

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.04.042>
УДК 550.93 (477)

І.М. Скопиченко, канд. геол.-мін. наук
Державна установа "Науковий центр гірничої геології,
геоекології та розвитку інфраструктури НАН України"
03142, м. Київ, Україна, бульв. Вернадського, 34-б
E-mail: i.skopychenko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0333-2698>

ПРОЯВИ СУЧАСНОЇ ФЛЮЇДОДИНАМІКИ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ В МЕЖАХ КАР'ЄРУ СІВАЧ

Питання сучасних газових еманцій залишилось поза увагою попередніх досліджень Українського щита (УЩ). Для визначення сучасної флюїдодинамічної ситуації проведено дослідження на ділянках, де зафіксовано вкорінення рожевих гранітів Корсунь-Новомиргородського плутону у граніти рапаківі в межах кар'єру Сівач. У кар'єрі Сівач уперше досліджено газовий склад у породах, розкритих виробками, та у воді. Особливістю результату є встановлення близького за показниками газу у відпрацьованому Житомирському кар'єрі, тобто є підстави говорити про подібність газового стану північно-західної та центральної частини щита. Найхарактернішим для газової суміші Українського щита є показник і-бутанів. Під час польових робіт, удруге після 1984 р., встановлено наявність виходів рожевого граніту і пегматитових жил Корсунь-Новомиргородського плутону, що проривають граніти рапаківі у цьому кар'єрі. Води кар'єрів можуть слугувати екраном для газів, що мігрують розуцільненими ділянками УЩ, частково їх поглинати і переносити у суміжні ділянки. Аналогічні процеси перерозподілу газів у літосфері на різних глибинах встановлені в осадових та осадово-вулканогенних товщах Дніпровсько-Донецької западини та у вуглепородних масивах Донецького басейну, що відображено у попередніх роботах.

Ключові слова: Інгульський мегаблок, Корсунь-Новомиргородський плутон, граніти рапаківі, пегматити, сучасна флюїдодинаміка УЩ, газові суміші гранітних кар'єрів.

Вступ. За останні десятиліття, після відкриття ряду нафтогазових родовищ у кристалічних породах, поновлено дослідження кристалічних масивів на вміст нафтогазових флюїдів і покладів. Одним із найбільших масивів на території України є Український щит (УЩ). Попри досить високий рівень досліджень і вивченості УЩ, питання сучасних газових еманцій залишились поза увагою виконаних раніше робіт.

Для визначення сучасної флюїдодинамічної ситуації було виконано дослідження на ділянках, де зафіксовано вкорінення рожевих гранітів Корсунь-Новомиргородського плутону у граніти рапаківі в межах кар'єру Сівач (м. Корсунь-Шевченківський Черкаської обл.).

Мета дослідження: визначити сучасну міграцію газових (вуглеводневих) еманцій у гранітних кар'єрах для з'ясування флюїдодинамічної ситуації УЩ.

Цитування: Скопиченко І.М. Прояви сучасної флюїдодинаміки Корсунь-Новомиргородського плутону в межах кар'єру Сівач. *Мінерал. журн.* 2024. **46**, № 4. С. 42—53. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.04.042>
© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Матеріали і методи досліджень. В основу досліджень покладено польові роботи 2019—2023 рр., у ході яких удруге за час розробки кар'єру Сівач було вивчено вкорінення рожевих гранітів і пегматитів у межах Корсунь-Новомиргородського плутону в масив рапаківіподібних гранітів. Визначено особливості зон контакту плутону з вмісними породами масиву на глибині до 50 м. На виявлених ділянках виходів рожевого граніту і пегматитів, ділянках без видимих ознак виходів рожевих гранітів та у воді з гранітних кар'єрів за авторською методикою визначено сучасний газовий стан. Для порівняння сучасної газової міграції вуглеводневих газів у гранітних кар'єрах аналогічні дослідження виконано в межах виходу Коростенського плутону та відпрацьованого гранітного кар'єру у Житомирській області. Результати газової хроматографії, отримані в лабораторії ДП "Укрнаукагеоцентр" (м. Полтава), подано у таблиці. Дослідження хімічного складу порід виконано у тій самій лабораторії на рентгено-дифракційній системі *Pananalyti-cal X Pert*.

Попередні дослідження (1983) та наші роботи (2019) дали змогу встановити жильне тіло пегматитів у західній стінці кар'єру, поряд із виходами у граніти рапаківі рожевих біотитових гранітів.

