

характеризується избыточним увлажненням і інтенсивним вимиванням солей із порід (рН 3-5), подвижність елементів достатньо висока; на юге, де испарение преобладает над осадженням і происходит засоление

почвенних вод, подвижність елементів зменшується (рН 8-9). Это подтверждает і зональність по кислотнo-щелочным условиям почв – на севері почвенные растворы имеют кислую реакцию, на юге – щелочную.

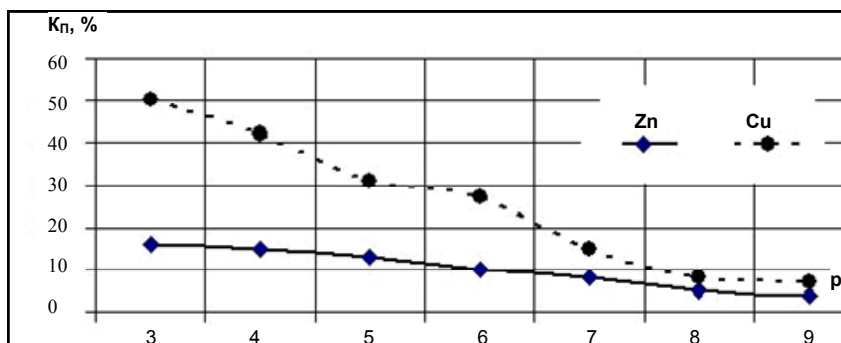


Рис. 1. Графік зміни коефіцієнтів подвижності цинку та міді в ґрунтах з різною кислотнo-щелочною реакцією

Установлена закономірність має велике значення в ході планування і проведення геохімічних пошуків по подвижним формам хімічних елементів.

**Висновки.** Установлена зв'язь вторичних солевих ореолів розсіяння хімічних елементів з рудними об'єктами на території УЩ, розраховані основні форми міграції хімічних елементів і доведено, що при геохімічних пошуках по подвижним формам хімічних елементів індикаторними є катіонні та аніонні форми, що дозволяє найбільш ефективно проводити локальне прогнозування і пошуки корисних копалин. Визначено існування горизонтальної зональності території УЩ по

подвижності хімічних елементів в ґрунтах: збільшення подвижності хімічних елементів з юга на север, що обумовлено зростанням зволоженості ґрунтів і зміною окислювально-щелочних умов.

1. Жовинський Э., Крюченко Н. Геохімічні пошуки по подвижним формам фтора і інших хімічних елементів // Геолог України. – 2004. – № 3. – С. 46–50. 2. Жовинський Э., Крюченко Н. Подвижні форми хімічних елементів і їх значення при геохімічних пошуках // Мінерал. журн. – 2006. – 28, № 2. – С. 88–93. 3. Жовинський Э., Крюченко Н. Геохімічні методи пошуків по подвижним формам хімічних елементів на Українському щиті // Дальний Восток-2. – 2007. – С. 213–222.

Надійшла до редколегії 13.05.09

УДК 549.643+552.11

І. Квасниця, канд. геол. наук,  
О. Зінченко, канд. геол.-мінералог. наук,  
О. Митрохин, канд. геол. наук

## ДО МІНЕРАЛОГІЇ МІАРОЛОВИХ ПОРОЖНИН У ГАБРО-АНОРТОЗИТАХ КОРОСТЕНСЬКОГО ПЛУТОНУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.І.Толстим)

Наведено дані з морфології та хімічного складу амфіболів з міаролових порожнин у габро-анортозитах Коростенського плутону. Видовжено-призматичні кристали амфіболу входять до складу амфібол-кварцового пористого агрегату, виявлено-го у міароловій порожнині. Кристали вкриті двошаровою кремнеземистою плівкою, верхній шар якої складений глобулами кремнезему, пластинками плагіоклазу, голкоподібними та короткостовпчастими кристалами фторапатиту, голчастими кристалами амфіболу. За мікронзондовим аналізом амфібол визначений як фероактиноліт та залізна рожева обманка.

There is data of morphology and chemical composition of amphiboles from miarolitic cavities in gabbro-anorthosite of Korosten pluton. The extended-prismatic crystals of amphiboles enter in the complement of amphibole-quartz porous aggregate, discovered in a miarolitic cavity. Crystals are covered two-layer siliceous film, the overhead layer of which is made a globular silica, plates of plagioclase, needle-shaped and the short column crystals of fluorine-apatite, needle-shaped crystals of amphibole. The electron microprobe analysis shown that amphibole is ferro-actinolite and ferrous hornblende.

