-яких важливих елементів-домішок, які відзначаються у випадках седиментації в досить специфічних геохімічних умовах.

Основні закономірності формування алебастру в гіпсоносних товщах

Численні дослідження І.В. Венгліньського і В.А. Горецького [2] показали, що утворення товщі гіпсоангідритів пов'язане з завершальним етапом нижнього бадена і початком верхньобаденської трансгресії. Н.Р. Ладженський [8], вивчивши розрізи міоценових відкладів у Передкарпатті, зробив припущення, що породи тираської світи формувались у декілька етапів, пов'язаних з періодичною інгресією моря. Після відкладення цих осадів настала нова верхньотортонська трансгресія, яка ліквідувала лагунний режим басейну Передкарпаття.

Таблиця 2. Параметри елементарної комірки гіпсу і алебастру з відслонень району м. Ходорова

N	a	b	c	β	Опис
N 1	5,680	15,180	6,520	118,38	сірий масивний
N 2	5,679	15,202	6,522	118,43	сірий масивний
N 3	5,679	15,202	6,522	118,43	світлий масивний
N 4	5,680	15,180	6,520	118,38	білий масивний
N 5	6,2845	15,2079	5,6776	114,09	селеніт
N 6	5,680	15,180	6,520	118,383	білий масивний
N 7	5,680	15,180	6,510	118,40	білий масивний

Таблиця 3. Хімічний склад гіпсу (А)

Зразок	N6C	N6C	N6M	N6M	N6Ma	N6Ma	N6F	N6F
Елементи	1	2	1	2	1	2	1	2
S	22,67	1,00	22,79	1,00	22,71	1,00	18,37	1,00
Ca	28,68	1,01	28,41	1,00	28,55	1,00	23,21	1,01
Сума катіонів		2,01		2,00		2,00		2,01

Примітка. 1 – вагові %; 2 – число іонів; С – кристал; М – матриця, F – оболонка.

Виділяються такі морфогенетичні різновиди гіпсу: крупнокристалічний і дрібнокристалічний. Крупнокристалічний гіпс зароджувався на межі розділу «осадок – розчин» у результаті дуже повільного випаровування поверхневих вод. Завдяки стабільним умовам гіпс утворював крупні витягнуті індивіди. Періодично процес природного гіпсоутворення переривався в результаті седиментації дрібнокристалічного гіпсу, який зароджувався в приповерхневих горизонтах водної товщі басейну. Осаджувалася дрібнозернистий гіпс епізодами, тимчасово ускладнюючи кристалізацію природного гіпсу в результаті його захоронення. Основою такого утворення гіпсу [6] є формування його в умовах періодичної зміни солоності і сезонного коливання температури вод басейну. У цій зміні нічим не виділяється етап формування алебастрової відміни гіпсу. Як і інші різновиди, алебастр утворював звичні пластові і лінзовидні тіла невеликої потужності (від декількох сантиметрів до десятка сантиметрів), узгоджено залягаючи в розрізі. Змішування алебастру з іншими морфологічними відмінами гіпсу в межах одних і тих самих геологічних тіл, які характеризуються узгодженим заляганням із суміжними прошарками, вказує на синседиментаційні зміни первинного залягання. Наявність вище у відслоненнях горизонтів, де відсутні сліди таких внутріформаційних перетворень при поступовому нарощуванні розрізу, свідчить про первинність вказаної неодноріднос-

ті, пов'язаної з флуктуаціями, що мають локальний характер [19, 20]. Деякі автори [14–16], описуючи ритмічні структури в гіпсоангідритовому горизонті, пояснюють їх виникнення впливом землетрусів на прилеглих площах [25]. Подібно до цього формування різних морфогенетичних типів алебастру зумовлено, очевидно, нестабільністю умов у басейні хемогенного осадкоутворення на стадії до стану літифікації осаду [21, 22]. У такому разі поява різних морфогенетичних типів алебастру є відображенням фаціальних відмін первинних алебастрових прошарків: від окремих відносно потужних алебастрових пластів до ділянок з малопотужними шарами із загальною смугастою текстурою і до окремих виділень алебастру в ділянках з плямистою текстурою, де поєднуються алебастрові виділення з неправильними контурами або кулястими формами і звичайним зернистим гіпсом. Ці висновки дають можливість під час пошуку перспективних потужних і масивних алебастрових тіл використати фаціальний аналіз.

Висновки

Таким чином, алебастр має давню історію використання для культурних і практичних цілей, включаючи створення визначних мистецьких витворів. Упродовж століть велася розробка родовищ алебастру, який характеризувався розмаїттям кольорів, структури і природних рисунків. Визначальними

властивостями алебастру, які зумовили таке колосальне використання його тривалий час, були висока твердість, природний колір і структура. Алебастр і звичайний гіпс дуже близькі за хімічним складом, але мають різні значення твердості, які визначаються розміром кристалів і щільністю розвитку окремих індивідів. Мінералогічні і геохімічні причини таких відмін залишаються все ще не з'ясованими. Це змушує зосередити майбутні зусилля досліджень на фізико-хімічних властивостях ймовірних розчинів, з яких кристалізувались окремі різновиди гіпсу, що дасть можливість визначити поля найцінніших різновидів алебастру та встановити вірогідні фаціальні переходи таких різновидів і їх співвідношення з іншими породами сульфатонесних товщ.