Аналіз попередніх досліджень. Складні багатофазні інтрузиви, в яких габро-анортозити асоціюють із гранітами рапаківі, наявні практично на всіх континентах світу, їх вважають індикаторами тектонічної активізації давніх платформ (Mytrokhyn, 2009). Як представників анортозит-рапаківігранітного комплексу (АРГК) на Українському щиті доцільно розглядати Коростенський (КП) та Корсунь-Новомиргородський (КНП) плутони, а також породи Південно-Кальчицького масиву Приазовського мегаблоку (Mytrokhyn, 2011; Kryvdik et al., 2010).

У 1950-х рр. граніти рапаківі й анортозити уперше об'єднали у КНП, у межах якого виділяють чотири масиви основних порід — Межиріченський, Городищенський, Смілянський і Новомиргородський, та два великих масиви гранітів рапаківі — Корсунь-Шевченківський й Шполянський (Sobolev, 1947). У різні роки більшість геологів припускали

магматичний генезис усіх різновидів порід, які були сформовані у результаті послідовного вкорінення розплавів основного та кислого складу. Неодноразово згадано і значний розвиток порід лужного та сублужного складу — монцонітів і сієнітів (Sobolev, 1947; Lychak, 1958, 1983; Bezborodko, 1935).

Вагомий внесок у дослідження зробили геологи Південноукраїнської та Черкаської геологорозвідувальних експедицій. За їх геологічним картуванням встановлено будову габро-анортозитових масивів, центральну частину яких займали практично мономінеральні анортозити. У крайових частинах масивів відмічений розвиток меланократових різновидів. Серед гранітів рапаківі було помічено велику кількість фаціальних відмін, однак чітко виокремити їх самостійні тіла не вдалось через постійні взаємні переходи між ними. Серед основних порід були виділені головні їхні різновиди, назви яких в основному залежали від наявності та кількісних співвідношень темноколірних мінералів — піроксенів та олівіну (Копонов, 1966). Уперше описані польовошпатові різновиди ультрамафітів — норито-перидотити, гіперстеніти, троктоліти. Серед порід дайкового комплексу були визначені габро-діабази та діабазові порфірити, подібні за хімічним складом до габроїдів плутону, та лампрофірові різновиди порід у східному обрамленні КНП. Сублужні породи монцонітового ряду були розділені на дві групи: габро-монцоніти, що близькі за хімічним складом до габро-норитів, та кварцові монцоніти, що є перехідними породами до гранітів рапаківі (Копонов, 1966).

За допомогою геофізичних методів досліджено глибинну будову КНП. Встановлено пластиноподібне залягання тіл анортозитів і гранітів рапаківі, також дослідники прогнозували наявність інтрузивних тіл з глибоким вкоріненням (Sollogub, 1986; Bolyubakh, 1972; Orovetsky, 1990). Регіональні мінімуми гравітаційного і магнітного полів, що спостерігаються у районі розвитку порід КНП, трактуються як розущільнення земної кори, і, не виключено, верхньої мантиї (Bolyubakh, 1972). Згодом, відповідно до матеріалів інтерпретації сейсмічних даних, тектоно-магматичні процеси, що відбувались у центральній час-

тині Інгульського мегаблоку в ранньому протерозої, розглядали як наслідок впливу літосферного астеноліту, у результаті розвитку якого на межі кора — мантія утворився мантіїний діапір (Chekunov et al., 1989). Присутність "мантіїної лінзи" на межі кора — мантія та аномально низька потужність кори під КНП дали змогу припускати генетичний зв'язок формування КНП з мантіїним діпіром (Orovetsky, 1990).

Найвідомішу схему вікової послідовності утворення порід КНП запропонував К.І. Свешніков: 1 — розшаровані тіла анортозитів, норитів, габро, троктолітів, піроксенітів і перидотитів; 2 — жильні утворення порфірових норитів; 3 — середньозернисті монцоніти однорідної будови, що утворюють автономні тіла, січні до анортозитів, але прориваються гранітами рапаківі; 4 — жили дрібнозернистих монцонітів; 5 — граніти рапаківі та рапаківіподібні граніти плямистої будови; 6 — дайки лейкократових амфібол-біотитових гранітів; 7 — однорідні пластовіподібні тіла, зональні та не зональні дайки біотитових гранітів, рідше гранодіоритів, діоритів, кварцових порфірів; 8 — утворення пегматитових жил; 9 — дайки габро-діабазів; 10 — кварцові сієніти; 11 — сієніт-порфіри (Sveshnikov, 1981). Запропонована схема підтверджує складне та багатофазне утворення КНП.