**Вступ.** Б.О.Гаврусевич перший привернув увагу дослідників до мінералогії міаролових (міаролітових) порожнин у гранітах [2] і основних породах [1] Коростенського плутону, наголошуючи на тому, що її вивчення допоможе глибше пізнати явища пегматитоутворення в гранітах та базитах і взагалі хід постмагматичних процесів плутону як у просторі, так і у часі [2].

**Вихідні передумови.** На думку Б.О.Гаврусевича, міаролові порожнини в габро-анортозитових масивах пов'язані з постмагматичними процесами самої основної магми, на відміну від розташованих у базитах пегматитових жил (нормальних гранітних і мігматичних, за термінологією Б.О.Гаврусевича), які є похідними гранітної магми [1]. Слід зазначити, що останній висновок Б.О.Гаврусевича є дискусійним і наразі поділяється не всіма дослідниками. Зокрема, вважається, що так звані

габро-пегматити (або мігматичні, за Б.О.Гаврусевичем) – продукти кристалізації залишкових розплавів безпосередньо габро-анортозитової магми [6].

Серед мінералів, що зустрічаються у міаролових порожнинах у габро-норитах, Б.О.Гаврусевич називав хлорити, епідот, кварц, кальцит. До цього короткого списку ми додамо ще клінозоїт, альбіт, преніт, гідроксипафліт, ломонтит і монторилоніт, які в асоціації з кальцитом і залістими хлоритами зустрінуто у рукавоподібній міароловій порожнині у лабрадоритах північної частини Володарськ-Волинського габро-анортозитового масиву поблизу с. Красносілка [4].

**Постановка завдання.** Метою дослідження було вивчення мінералогії міаролової порожнини у габро-анортозитах Коростенського плутону.

**Зразки і методи досліджень.** У 2007 р під час поверхових досліджень габроїдів північно-східного ендоконтакту того ж масиву співробітниками кафедри мінералогії, геохімії та петрографії були отримані зразки з міаролової порожнини, розкритої новим кар'єром у міжріччі рр. Тростяниця і Добринка в 1 км на південний схід від с. Буки. У кар'єрі видобувається блочне габро. В одному із забоїв на глибині близько 10 м від поверхні спостерігається овальна (~100x80 см), орієнтована довгою віссю вертикально, порожнина, з якої робітники кар'єру зі шлангу водою під тиском вимивали мінеральну масу, представлену головно глинистим матеріалом, поміж яким траплялись друзи і щітки довгопризматичного ясно-сірого кварцу. З купи намитих у такий спосіб кварцових агрегатів співробітниками університету було передано декілька зразків. Оскільки кар'єр знаходиться у приватній власності, дозволу на ґрунтове дослідження морфології порожнини і просторового розташування в ній ендогенної мінералізації отримано не було.

При вивченні мінералів порожнини застосовано методи кристаломорфологічного аналізу, растрову електронну мікроскопію і мікрозондовий аналіз. Хімічний склад амфіболів вивчався на електронному мікроскопі фірми Jeol JSM-6700F з енерго-дисперсійним аналізатором.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Зразки зразу ж привернули увагу своїм незвичним парагенезисом: на кристалах кварцу ближче до їх основи щільно прилягали відносно добре огранені кристалики амфіболу. Амфібол був також у середині сильно пористого кварц-амфіболового агрегату, що кривав стінки порожнини. З цієї породи і були вилучені кристалики амфіболу для всебічного вивчення. Нажаль, як на друзах кристалів кварцу, так і в середині кварц-амфіболового агрегату, усі

без винятку кристали амфіболу були вкриті різної товщини і будови плівкою ясно-сірого до жовтувато-бурого кольору. В усіх випадках хімічний склад плівкового матеріалу відповідає чистому  $\text{SiO}_2$ . Плівка була вивчена тільки морфологічно, визначення її фазового складу передбачається у подальших дослідженнях.

