

ти підготовку до видання двох останніх книг з мінералогії Українських Карпат; 3) значно посилити увагу до вивчення мінералогії в найслабше досліджених регіонах України; 4) здійснювати подальше більш глибоке вивчення геологічних об'єктів з благороднометалевим, кольоровометалевим і рідкіснометалевим зруденням. Окрім цього, є потреба у підготовці нових монографічних зведень по Українському щиту, Волино-Поділля, Донбасу і Криму; посиленої уваги потребують мінералогічні дослідження техногенних продуктів, в тому числі підготовка монографічного зведення по техногенних мінералах України; більш інтенсивного впровадження вимагає мінералогічне картування, особливо на рудоносних об'єктах; подальшої уваги потребує мінералогічне районування, особливо складання схематичних карт районування території України в цілому і схематичних карт розміщення найважливіших мінеральних об'єктів у окремих мінералогічних провінціях, субпровінціях і навіть в особливо важливих і цікавих мінералогічних районах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лазаренко Е.К. Опыт генетической классификации минералов. - Киев: Наук. думка, 1979. - 316 с.
2. Матковський О.И. Состояние и задачи регионально-минералогических исследований в Украине // Минерал. сб. - 1983. - № 37, вып. 2. - С. 3-8.
3. Матковський О.И. Проблеми регіональної мінералогії в Україні // Зап. Укр. мінерал. т-ва. - 2004. - № 1. - С. 45-54.
4. Матковський О., Павлишин В. Стан і перспективи розвитку регіонально-мінералогічних досліджень в Україні. - Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1998. - 76 с.
5. Матковський О.И., Сливко Є.М. Схематична карта мінералогічного районування України // Мінералогія: історія, теорія і практика. Тези міжнародн. наук. конф., присвяченої 140-річчю кафедри мінералогії Львівського університету ім. І. Франка. - Львів, 2004. - С. 38-41.
6. Гурський Д.С., Калінін В.І., Лебідь М.І. та ін. Закономірності розміщення родовищ корисних копалин на території України // Мін. рес. України. - 1998. - № 1. - С. 15-18.

УДК 549.641. (477)

В.С. МЕЛЬНИКОВ

МІНЕРАЛОГІЯ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЕНДОГЕННИХ УТВОРЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Дано перелік рідкісноземельних елементів (REE), встановлених в ендеогенних утвореннях Українського щита (УЩ). Незначна кількість мінеральних видів пояснюється відсутністю на УЩ традиційного типу рідкісноземельних формацій - великих сильнокодиференційованих лужних інтрузій і карбонатитів. Розширені сієнітові інтрузії можуть бути промисловим джерелом рідкісноземельних елементів, але кількість мінералів REE обмежена.

ВСТУП

Інтенсивний розвиток високих технологій постійно розширює галузі застосування рідкісноземельних елементів (REE), та ітрію. Відповідно зростає роль мінералів-концентратів REE як стратегічної

7. Геологія і корисні копалини України: Атлас М-6 1 : 500 000 (Гол. ред. Л.С. Галецький, керівн. проекту Н.М. Чернієнко). - К., 2001. - 168 с.

8. Войновський А.С., Бочай Л.В., Нечасев С.В. та ін. Комплексна металогенічна карта України масштабу 1 : 500 000. Пояснювальна записка. Держгеолслужба України. - Київ, 2003. - 336 с.

9. Павлишин В.І., Зінченко О.В., Довгий С.О. Загальні особливості мінерального складу геологічних утворень України // Мінерал. журн. - 2007. - 25, № 2. - С. 5-18.

10. Минералы Украины. Краткий справ. / (Н.П. Щербак, В.И. Павлишин, А.Л. Литвин и др.). - Киев: Наук. думка, 1990. - 408 с.

РЕЗЮМЕ

Проанализированы современные регионально-минералогические исследования в Украине. Отмечено, что на конец XX - начало XXI ст. получена значительная информация о типоморфных особенностях минералов. Определено много новых, очень редких или ранее неизвестных минералов, осуществлены попытки минералогического районирования Украины и составлена первая схематическая карта такого районирования. Названы районы малоизученные в минералогическом аспекте, намечены наиболее важные задачи регионально-минералогических исследований на будущее.

SUMMARY

Modern status of the regional mineralogical investigations in Ukraine is analyzed. It is outlined that at the end of XX - beginning XXI centuries was get substantive information about typomorphic peculiarities of minerals, was distinguished a lot of new very rare or previously unknown minerals, was made regional mineral zoning of Ukraine, first schematic map of such zoning was created. The poorer studied regions from mineralogical point of view are outlined and the most important targets of regional mineralogical investigations are stated.