Ізотопно-геохронологічні дослідження порід складних докембрійських комплексів, зокрема і КНП, виконано в Інституті геохімії,

мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України з використанням уран-свинцевого ізотопного методу за цирконом. Перше значення віку 1750 ± 5 млн рр. було отримано наприкінці 1990-х рр. (Geochronological scale..., 1989) для гранітів рапаківі центральної частини КНП (с. Ташлик). Згодом були отримані ізотопні дати для анортозитів і монцонітів Городищенського масиву — 1720 ± 10 млн рр. (анортозит, с. Хлестунівка) та 1750 ± 5 млн рр. (монцоніти, кар'єр Одеської залізниці) (Shcherbak et al., 1995). Тривалий час вважали, що породи КНП формувались у вузькому часовому інтервалі — 1750—1720 млн рр., причому для гранітів рапаківі був отриманий давніший вік щодо анортозитів. Наведені дані вимагали уточнення, оскільки не збігались з геологічними спостереженнями та загальноприйнятною думкою про більш раннє утворення основних порід (Shcherbak et al., 1995). КНП займає північну частину вісьового підняття та являє собою багатофазний інтрузив, складений породами анортозит-рапаківігранітного комплексу, вік якого варіює між 1,75—1,72 млрд рр. (Geochronology..., 2008; Shcherbakov, 2005), 1,76—1,74 млрд рр. (Mytrokhyn, 2011) або 1,8—1,74 млрд рр. (Shestopalova et al., 2014). Близьке значення віку — 1748,8 млн рр. (за $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) отримане для однотипного циркону з граніту рапаківі північної частини плутону (кар'єр Сівач) (Shestopalova et al., 2010). Дослідження останніх років дещо розширюють період фор-

Сучасний газовий стан кар'єру Сівач Current gas state of the Sivach quarry

No. of order	Place of selection	Methane CH ₄	Ethylene C ₂ H ₄	Ethane C ₂ H ₆	Acetylene C ₂ H ₂	Propane C ₃ H ₈
1	Sivach 1	Trace	—	0.0001	—	0.0003
2	Sivach 2	0.0004	—	0.0003	—	0.0002
3	Sivach 3	—	—	—	—	—
4	Sivach 4	—	—	—	—	—
5	Sivach 5 (water)	Trace	—	—	—	—
6	Korostyshiv granite quarry (water), 2020	0.0001	—	—	—	—
7	Korostyshiv granite quarry (water), 2023	0.0040	—	—	—	—
8	Leznyky 2	0.0005	Trace *	0.0007	—	0.0013
9	"Rudnya Shlyakhova" area Zarichna 1	0.0069	Trace *	0.0005	—	0.0010
10	Bulgarovo quarry (Bulgaria)	0.0001	Trace	0.0001	—	0.0002

* — відсут.

* — is absent.

мування КНП і дають змогу припустити активні флюїдодинамічні процеси як у період формування масиву, так і у постформаційний час.

Виклад основного матеріалу. *Корсунь-Новомиргородський плутон* (КНП) площею ~6000 км² знаходиться на території Черкаської та Кіровоградської областей України. Представлений складним багатofазним інтрузивом, утвореним породами АРГК. Основну частину площі плутону займають граніти рапаківі — 76 %. Анортозити, габро-анортозити та лейкократові габроїди складають 15 % обсягу плутону. Мезократові габроїди та ультрамафіти — 6 %, сублужні та лужні породи — 3 % (Mytrokhyn, 2011). Виходи порід на денну поверхню спостерігаються в долинах річок Рось (виходи рожевих гранітів, рис. 1), Вільшанка, Шполка, Велика Вись та Гнилий Ташлик.

Глибинна будова мегаблоку характеризується нижчою потужністю кори (35—46 км) порівняно з шовними зонами (50—65 км). Мінімальна потужність кори збігається з тектонічним швом Херсон — Новомиргород — Смоленськ. На межі мегаблоку з Інгuleцько-Криворізькою шовною зоною діоритовий шар залягає на поверхні Мохо, що розглядається (Kirovograd..., 2013) як наслідок розтягування кори у субширотному напрямі.