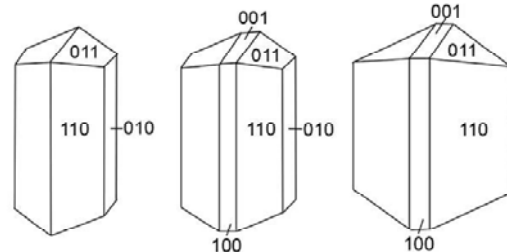


Рис. 1. Ідеалізовані форми кристалів амфіболу

Кремнеземиста плівка відносно легко відокремлювалась від поверхні кристалів амфіболу, проте під нею лише у рідкісних випадках окремими ділянками спостерігалася темна до чорної субстанція амфіболу. Ця обставина унеможливила гоніометричне вивчення кристалів амфіболу. Ідеалізована їх форма, відтворена за візуальними спостереженнями, представлена на рис. 1.

Окремі знімки реальних кристалів наведено на рис. 2. На кристалах амфіболу спостерігаються такі прості форми {001}, {010}, {100}, {110}, {011}. Усі кристали дуже крихкі, легко розколюються. Забарвлення уламків чорне, зелено-чорне до густо-трав'яно-зеленого у тонких уламках. Розмір призматичних кристалів амфіболу варіює від 0,5 мм до 1 см.

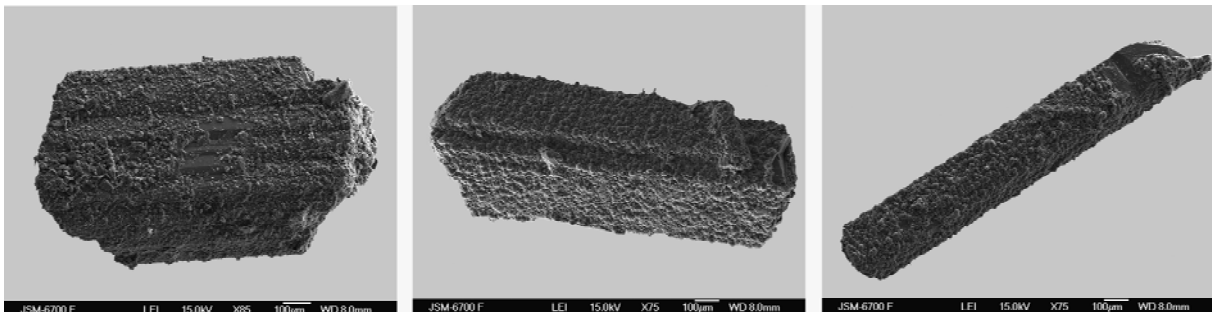


Рис. 2. Морфологічні типи кристалів амфіболу. Електронний мікроскоп JSM-6700 F

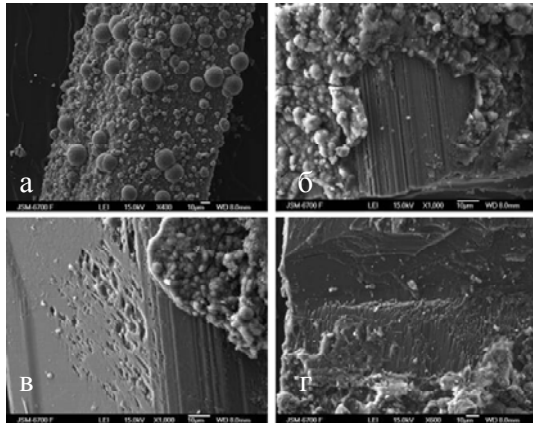
Під новоутвореннями плівки поверхня кристалів амфіболу зберігає первинну штриховку на гранях {110} (рис. 3б,в), тоді як на гранях інших простих форм часто спостерігаються ямки розчинення видовженої форми (рис. 3в). Рідко на вільних від плівки поверхнях спостерігаються зубчасті виступи розчинення кристалу амфіболу (рис. 3г).

Хімічно вивчено 8 кристалів амфіболу, причому лише один з них у свіжих спайних уламках (зразок 6), а решта з поверхонь, різних за морфологією, ступенем очищення від кремнеземистої плівки тощо (див. примітку до табл. 1). Для порівняння в табл. 1 наведено результати мікрозондового аналізу амфіболів близького хімічного складу з гранітоїдів Малинського масиву рапаків [5], з якими на сході контактують габроїди Володарськ-Волинського масиву.