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів
e-mail: mineral@franko.lviv.ua

мінеральної сировини. Виникає необхідність у складанні реєстру проявів REE в Україні, зокрема на УЩ, в якому необхідно визначити тип мінералізації. Але які мінерали вважати потенційно промисловими? Як показано в [16, 28], на УЩ не існує ро-

довищ рідкісних металів традиційного типу. Можливо, будуть знайдені родовища, в яких концентраторах REE виявляться маловідомі або рідкісні мінерали. Переважна частка світових родовищ REE мають ендегенне походження. Тому мінералогічний аналіз ендегенних проявів REE на території УЩ є достатньо актуальним.

В ендегенних утвореннях УЩ встановлено близько двох десятків мінеральних видів рідкісноземельних та ітрію (мінерали REE). Це надзвичайно мало у порівнянні з загальним світовим реєстром (понад 175) [23]. Причин такої мінеральної "убогості" є декілька. Головна - відсутність на УЩ геологічних формацій, з якими пов'язані прояви рідкісноземельної мінералізації [23]. Друга - низький рівень аналітичної бази в Україні. Мінерали REE найчастіше є акцесорними (або рідкісними), дрібного розміру, часто гетерогенні і метамікні. Відомо, що найефективнішим методом їх дослідження є електронно-зондовий аналіз. Можливо, саме через відсутність сучасного обладнання в Україні протягом десятиріч не знайдено нових (принаймні для України) рідкісноземельних мінералів. Нижче представлені деякі підсумки досліджень з систематичної і регіональної мінералогії REE.

СИСТЕМАТИЧНА МІНЕРАЛОГІЯ

На території УЩ виявлені такі мінеральні види REE ендегенного генезису.

1. **Оксиди.** Ешиніт. Евксеніт. Фергюсоніт. Самарскіт.
2. **Силікати.** Аланіт. Бритоліт. Чевкініт. Пер'єрит. Церіт.
3. **Фтор-карбонати.** Бастнезит. Паризит. Синхізит.
4. **Карбонати.** Бербанкит. Анкіліт. Карбоцернаїт.
5. **Фосфати.** Монацит. Ксенотим. Рабдофаніт.
6. **Фториди.** Флюоцерит.

Треба звернути особливу увагу на часте вживання дискредитованих термінів. У довіднику [20] застосовано 7 назв мінералів REE, які не вживаються в світовій літературі. (Наприклад: ортит = аланіт; пріорит = У-ешеніт; бетафіт, гатчетоліт = U-пірохлор та ін.).

Аналізуючи цей список, можна зробити висновок, що більшість мінералів REE на УЩ є акцесорними або рідкісними, і що тільки 5 мінералів REE можуть утворювати великі скупчення (підкреслені). Переважають мінерали церієвої групи (легкі лантаніди - LREE).

Існують два кристалохімічні типи мінералів REE: а) лантаніди утворюють самостійні структурні позиції, б) лантаніди займають позиції кальцію або структурно подібні позиції. Мінерали першої групи є мінеральними видами. У другій групі REE ізоморфно заміщують кальцій (а також Zr, U, Th). Якщо заміщення не повне (не стехіометричне) мінерал є рідкісноземельним різновидом іншого мінерального виду. Такі мінерали в статті не розглядаються. Перелік мінеральних видів REE, зафіксованих в ендегенних утвореннях УЩ наведений в табл. 1.

РЕГІОНАЛЬНА МІНЕРАЛОГІЯ

Значна частка встановлених на УЩ мінералів REE діагностована не достатньо коректно. Тому в табл. 1 занесені тільки ті мінеральні види, ідентичність яких не викликала сумніву. Метою статті не є їх детальна характеристика, яку містять відповідні посилання. Але деякі мінерали REE розглянуті детальніше, тому що є або потенційно промисловими

(бритоліт, аланіт, монацит, бастнезит), або мають важливе генетичне значення (оксиди REE).