Верхня кора (Ilchenko, 2003; Shcherbakov, 2005) під плутоном має розшаровану структуру, яка інтерпретується як перемежування пластовидібних тіл гранітів і габро-анорто-



Рис. 1. Відслонення рожевих гранітів Корсунь-Новомиргородського плутону на р. Рось, м. Корсунь-Шевченківський. Фото автора

Fig. 1. Exposure of pink granites of the Korsun-Novomyrhorod pluton on the Ros river, Korsun-Shevchenkivskyi city. Author's photo

зитів. Підшва верхньої кори К₂ зареєстрована на глибині 10—16 км, нижче якої залягають породи гранулітового фундаменту (Shcherbakov, 2005).

	i-Butane <i>i</i> -C ₄ H ₁₀	n-Butane <i>n</i> -C ₄ H ₁₀	i-Pentane <i>i</i> -C ₅ H ₁₂	n-Pentane <i>n</i> -C ₅ H ₁₂	Hexane are higher C ₆ H ₁₄ +higher	Hydrogen H ₂	Oxygen O ₂	Nitrogen N ₂	Dioxide carbon CO ₂
	0.0005	0.0003	0.0001	Trace	0.0075	Trace	10.2846	50.4057	2.7347
	0.0009	Trace	0.0004	0.0001	0.0369	Trace	11.733	37.7552	4.0169
	0.0006	—	—	—	—	—	0.0410	0.2111	—
	0.0002	0.0005	—	—	—	—	2.0042	12.6420	—
	0.0002	—	—	—	Trace	—	0.0237	0.1137	—
	0.0002	—	—	—	—	—	0.0491	0.2275	—
	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	—	99.2599		0.7354
	0.0005	0.0011	0.0007	0.0006	0.0033	—	94.0873		5.9040
	0.0006	0.0012	0.0010	0.0012	0.0120	—	96.2695		3.7061
	0.0001	0.0002	0.0002	Trace	0.0022	0.3316	21.1541	78.5112	0.0001