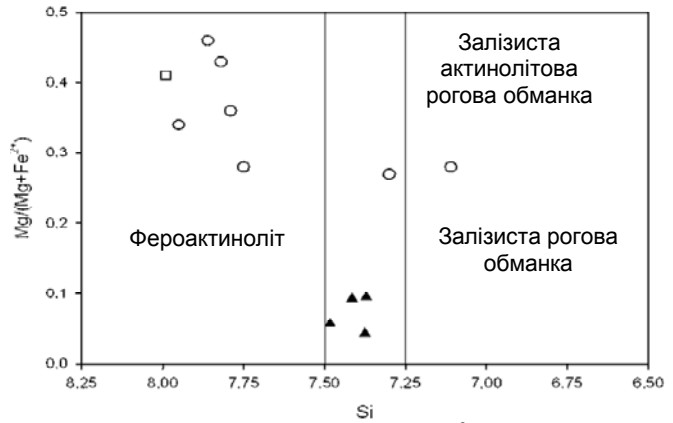
Вивчені амфіболи утворюють безперервний ряд від фероактиноліту до залістистої рогової обманки (рис. 4). За даними [7], такий ряд можна інтерпретувати як еволюційний тренд. Досліджений голчастий кристал феро-

актиноліту з поверхні плівки займає крайню позицію у цьому тренді. За О.С. Доброхотовою [3], подібні за хімізмом амфіболи відносяться до VII типу ( $\text{SiO}_2 > 47\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 < 7\%$ ) і пов'язані з гідротермальними процесами.

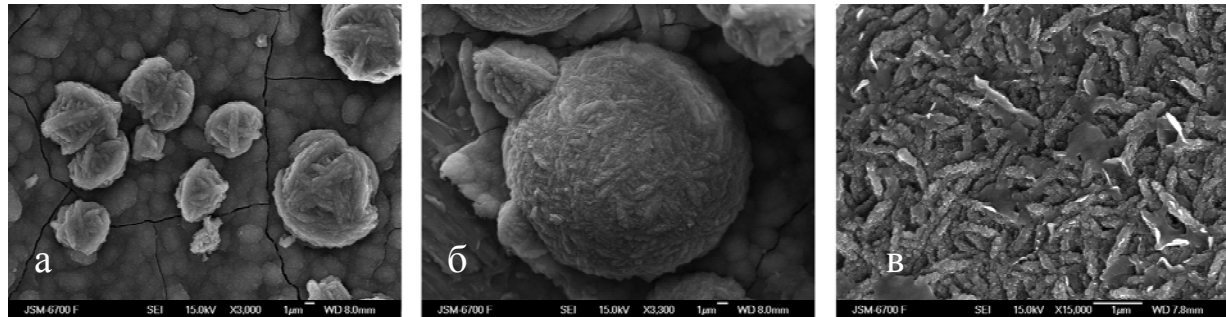
Кремнеземиста плівка під електронним мікроскопом проявляє принаймні двошарову будову: нижній шар дуже тонкий, однорідний, щільний, подекуди з елементами дисколітової будови, другий (зовнішній) більш потужний бугристий. На ньому домінують дві основні форми: 1 – напівсферичні виступи розміром до 5 нм у поперечнику (рис. 5а); 2 – глобули складної будови розміром від 5 до 30-40 нм у діаметрі (рис. 5б, в). При значних збільшеннях в електронному мікроскопі спостерігається агрегатна будова глобул: дуже дрібні і тонкі пластинки різнонаправлено зростаються, утворюючи глобулу. Зародження глобул, скоріш за все, відбувається на поверхні кремнеземистого субстрату. На першому етапі формуються розетки кремнезему (рис. 5а), які згодом у процесі росту перетворюються в округлі зі складною будовою поверхні (рис. 5б) глобули.



**Рис. 3. Поверхня кристалів амфіболу:**  
а – плівка; б, в – штриховка та ямки розчинення,  
г – зубчасті виступи розчинення.  
Електронний мікроскоп JSM-6700 F



**Рис. 4. Графік у координатах Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>) – Si, що відображає склад амфіболів у термінах номенклатури Ліка (1978) [8].**  
Кружечки – амфіболи з кварц-амфіболової породи, квадрат – голчастий кристал амфіболу з плівки, трикутники – амфіболи з гранітоїдів Малинського масиву рапаківі