Оксиди рідкісноземельних елементів. Всі оксиди REE на УЩ є рідкісними мінеральними видами. Найчастіше вони зустрічаються в гранітних пегматитах, де представлені фергюсонітом, ешинітом, евксенітом і самарскітом. У карбонатитах оксиди REE є магматичними акцесорними мінералами [23]. Ешиніт і евксеніт - діморфи [3, 21]. Через метамікність визначити їх первинну структурну приналежність неможливо. У Західному Приазов'ї ешиніт знайдений у карбонатитах чернігівського комплексу [6, 9], у сподуменових пегматитах Балки Крутої [9] і в керамічних біля с. Єлісєєвка (жила Соловки) [11]. Мінерал діагностований тільки за хімічним складом. Се-фергюсоніт з карбонатитів чернігівського комплексу утворює пойкилітові виділення в кристалах кальциту [7, 9]. Визначені кристалічна і метаміктна форми фергюсоніту з приблизно однаковою вмістом $U_3O_8 + ThO_2$ (~ 2 %) [9]. Значення відношення LREE / HREE коливається від 2 до 4,5, що взагалі фергюсоніту не притаманне. Кристалічний фергюсоніт має тетрагональну симетрію, а метамікний після прожарювання виявляє тетрагональну або моноклінну [9]. Титаністий фергюсоніт (ризерит, ~ 16 % TiO_2) знайдений у граносієнітах і сієнітах Кальміуського і Південно-Кальчицького масивів, а також в Октябрському лужному масиві [9]. Фергюсоніт із сієнітів Яструбецького штоку утворює дрібні прозорі кристали рожевого кольору, іноді з темною метаміктною облямівкою. Прозорі кристали мають тетрагональну симетрію. Самарскіт виявлений в керамічних пегматитах Західного Приазов'я (Могила Зелена) і в метасоматитах Суцано-Пержанської зони [11, 17, 18]. У зоні блокового мікрокліну і кварцового ядра самарскіт знаходиться в асоціації з бериллом, ортитом, колумбітом, приазовітом і уранінітом. Самарскіт із Приазов'я метамікний (ThO_2 - 2,88 і U_3O_8 - 3,89 %) і суттєво ітрієвий мінерал ($Y_2O_3/Ce_2O_3 = 1,5$). Наявність у складі 4,78 % Fe_2O_3 є наслідком окиснення Fe^{2+} під дією α -опромінення.

Пірохлор відомий як акцесорний мінерал пегматитів, лужних порід і карбонатитів [20, 21]. Він є концентратором Nb, Ta, U, а REE є супутними. У Приазов'ї на Мазурівському Ta-Nb-родовищі (Октябрський масив) встановлені промислові концентрації пірохлору (до 0,2 %) з вмістом оксидів REE до 7 % [19]. У спектрі REE переважають легкі лантаніди, а ітрієва група майже відсутня. На території Приазов'я виявлені дві відміни пірохлору: власне пірохлор і уран-пірохлор [9] (бетафіт, ельсвортит, гатчетоліт є синонімами уран-пірохлору). За виключенням ельсвортиту пірохлор містить від < 1 до 7-10 % оксидів REE. "Приазовіт" є U-пірохлором з високим вмістом танталу, ітрію і алюмінію. Вміст оксиду ітрію сягає 10 %, а вміст оксидів REE - не більше 0,5 %. Такий незвичайний склад REE і надзвичайно великий вміст Al_2O_3 (до 9-16 %) викликає сумнів щодо індивідуальності мінералу. Оскільки алюміній не прийнятний для структури пірохлору [3], "приазовіт" потребує додаткового дослідження із застосуванням сучасних методів.

Аланіт (ортит). Незважаючи на надзвичайну поширеність аланіту в гранітах, граносієнітах і сієнітах УЩ, він досліджений недостатньо, в ньому часто не визначені фтор, марганець і селективні REE.