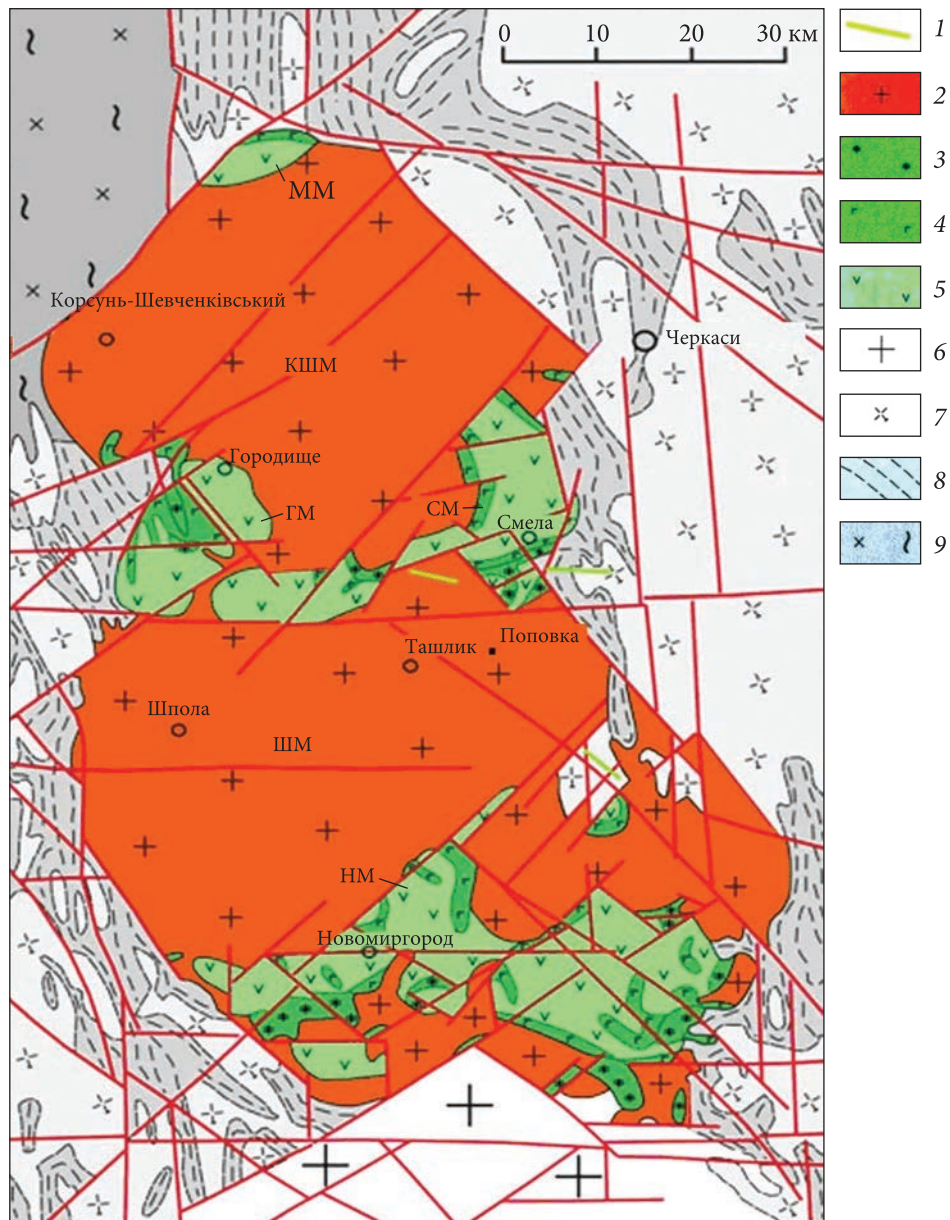


Рис. 2. Схематична карта КНП (за матеріалами ГК 1:500 000 (Клочков и др., 1987, зі змінами та доповненнями О.В. Митрохіна). Масиви рапаківі: КШМ — Корсунь-Шевченківський, ШМ — Шполянський; габро-анортозитові масиви: ММ — Межиріченський, ГМ — Городищенський, СМ — Смілянський, НМ — Новомиргородський; 1 — сублужні базитові дайки; 2 — граніти рапаківі; 3 — монзоніти та габро-монзоніти; 4 — титаноносні габроїди; 5 — анортозити та габро-анортозити; 6 — гранітоїди новоукраїнського комплексу; 7 — граніти та мігматити кіровоградського комплексу; 8 — метаморфічні породи інгуло-інгулецької серії; 9 — граніти та мігматити звенигородського комплексу

Fig. 2. Schematic map of KNP (based on the materials of GK 1:500 000 (Klochkov et al., 1987 with changes and additions by O.V. Mytrokhyn). Rapakivi massifs: KShM — Korsun-Shevchenkivskyi, ShM — Shpolianskyi; gabbro-anorthosite massifs: MM — Mezhyrichenskyi, SM — Novomyrhorodskyi: 1 — subalkaline basite dykes; 2 — rapakivi granites; 3 — monzonites and gabbro-monzonites; 4 — titanium-bearing gabroids; 5 — anorthosite and gabbro-anorthosite; 6 — granitoids of the Novoukrainian complex; 7 — granites and migmatites of the Kirovohrad complex; 8 — metamorphic rocks of the Ingul-Ingulets series; 9 — granites and migmatites of the Zvenigorod complex

Границя Мохо фіксується на глибині 40—46 км, утворюючи прикорову лінзу (Kirovograd..., 2013; Starostenko et al., 2007).

КНП прориває гнейси інгуло-інгулецької серії та гранітоїди кіровоградського комплексу. На півдні межує з Новоукраїнським

масивом. Контакти з породами рами інтрузивні та тектонічні з зонами катаклазу і мілонітизації. Положення плутону контролювано трансрегіональним тектонічним швом Херсон — Новомиргород — Смоленськ.

У плані КНП утворює тіло овальної форми, витягнуте в субмеридіональному напрямі уздовж центральної вісьової зони. Містить два великих масиви гранітів рапаківі — Корсунь-Шевченківський і Шполянський, та чотири масиви габро-анортозитів: Межиріченський, Смілянський, Городищенський і Новомиргородський (рис. 2).

За тектонічною позицією плутон є опущеною ділянкою земної кори, обмеженою кільцевими структурами, що відображається в заокругленій формі обох гранітних масивів. Анортозити та габро-анортозити утворюють напівкільцеві структури навколо гранітів з півдня (Shcherbakov, 2005). Формування складного, багатофазного КНП пов'язане із заключним етапом великого тектоно-магматичного циклу активізації центральної частини Інгульського мегаблоку в кінці палеопротерозою.

За сучасними уявленнями (Kirovograd..., 2013), процеси активізації є наслідком підйому літосферного астеноліту та розтягуванням літосфери, що супроводжувались утворенням розломних структур і прогріванням порід кори. На ранніх етапах тектоно-магматичної активізації це спричинило утворення палінгенно-анатектичних та ультраметаморфічних гранітоїдів кіровоградського та новоукраїнського комплексів, вкорінення базитових дайок, а також тектоно-магматичної метасоматичну переробку порід із утворен-