Ці відомості повинні послужити основою для оцінки фізичних властивостей алебастру в різних умовах і створення системи критеріїв щодо прогнозування можливої просторової локалізації найцінніших відмін алебастру. Для визначення можливих джерел походження окремих особливо цінних виробів та визначення подібних утворень за необхідності заміни втрачених фрагментів виробів бажаним є залучення доступних виробів з різними характеристиками. Отримані характеристики повинні стати основою для формування рекомендацій по відродженню культури використання алебастру в різних областях.

Використана література

1. Бобровник Д.П., Карпенчук Ю.Р. К литологии и минералогии верхнетортонских отложений тирасской свиты внутренней зоны Предкарпатского прогиба // Вопросы литологии и петрографии. – 1969. – Кн. 1. – С. 46–56.
2. Венглинский И.В., Горецкий В.А. Стратотипы миоценовых отложений Воыно-Подольской плиты, Предкарпатского и Закарпатского прогибов. – К.: Наукова думка, 1979. – 176 с.
3. Вялов О.С. Общее структурное подразделение западных областей УССР. – К.: АН УССР, 1953. – 282 с.
4. Колтун В.И., Роскош Я.Т. Об условиях образования гипсов и ангидритов Приднестровья // Вопросы литологии и петрографии, 1969. – Кн. 1. – С. 172–176.
5. Кудрин Л.Н. Гипсы верхнего тортон юго-западной окраины Русской платформы // Уч. Зап. Львов. ун-та. Сер. геол. – 1955. – Т. 35. – В. 8. – С. 129–161.
6. Кульчечкая А.А. Генетические особенности гипса Приднестровья (по данным изучения включений) // Минералогический журнал. – 1982. – Т. 4. – № 3. – С. 61–66.
7. Курдидик А. Бовшівські алебастри // Рогатинська земля.– Торонто, 1996. – Т. 1.
8. Ладыженский Н.Р. Геология и нефтегазоносность Советского Предкарпатья. – К.: АН УССР, 1955. – 383 с.
9. Лазаренко Є.К., Сребродольський Б.І. Мінералогія Поділля. – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 1969. – 346 с.
10. Лазаренко Є.К., Габінет М.П., Сливко О.П. Мінералогія осадових утворень Прикарпаття. – Л.: Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 482 с.
11. Любченко В.Ф. Львівська скульптура XI–XVII ст. – К.: Наукова думка, 1981. – 314 с.
12. Минералы Украины: Краткий справочник / Отв. ред. Н.П. Щербак. – Киев, 1990. – 408 с.
13. Мінерали Українських Карпат. / Голов. ред. О.І. Матковський. – Л.: Видавничий центр ЛНУ, 2003. – 344 с.
14. Перит Т.М., Побережський А.В., Ясиновський М. Фації баденських гіпсів Наддністров'я. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1995. – 112 (90191). – С. 16–27.
15. Побережский А.В. Физико-химические условия формирования баденских сульфатно-карбонатных отложений Предкарпатья (в связи с их сероносностью). / Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – Львов. – 1991. – 20 с.
16. Побережский А.В., Перит Т.М., Перит Д. Фації ламінованих баденських гіпсів у Кудринцях над Збручем (Західна Україна). – In: P.F. Gozhyk et al. (eds.), Suchasni problemy litologii i mineragenii osadovykh baseyniv ta sumizhnykh terytoriy. – Kyiv, 2008. – P. 140–145.
17. Griswold J. Care of Alabaster. Conserve O Gram 15/1. 2000. P. 1–4.
18. Hardie L.A. Evaporites: marine or non-marine? // Amer. J. Sci.- 1984,- Vol.284, N3, P. 193–240.
19. Kasprzyk A. Sedimentary evolution of Badenian (Middle Miocene) gypsum deposits in the northern Carpathian Foredeep. // Geol. Quart. – 1999. – V. 43. – P. 449–465.
20. Kasprzyk A. Diagenetic alteration of Badenian sulphate deposits in the Carpathian Foredeep Basin, Southern Poland: processes and their succession. Geol. Quart., 2005, 49 (3): 305–316.
21. Kasprzyk A., Pueyo J. J., Halas S., Fuenlabrada J. M. Sulphur, oxygen and strontium isotope composition of Middle Miocene (Badenian) calcium sulphates from the Carpathian Foredeep, Poland: palaeoenvironmental implications. Geol. Quart., 2007, 51 (3): 285–294.
22. Kubica B. Metasomatism of Badenian sulphates of the Carpathian Foredeep and its palaeogeographic conditions. Geological Quarterly, 1994, 38 (3): 395–414.
23. Larson, John. "The Conservation of Alabaster Monuments in Churches." The Conservator 3 (1979): 28-33.
24. Penny N. The Materials of Sculpture. Yale University Press, New Haven. 1993.
25. Peryt T. M., Kasprzyk A. Earth quake-induced re-sedimentation in the Badenian (Middle Miocene) gypsum of southern Poland. Sedimentology, 1992, 39 (2): 235–249.
26. Sulfate Minerals – Crystallography, Geochemistry, and Environmental Significance. C.N.Alpers, J.L.Jambor, D.K.Nordstrom, Editors. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Volume 40. Series Editor: Paul H.Ribbe. Mineralogical Society of America. Geochemical Society. 2000.
27. Udubasa G., Dud'ar R., Szkal S., Kvasnytsya V. Minerals of the Carpathians. Edited by Sandor Szakall. Granit, Prague. – 2002. – 480 p.