Таблиця 1. REE мінерали в ендегенних утвореннях УЩ

Мінеральний вид		Утворення	Місце знаходження	Джерело
<i>Оксиди</i>				
α-фергносоніт	YNbO ₄	Лужні сієніти	Яструбецький штюк	
β-фергносоніт	YNbO ₄	Метасоматити	Південно-Кальчицький масив	[6, 9, 20]
	CeNbO ₄	Лужні сієніти	Яструбецький штюк	
Самарскіт	YFe ²⁺ ₂ Nb ₅ O ₁₆	Карбонатити	чернігівський комплекс	
Ешиніт Евксеніт	Ln(Nb,Ti) ₂ O ₆	Рідкіснометалеві пегматити	Зах. Приазов'я с. Єлісєвка Зелена Могила	[9, 11]
		Рідкіснометалеві пегматити	Балка Крула чернігівський комплекс	[6, 9, 11]
		карбонатити		
<i>Силікати</i>				
Бритоліт	Ca ₂ Ln ₃ (SiO ₄) ₃ (F, OH)	Нефелінові пегматити, маріуполіти, гідротермаліти лужні сієніти	Сх. Приазов'я Октябрський масив Балка Мазурова с. Анадоль Приазов'я Азовський штюк Яструбецький штюк	[6, 9, 11, 14, 15]
Аланіт (Ортіт)	CaLnAl ₂ Fe ²⁺ [SiO ₄][Si ₂ O ₇](F, OH)	Граніти, пегматити лужні сієніти гідротермаліти	В цілому на УЩ Призов'я Азовський штюк Яструбецький штюк Приазов'я (с. Анадоль)	[1, 6, 9, 12, 14, 20, 22, 24, 25]
Чевкініт	Ce ₄ (Fe ³⁺ , Ti) ₃ (TiO ₄) ₂ (Si ₂ O ₇) ₂	Феніти карбонатитів ортоклаз-фаяліт-геденбергітові сієніти	чернігівський комплекс масив Мала Віска	[6, 9, 20]
Церіт	Ce ₃ (Ca, □)(Fe, Mg)(SiO ₄) ₆ [SiO ₃ OH](OH) ₃	Ортітова жила	Приазов'я (Анадоль)	[12]
<i>Фосфати</i>				
Монацит	CePO ₄	Граніти, пегматити, чарнокіти	В цілому на УЩ	[1, 6, 9, 20, 24, 25]
Рабдофаніт	CePO ₄ ·H ₂ O	Гранітоїди (?), метасоматити, камерні пегматити лужні сієніти	Волинь	[8, 14, 20]
Ксенотим	YPO ₄	Граніти метасоматити, камерні і рідкіснометалеві пегматити	В цілому на УЩ	[1, 6, 9, 20, 24, 25]
<i>Фтор-карбонати</i>				
Бастнезит	Ce(CO ₃)F	Лужні сієніти, карбонатити, метасоматити і кальцит-флюоритові жили	Азовський штюк Чернігівський масив Яструбецький штюк	[6, 8, 20, 14]
Паризит	Ca(Ce) ₂ (CO ₃) ₃ F	Карбонатити кальцит-флюоритові жили	Чернігівський масив Петрово-Гнутово Азовське родовище	
Сінхізит	CaCe(CO ₃) ₂ F	Карбонатити, лужні сієніти камерні пегматити	Приазов'я Азовське родовище Волинь	
Доверіт (Y-сінхізит)	YCe(CO ₃) ₂ F	Пегматити	Коростеньський плутон	[5]
<i>Карбонати</i>				
Бербанкіт	(Ca, Na) ₃ (Sr, Ca, Ce) ₃ (CO ₃) ₅	Рісчорити	Покрово-кіреєвський комплекс	[10]
Анкіліт	(Ce, Sr,Ca)(CO ₃)(OH)·H ₂ O	Нефелінові сієніти карбонатити сієніти	Приазов'я Малотерсянський Масив чернігівський комплекс Старий Крим	[6]
Карбоцернаїт		Карбонатити	Чернігівський масив	[6]
<i>Фториди</i>				
Флюоцеріт	(Ce, Y)F ₃	Камерні пегматити	Волинь	[8]

Аланіт є типоморфним мінералом І-гранітів [25]. Вміст аланіту в граніті іноді на окремих ділянках є надзвичайно високим (до 5-7 % у Салтичанському) [9, 24, 25]. В Азовському родовищі аланіт є важливим компонентом рідкісноземельної руди. Він кристалізувався одразу після бритоліту, утворюючи з ним епітаксичні зростання [15]. Гідротермальний аланіт біля с. Анадоль (поблизу Октябрського масиву) на 75-85 % виповнює потужну жилу (2 × 600 м) в анадольському граніті. Мінералізація має не метасоматичний [12], а чітко гідротермальний характер. Аланіт представлений церієвою відміною з підвищеним вмістом MnO (до 1,5-2,5 %) і значенням відношення FeO/Fe₂O₃ до 2,5. У складі аланіту визначений фтор (до 2 %) і незначна кількість торію (< 0,1 % ThO₂). Це пояснює кристалічний стан мінералу.

Бритоліт. Нещодавно бритоліт вважався рідкісним мінералом, пов'язаним переважно з комплексами лужних порід та їх метасоматитів [1, 6, 9]. У незначній кількості (до 0,1 %) він присутній у маріуполітах, нефелінових пегматитах і альбігітах Октябрського масиву [19]. На Азовському родовищі бритоліт кристалізувався разом з цирконом і є рудоутворювальним мінералом [14, 15]. Первинний бритоліт частково або повністю перетворений на бастнезит [15].