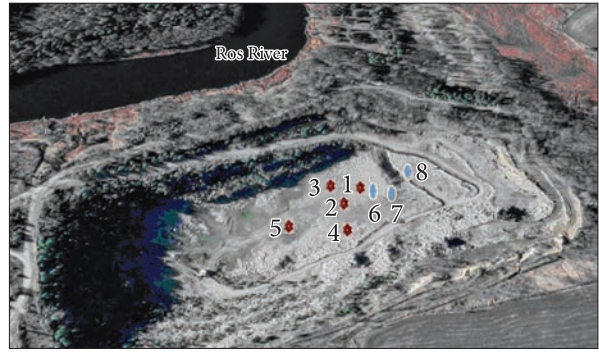


Рис. 3. Кар'єр Сівач з місцями відбору проб, за матеріалами *Google maps*: 1—5 — місця відбору проб газу (червоне); 6—8 — кам'яного матеріалу (еліпс): 6 — див. рис. 6—8, 11—15, 17, 18; 7 — див. рис. 16; 8 — див. рис. 4, 5

Fig. 3. Sivach quarry with sampling sites, based on *Google maps*: 1—5 — places of gas sampling (red); 6—8 — stone material (ellipse): 6 — see Fig. 6—8, 11—15, 17, 18; 7 — see Fig. 16; 8 — see Fig. 4, 5

ням рудних мінералізацій, а на завершальному етапі — вкорінення магматитів КНП.