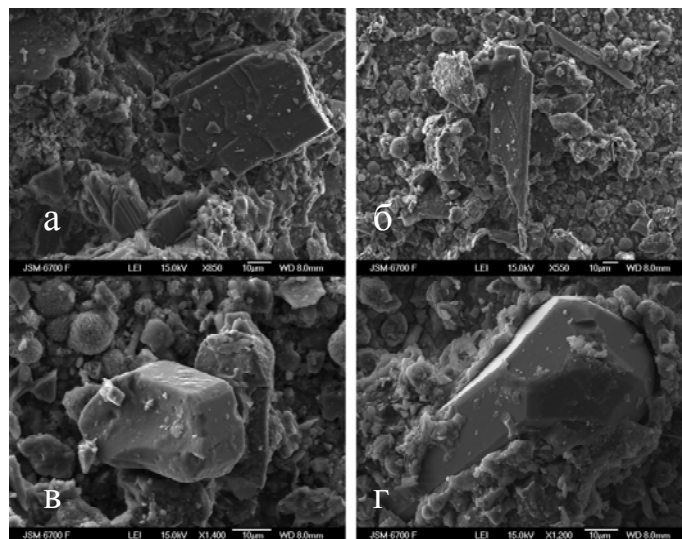


**Рис. 5. Глобули кремнезему та деталізація їх поверхні. Електронний мікроскоп JSM-6700 F**

У складі плівки, окрім кремнеземистої речовини, встановлено також дрібні пластинки плагіоклазу, голкоподібні та короткостовпчасті кристали фторапатиту, голчасті кристали амфіболу (рис. 6). Плагіоклаз (Ab<sub>0,8</sub> An<sub>0,4-0,2</sub>) утворює пластинчасті та таблитчасті, дещо деформовані, кристали розміром від 10x10 нм до 30x40 нм, часто обростає кремнеземом (рис. 6а).

Амфібол, за результатами мікрозондового аналізу визначений як фероактиноліт, формує на поверхні плів-

ки поодинокі видовжені пластинчасті та голчасті кристалики (рис. 6б). Фторапатит утворює два типи кристалів (рис. 6в,г): 1 – видовжені голкоподібні індивіди розміром до 80 нм; 2 – стовпчасті добре оформлені кристали з чітко вираженими шестикутними перетинами розміром до 60 нм. Аналогічно до плагіоклазу також обростає кремнеземом (?).



**Рис. 6. Мінерали, що входять до складу плівки:**  
а – плагіоклаз; б – фероактиноліт, в, г – апатит. Електронний мікроскоп JSM-6700 F

Таблиця 1

Результати мікрозондового аналізу та формульні коефіцієнти амфіболів міаролової порожнини

Мінерал	Залізна рогова обманка		Фероактиноліт				Залізна актинолітова рогова обманка	Фероактиноліт								Залістий актинолітовий роговий обманки та фероактиноліти з гранітоїдів Малинського масиву			
	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Зразок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Аналіз	1	2	4	5	6	22	28	32	42	43	44	45	35	36	Amf <sub>21</sub>	Amf <sub>9</sub>	Amf <sub>10</sub>	Amf <sub>16</sub>	
Var. %																			
SiO <sub>2</sub>	45,63	48,51	54,55	55,36	54,38	54,47	48,64	54,10	53,02	53,35	53,97	51,13	55,65	54,78	44,09	45,23	45,14	47,99	
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,26	0,21	0,07	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,51	1,75	1,78	2,28	2,45	3,06	3,53	1,85	2,51	2,64	5,40	6,67	1,36	1,43	1,46	2,73	2,39	2,02	
FeO	34,06	33,24	25,88	24,36	25,11	25,47	32,14	26,53	27,78	26,50	24,61	27,28	25,31	25,81	35,17	33,66	33,38	36,93	
MnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,41	0,52	0,52	
MgO	4,15	5,42	8,25	8,39	8,01	6,52	4,68	7,73	6,63	6,64	4,43	5,18	7,82	7,79	0,89	1,67	1,60	1,01	
CaO	11,60	11,10	9,54	9,61	10,10	10,50	11,00	9,79	9,60	10,20	8,29	9,74	9,86	10,19	14,11	10,79	10,7	10,85	
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46	0,62	-	-	-	-	0,10	0,36	0,15	0,30	
K <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,42	0,41	0,18	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	0,05	
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	-	0,05	
ZnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,01	0,24	-	
NiO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,16	0,08	0,14	
Формульні коефіцієнти на 23 атоми кисню																			
Ca	1,887	1,788	1,467	1,472	1,559	1,641	1,768	1,515	1,501	1,605	1,330	1,515	1,525	1,583	2,529	1,884	1,896	1,813	
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	0,130	0,177	-	-	-	-	0,032	0,114	0,048	0,091	
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,019	0,087	0,086	0,036	
Fe <sup>2+</sup>	2,763	2,656	1,997	2,071	2,235	2,812	2,786	2,181	2,426	2,767	3,083	2,334	2,398	2,425	4,920	3,888	3,862	3,923	
Fe <sup>3+</sup>	1,562	1,524	1,109	0,842	0,791	0,296	1,246	1,024	0,964	0,487	0,000	0,979	0,657	0,705	0,000	0,700	0,724	0,893	
Mg	0,939	1,215	1,765	1,788	1,721	1,418	1,047	1,665	1,442	1,454	0,989	1,121	1,682	1,684	0,222	0,406	0,392	0,235	
Al <sup>VI</sup>	0,000	0,000	0,129	0,299	0,253	0,474	0,000	0,130	0,168	0,292	0,953	0,566	0,231	0,187	0,000	0,000	0,000	0,000	
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001	0,032	0,026	0,008	
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	0,000	0,006	0,000	
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,094	0,057	0,072	0,069	
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,013	0,021	0,011	0,018	
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,001	0,029	0,000	
Al <sup>IV</sup>	0,807	0,310	0,172	0,085	0,163	0,052	0,624	0,185	0,264	0,165	0,000	0,576	-	0,058	0,288	0,524	0,463	0,371	
Si	6,928	7,295	7,828	7,915	7,837	7,948	7,297	7,815	7,736	7,835	8,084	7,424	8,031	7,942	7,375	7,371	7,415	7,483	