Фтор-карбонати REE (бастнезит, паризит, синхізит) присутні: 1) у карбонатитах і карбонатитових жилах Приазов'я (чернігівській комплекс, жила Петрово-Гнутово) [6, 9]; 2) у вигляді псевдоморфоз по бритоліту (Азовське родовище) [15]. В карбонатитах чернігівського не виявлені первинні фтор-карбонати REE [6]. Вони заміщують бритоліт і аланіт. У паризит-кальцит-флюоритовій жилі Петрово-Гнутово паризит був промисловим мінералом. Подібні прояви рідкісноземельної мінералізації (але набагато меншого масштабу) відомі в інших місцях Приазов'я (Кальміуська тектонічна зона, Балка Вербова, с. Чермалик, с. Заможне). Оскільки (з кристалохімічних причин) REE не входять до структури простих карбонатів (кальциту, доломіту), вважається, що REE і фтор накопичуються в залишковому розплаві. Але не доведено, що з нього безпосередньо кристалізуються бастнезит і паризит. На Азовському родовищі бастнезит утворює псевдоморфози по первинному (магматичному) бритоліту. Він заміщує від 75 до 90 % об'єму бритоліту. Таким чином, Азовське родовище за мінеральним складом є циркон-бастнезитове, а бритоліт (реліктовий) і аланіт є другорядними мінералами.

Монацит - один з найпоширеніших акцесорних мінералів кислих, збіднених на кальцій порід (гранітів, гранітних пегматитів) [24, 25]. Це типоморфний мінерал S-гранітів [25], але не типовий для лужних порід (сієнітів). У карбонатитах оксиди

REE є магматичними акцесорними мінералами [23]. В бейфорситах Чернігівського масиву монацит зустрічається в асоціації з Се-фергюсонітом, а в канадитах - разом з ортитом [6]. В Приазов'ї, в анадольських гранітах вміст монациту зростає до 100-200 г/т. У гранітах Кам'яних Могили с. Катеринівка монацит зустрічається разом з ксенотимом [9]. Співвідношення концентрацій монациту і ксенотиму приблизно 10 : 1. У породах, збагачених на монацит, зростає кількість ксенотиму. Особливу групу рідкісноземельних рудопроявів представляють метасоматити Th-U-REE типу, в яких головним концентратором REE є монацит [2].

ГЕНЕТИЧНА МІНЕРАЛОГІЯ REE

Головним джерелом REE є продукти глибокої диференціації вихідного розплаву [23, 26]. Це лужні граніти, кислі і лужні пегматити, лужні розшиаровані інтрузії, зокрема агпайтові. Окрема група утворень - карбонатити, з якими пов'язані потужні гідротермальні прояви фтор-карбонатів і карбонатів REE [23, 26]. Рідкісноземельні елементи на УЩ пов'язані переважно з гранітними пегматитами і лужними породами [1, 6, 9, 11, 16, 22]. Оксиди REE утворюються на останній стадії кристалізації пегматитів [4, 23] і сієнітових інтрузій [6]. Рідкісноземельний пірохлор кристалізувався із залишкових насичених флюїдом розплавів (пегматити, маріуполіти) [4, 6, 9, 19]. Зауважимо, що для більшості формаційних типів рідкісноземельних пегматитів початковий тиск кристалізації був менше від 2,5 кбар [4]. Оскільки вважається, що ерозійний зріз значної частини УЩ був набагато глибшим цього рівня (можливо, не менше 7-10 км), пегматитові родовища REE на території УЩ не збереглися. На УЩ не знайдені родовища REE, які генетично пов'язані з великими масивами глибоко диференційованих лужних порід. Деякою альтернативою їм є сієнітові штоки яструбецько-азовського типу [6, 14, 29], які, по суті, представляють потужні фракційні колони глибиною понад 5 км. За певних умов диференціації лужного розплаву (низька фугітивність кисню, насиченість фтором) може відбутись накопичення значної маси REE [29].