У кар'єрі Сівач (рис. 3) основну масу складають рапаківіподібні граніти корсунь-новомиргородського інтрузивного комплексу нижнього протерозою, перекриті корою вивітрювання кристалічних порід та осадовими відкладами четвертинного, палеогенового віку. Рапаківіподібні граніти у кар'єрі представлені зеленувато-сірими з рожевуватим відтінком, дрібно-, середньо-, крупнозернистими різновидами, біотит-амфіболовими з піроксеном і олівіном, порфіроподібною структури, масивної текстури (рис. 4, 5).

За попередніми дослідженнями граніти мають такий мінералогічний склад, %: калієвий польовий шпат — 30—66, кварц — 10—20, плагіоклаз — 8—48, біотит — 2—4,

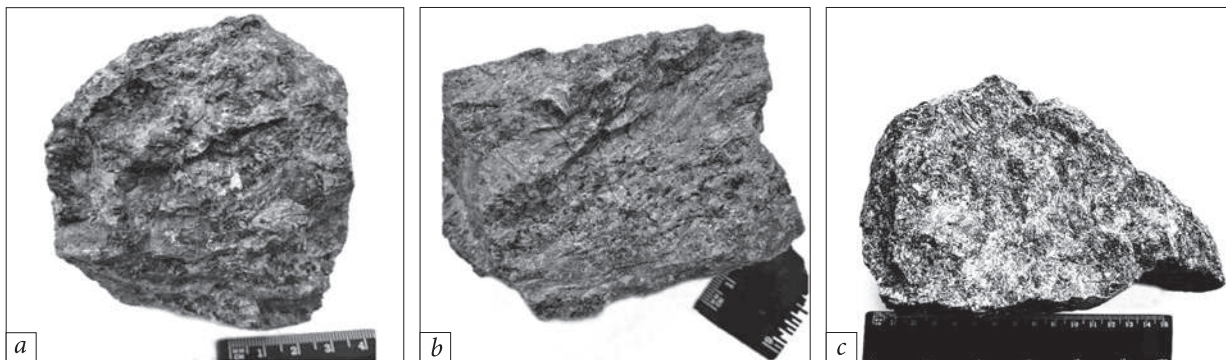
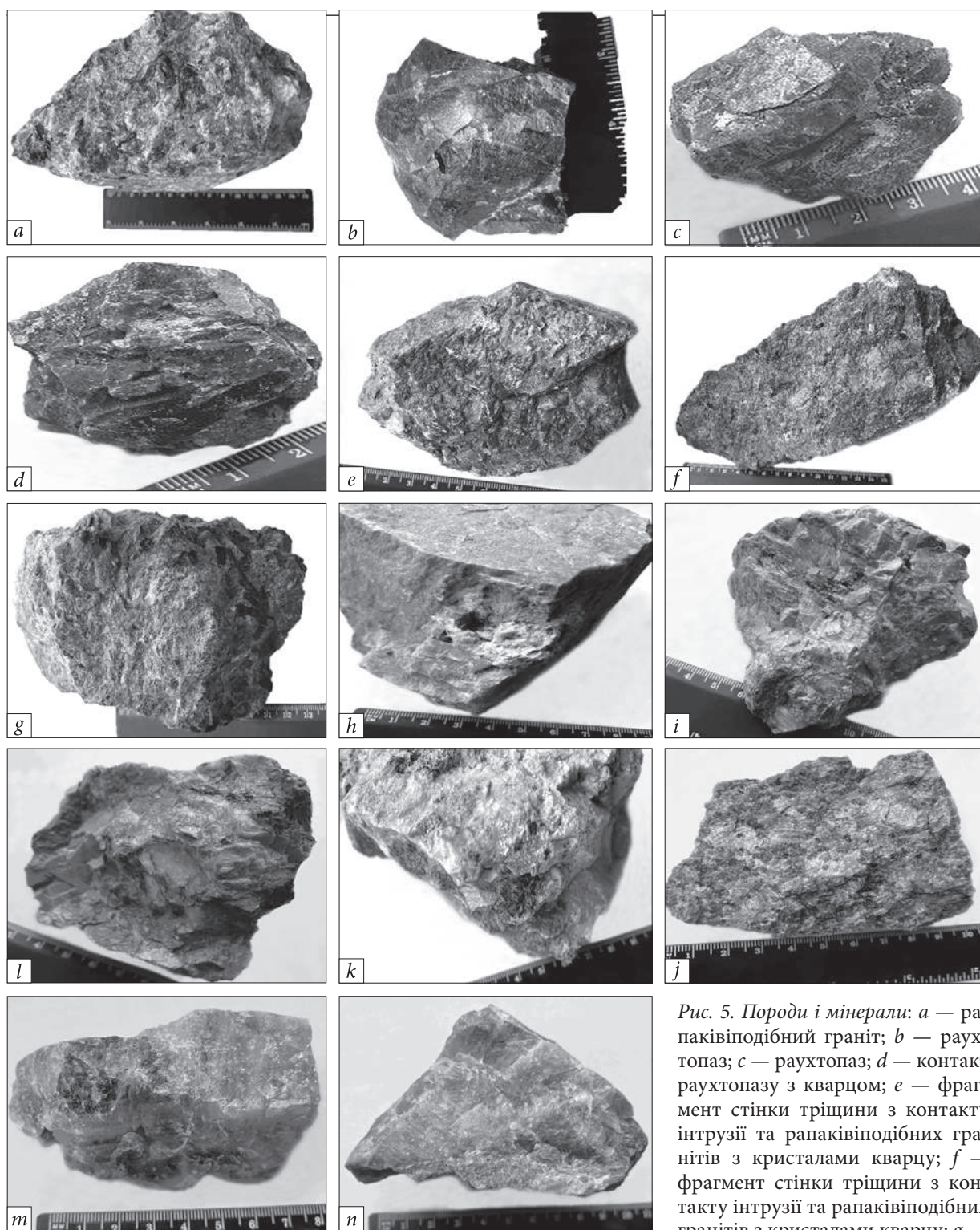