**Примітка.** Зразки: 1 – кристал амфіболу, вільний від плівки новоутворень; 2 – кристал з плівкою та вільними від неї ділянками з фігурами розчинення на гранях; 3, 4, 5 – кристали, з яких була знята плівка; 6 – виколка з кристалу; 7 – кристал без плівки з фігурами розчинення на гранях; 8 – голчастий кристал фероактиноліту з поверхні плівки (енерго-дисперсійний аналізатор електронного мікроскопу JSM-6700F, оператор І.В. Гурненко); 51-1 – амфібол з рапаківіподібного амфібол-фаяліт-піроксенового граносієниту і 67-43 – амфібол з рапаківіподібного амфіболітового граніту.

**Висновки.** Отже, мінерали міаролової порожнини можна розділити принаймні на дві асоціації: більш ранню апатит-кварц-амфіболітову з крупними кристалами кварцу у зоні вільного росту та більш пізню – кремнеземисту, яка супроводжується плагіоклазом, фероактинолітом та апатитом. Входження до вивчених асоціацій фторапатиту, кварцу та висококремнеземистих амфіболів свідчить про значну роль у формуванні даного парагенезису насичених кремнеземом високофористих розчинів; визначення їх джерел та параметрів мінералотвірних процесів у міароловій порожнині потребує подальшого детального дослідження.

1. Гаєрусевич Б.А. Пегматити та їх деривати в габбро-норитових породах Волині // VIII наукова сесія Київського держуніверситету. Секція

геологія: тези доповідей. – 1951. – С.8-9. 2. Гаєрусевич Б.А. О мінералогії міаролітових пустот Коростенського плутона // Мин.сб. Львов.ун-ту. – 1957. – №11. – С.95-101. 3. Доброхотова Е.С. Роговая обманка и другие кальциевые и щелочно-кальциевые амфиболы // Особенности породообразующих минералов магматических пород. – М., 1986. – С.5-83. 4. Зінченко О.В., Митрохин О., Савенок С., Пічугін А. Процеси пренітзації в базитах Коростенського плутона // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2006. – С.28-30. 5. Митрохин А.В., Богданова С.В., Білан Е.В. Петрологія Малинського масива рапакиви (Коростенський плутон) // Мінерал. журн. – 2009. (у друці). 6. Шумлянський Л.В., Митрохин О.В., Гречанівська О.С., Гурненко А.І. До мінералогічної характеристики пегматитів в анортозитах Коростенського плутона // Зап. УМТ. – 2006. – Т.3. – С.200-204. 7. Choudari Kamineni D. A petrochemical study of calcic amphiboles from East Lake anorthosite-gabbro layered complex, District of Algoma, Ontario // Contributions to Mineralogy and Petrology. -1986. – V. 93. – P.471-481. 8. Leake B.E. Nomenclature of amphiboles // American Mineralogist. – 1978. – V. 63. – P.1023-1052.

Надійшла до редколегії 22.05.09