ЕНДОГЕННІ РОДОВИЩА І ПЕРСПЕКТИВИ НОВИХ ВІДКРИТТІВ

Єдиним промисловим рідкісноземельним об'єктом на території УЩ є Азовське родовище [14, 19, 29]. Його генетична специфіка полягає у синхронній кристалізації магматичного бритоліту і циркону з утворенням комплексної Zr-REE руди [14]. Наступні процеси фтор-вуглекислотного метасоматозу змінили первісний мінеральний склад руди, перет-

Таблиця 2. Порівняльна характеристика промислових родовищ Zr-REE типу, генетично пов'язаних з лужними породами [19, 26]

Родовище	Місце знаходження	ZrO ₂ , %	Y ₂ O ₃ , %	Головні мінерали-концентратори REE
Азовське	Приазов'я, Україна	1,5	0,13	Бастнезит, бритоліт, аланіт
Брокмен	Австралія	1,9	0,14	Евксеніт
Пахарита	Нью Мехіко, США	1,2	0,18	Евдіаліт
Стренджлейк	Канада	3,0	0,5	Гадолініт, бастнезит, кайнозит
Лімаусак	Південна Гренландія	1,2*	0,12	Евдіаліт

ворили її на бастнезит-цирконову [15]. Внаслідок перерозподілу REE відбулось збагачення бастнезиту на ітрію, а в цілому в концентраті збільшився вміст REE [13, 15]. В табл. 2 подається порівняльна характеристика (за середнім вмістом цирконію та ітрію) деяких родовищ REE, в яких акумулюються HREE + Y. Відповідно до наведених даних, за вмістом Y_2O_3 Азовське родовище не поступається деяким світовим родовищам HREE.

Дослідження мінералогії REE у рудопроявах ендегенного походження дозволяє зробити висновок щодо об'єктів, перспективних на REE. Такими можна вважати: а) диференційовані сієнітові штоки [7, 28, 29]; б) гідротермальні-метасоматичні утворення, пов'язані з лужними масивами [12, 17]; в) уран-торієві метасоматити з попутною REE мінералізацією [2, 30].

ВИСНОВОК

В ендегенних утвореннях УЩ виявлено близько 20 мінеральних видів рідкісноземельних елементів. Це набагато менше світового реєстру, в якому налічується майже 100 мінеральних видів. Найпоширенішими мінералами REE є аланіт і монацит. Магматичний бритоліт і метасоматичний бастнезит є рудоутворювальними мінералами Азовського Ze-RE-E-родовища. Потенційно промисловими об'єктами можуть бути диференційовані сієнітові штоки і гідротермальні жили (аланітові, паризитові), генетично пов'язані з лужними масивами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акцессорные минералы Украинского щита. / Ред. Б.Ф. Мицкевич, Н.П. Щербак. - Киев: Наук. думка, 1976. - 259 с.
2. Анисимов В.А., Кузьмин А.В., Макивчук О.Ф. и др. Ториенность докембрийских пород Украинского щита и его склонов // Геол. журн. - 2007. - № 3. - С. 51-58.
3. Горжевская С.А., Сидаренко Г.А., Гинзбург А.И. Титано-тантало-ниобаты. - М.: Недра, 1974. - 344 с.
4. Гранитные пегматиты. Т. 4. Редкоземельные пегматиты и пегматиты необычного состава. / Ред. В.А. Макрыгина. - Новосибирск: Наука, 2007. - 423 с.
5. Гуров Е.П., Гурова Е.П. Иттросинхизит из камерных пегматитов // Новые данные о минералах СССР // Тр. минерал. музея СССР. - 1975. - Вып. 24. - С. 78-81.
6. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрология щелочных пород Украинского щита. - Киев: Наук. думка, 1990. - 407 с.
7. Кривдик С.Г., Загнітко В.М., Стрекозов С.М. та ін. Рідкіснометалеві сієніти Українського щита: перспективи пошуків багатих руд цирконію та лантану // Мінерал. журн. - 2000. - 22, № 1. - С. 62-72.
8. Лазаренко Е.К., Павлишин В.И., Латыш В.Т., Сорокин Ю.Г. Минералогия и генезис камерных пегматитов Вольни. - Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1973. - 359 с.
9. Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Приазовья. - Киев: Наук. думка, 1981. - 430 с.
10. Литвин А.Л., Егорова Л.Н., Кульчицкая А.А. и др. Богатый стронцием бербанкит из нефелиновых сиенитов Приазовья // Мінерал. журн. - 1998. - 20, № 2. - С. 12-18.
11. Литовченко Е.И. Гранитные пегматиты Запад-

ного Приазовья. - Киев: Наук. думка, 1976. - 130 с.

12. Марченко Е.Я. Ортитовые метасоматиты - новый тип редкоземельного оруденения // Минер. журн. - 1994. - 16, № 5/6. - С. 84-89.
13. Марченко Е.Я., Пожарицкая Л.К., Нечелюстов Г.Н., Стрекозов С.Н. Типохимические особенности иттрийсодержащих редкоземельных фосфатов Приазовья (Украинский щит) // Минер. журн. - 1995. - 17. - С. 3-13.
14. Мельников В.С., Возняк Д.К., Гречановская Е.Е. и др. Азовское цирконий-редкоземельное месторождение: минералогические и генетические особенности // Мінерал. журн. - 2000. - 22, № 1. - С. 42-62.
15. Мельников В.С., Гречановська О.Є., Груба В.В. та ін. Гетерогенність бритоліту Азовського родовища (Східне Приазов'я) // Мінерал. журн. - 2007. - 29, № 3. - С. 14-24.
16. Мельников В.С., Павлишин В.И., Бугаенко В.Н., Семка В.А. Редкие элементы Украины // Мінерал. журн. - 1998. - 20, № 1. - С. 92-107.
17. Металлиди В.С., Приходько В.Л., Лыков Л.И., Ананченко М.В. Геолого-промышленные типы редкометалльных месторождений Суцано-Пержанской рудной зоны // Мінеральні ресурси України. - 2000. - № 1. - С. 22-25.
18. Металлиди С.В., Нечаев С.В. Суцано-Пержанская зона (геология, минералогия, рудоносность). - Киев: Наук. думка, 1983. - 136 с.
19. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. - Т. 1: Металлические полезные ископаемые. / Ред. Н.П. Щербак, А.Б. Бобров. - К.-Львов: Центр Европы, 2005. - 783 с.
20. Минералы Украины: Крат. справ. / Н.П. Щербак, В.И. Павлишин, А.Л. Литвин и др.; Отв. ред. Н.П. Щербак. - Киев: Наук. думка, 1990. - 408 с.
21. Минералы. Справ. Т. 2, вып. 3. - М.: Наука, 1967. - 675 с.
22. Редкие элементы Украинского щита. / Ред. И.П. Щербань. - Киев: Наук. думка, 1986. - 254 с.
23. Семенов Е.И. Оруденение и минерализация редких земель, тория и урана. - М.: ГЕОС, 2001. - 306 с.
24. Справочник по петрографии Украины. / Ред. И.С. Усенко. - Киев: Наук. думка, 1975. - 580 с.
25. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. - Львов: ЗУКЦ, 2005. - 366 с.
26. Castor S.B., Hedrick J.B. Rare Earth elements. Industrial minerals & rocks. / Ed. J. Kogel, N. Trivedy etc. - 7th edition. - SME, 2006. - P. 769-792.
27. Compositional and phase relations among rare earth elements minerals "Geochemistry and mineralogy of rare earth elements". / Ed. B.R. Lipin, G.A. MacKay // Rev. Min. - 1989. - Vol 21. - P. 348.
28. Kryvdik S.G., Melnikov V.S., Zagnitko V.M., Strekozov S.M. Endogenic deposits of rare metals in the Ukrainian Shield // Miner. Journ. (Ukraine). - 2002. - 24, No 2/3. - P. 26-36.
29. Melnikov V.S., Kulchitska A.A., Kryvdik S.G. et al. The Azov deposit - a new type of rare-metal objects of Ukraine // Miner. Journ. (Ukraine). - 2000. - 22, No 5/6. - P. 39-49.
30. Nechaev S.V., Gursky D.S., Bakarzhiev A.K. et al. Deposits of Uranium, Rare and Rare-Earth Metals in the Ukrainian Shield // Mineral. Journ. (Ukraine). - 2002. - 24, No 4. - P. 5-20.

РЕЗЮМЕ

Приведен перечень редкоземельных элементов (REE), установленных в эндогенных образованиях Украинского щита (УЩ). Незначительное число минеральных видов объясняется отсутствием на УЩ традиционного типа редкоземельных формаций - крупных сильно дифференцированных щелочных интрузий и карбонатитов. Расслоенные сиенитовые интрузии могут быть промышленным источником редкоземельных элементов, но число минералов REE ограничено.

УДК 549.281

О.В. ПАВЛЮК, В.М. ПАВЛЮК

САМОРОДНА МІДЬ СКВИРСЬКОЇ ПЛОЩІ БРУСИЛІВСЬКОЇ ШОВНОЇ ЗОНИ

Проаналізовано перспективи мідного зруденіння Сквирської площі (центральна частина Брусилівської шовної зони). Мідь знаходиться у самородному виді у корах вивітрювання амфіболітів, а також представлена висококонтрастними аномаліями в амфіболітах і кристалосланцях росинсько-тікицької серії. Інший тип зруденіння - аномалії в гідротермально-метасоматично змінених гранітоїдах. На відміну від основних, ультраосновні масиви Сквирської площі на мідь не спеціалізовані. Самородна мідь у корах вивітрювання мафітів може утворювати промислові концентрації. Ділянки з неглибоким заляганням проявів та розміщені поблизу них алювіальні розсипи могли розроблятися у давні часи.

Результати багаторічних досліджень показали, що максимальна кількість і густина проявів міді західної частини Українського щита (УЩ) зосереджена в межах Брусилівської шовної зони, а саме на Сквирській площі. В ході розвідувальних робіт, що проводилися в межах площі з 1960-х рр., було виявлено кілька десятків висококонтрастних аномалій міді в породах фундаменту, але їх перспективи були оцінені негативно через відносно низький вміст. Проте, під час археологічних робіт, що проводились істориком-археологом В.І. Павлюченком в 2004-2006 рр. на території древніх городищ Буки на р. Роставиця і Торчеськ на р. Рось, знайдено велику кількість бронзових виробів та слідів їх плавильного виробництва. Мікрозондове аналізування, проведене в Краківській гірничій академії під керівництвом професора Адама Пестржинського, показало гетерогенну будову виробів. Серед компонентів переважають мідь і свинець, присутні також домішки олова, барію, свинцю, менше - цинку і срібла. Мідь у деяких фазах зустрічається разом з сіркою, тобто вироби виплавлялися, імовірно, частково з сульфідів, а частково - з самородної міді. Ми не виключаємо, що матеріал для виробництва давні поселенці могли брати з місцевих родовищ. Крім того, на лівому березі р. Кам'янка біля с. Мазепинці знайдені залишки ливарних форм (тшинецька культура бронзового віку) [1]. Ці припущення спонукали нас детальніше переглянути дані з геологічних матеріалів щодо Сквирської площі з метою виявлення проявів та невеликих родовищ, які могли експлуатуватись в давні часи.

Сквирська площа знаходиться на стику Дністровсько-Бузького і Росинсько-Тікицького мегаблоків, розділених Брусилівською шовною зоною. Найдревнішими утвореннями тут є останці архейських

SUMMARY

A list of rare earth minerals has been produced for endogen occurrences of the Ukrainian shield. Deficiency of typical rare earth ore series on the Ukrainian shield (such as alkaline granites or carbonatites) is an origin of a few number of rare earth minerals (about 20 individuals). Layered syenite intrusions may be a good source of rare earth elements but a variety of them is highly restricted.

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ
vsmel@i.com.ua*

піроксенових кристалосланців, клінопіроксенвмісних амфіболітів і гіперстенвмісних гранат-біотитових плагіогнейсів дністровсько-бузької серії, які залягають серед гранітоїдів Дністровсько-Бузького блоку. У Росинсько-Тікицькому блоці найдревніші утворення - архейські амфіболіти, роговообманкові кристалосланці і біотит-роговообманкові плагіогнейси росинсько-тікицької серії. В межах Сквирської площі вони займають до 60-70 % площі переважно в межах її північної частини (рисунок).

У породах фундаменту і їх корах вивітрювання тут відомо 12 пунктів мінералізації міді з вмістом, що перевищує 0,1 % і 65 висококонтрастних аномалій з вмістом міді 0,03-0,06 %, аномалій з меншим 0,01-0,02 % вмістом відомо понад сотню. Така кількість аномалій та проявів є найбільшою на території західної частини УЩ.

Аномалії і прояви міді можна поділити на дві великі групи: 1 - аномалії переважно низької і середньої контрастності в метаморфізованих основних вулканітах росинсько-тікицької і, частково, дністровсько-бузької серій; 2 - прояви і аномалії часто високої контрастності, зафіксовані в окварцьованих, епідотизованих катаклазованих і гранітизованих кристалосланцях, амфіболітах, біотит-амфіболітих мігматитах, а саме в супракрустальних породах інтенсивно змінених пізнішими гідротермально-метасоматичними процесами.

Мідь першої групи перебуває в тісній асоціації з хромом, нікелем і кобальтом. Ці аномалії міді розміщені виключно в полях поширення супракрустальних утворень, що добре спостерігається на магнітних картах, оскільки аномалії міді обов'язково співпадають бодай з незначними магнітними аномаліями.

За даними спектрального і золотоспектрального