Рис. 4. Найпоширеніша порода в кар'єрі: а—с — рапаківіподібні граніти

Fig. 4. The most common rock in the quarry: a—c — rapakivi-like granites



польові шпати з камерного пегматиту з біотитом; *h* — польові шпати з камерного пегматиту; *i* — пегматит; *j* — пегматит; *k* — контакт пегматиту з вмисними гранітами рапаківі; *l* — рапаківіподібні граніти; *m* — контакт кварцу з раухтопазом; *n* — контакт кварцу з польовим шпатом в пегматиті

Fig. 5. Rocks and minerals: a — rapakivi-like granite; *b* — rauchtopaz; *c* — rauchtopaz; *d* — contact of rauchtopaz with quartz; *e* — a fragment of the crack wall from the contact of the intrusion and rock-like granites with quartz crystals; *f* — fragment of the crack wall from the contact of the intrusion and rapakivi-like granites with quartz crystals; *g* — feldspars from chambered pegmatite with biotite; *h* — feldspars from chamber pegmatite; *i* — pegmatite; *j* — pegmatite; *k* — contact of pegmatite with capable rapakivi granites; *l* — rapakivi-like granites; *m* — contact of quartz with rauchtopaz; *n* — contact of quartz with feldspar in pegmatite

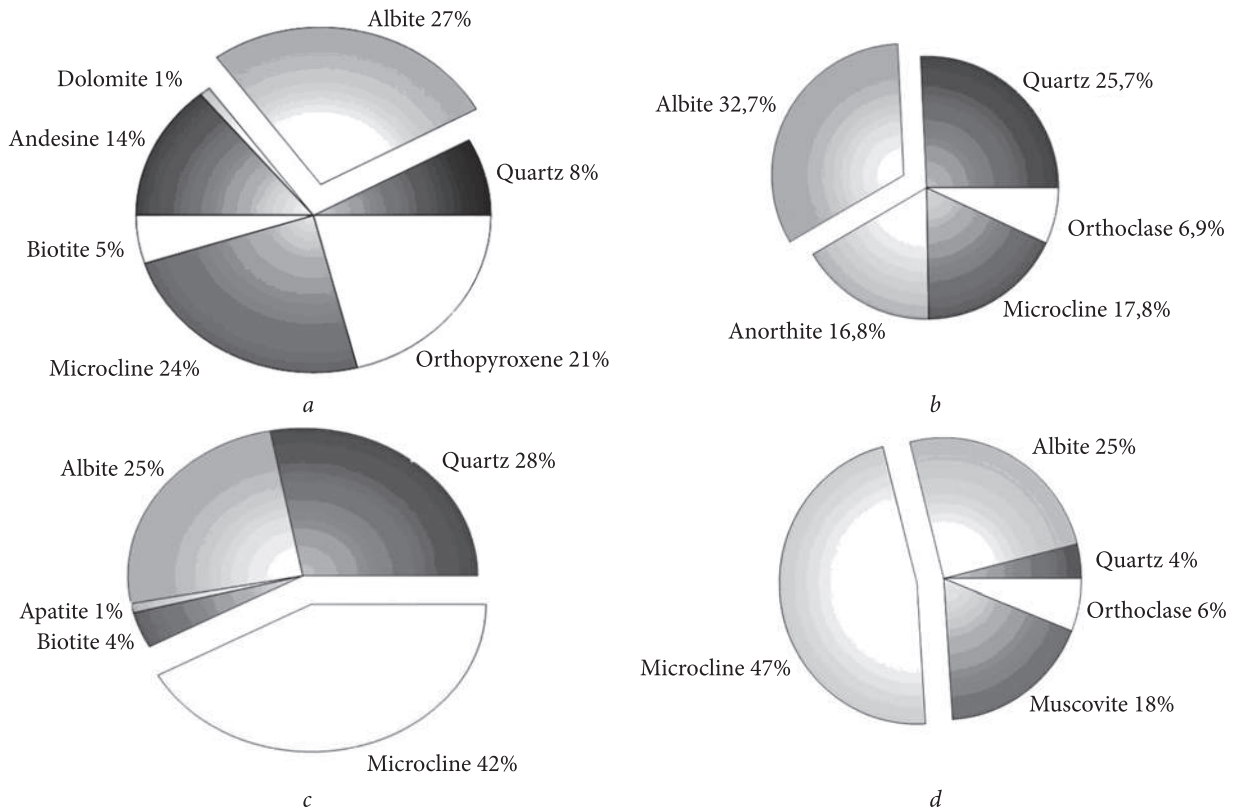


Рис. 6. Порода з кар'єру Сівач: а — польвошпатова (зр. № 6); б — мусковіт-польвошпатова (зр. № 7); с — ортопіроксен-польвошпатова (зр. № 8); д — кварц-польвошпатова (зр. № 9). Виконано на рентгено-дифракційній системі *Panalytical X Pert*

Fig. 6. Breed from the Sivach quarry: a — feldspar (sample No. 6); b — muscovite-feldspar (sample No. 7); c — orthopyroxene-feldspar (sample No. 8); d — quartz-feldspar (sample No. 9). Performed on a *Panalytical X Pert* X-ray diffraction

амфібол — 2—15, олівін, піроксен — релікти, поодинокі зерна. Акцесорні: апатит, циркон, флюорит та рудні — поодинокі зерна; вторинні: карбонат — 1—2 %, хлорит — поодинокі зерна; ідингсит — 2—3 % (Special permit..., 2019).

Рапаківіподібні граніти родовища дещо порушені вивітрюванням, є незміненими та містять зафіксовані на різній глибині (30—50 м) пегматитові жили та рожеві граніти, які територіально збігаються.

За попередніми даними (Koval et al., 1984), простягання пегматитової жили північно-західне, з крутими кутами падіння (до 80°) на північний схід. За складом і структурою в межах пегматитового тіла, від висячого боку до лежачого, у (Koval et al., 1984) виділено такі зони: графічну кварц-олігоклаз-мікроклінову потужністю 0,8—1 м; пегматоїдну кварц-мікроклінову — 0,2—0,5 м; мікроклінову — 0,2—0,3 м; кварц-альбітиту — 0,—

0,4 м; зону блокового кварцу (центрально, 0,1—1,2 м); пегматоїдну кварц-мікроклінову — 0,6—0,8 м; графічну кварц-олігоклаз-мікроклінову потужністю 0,6—1 м. У цій же праці докладно описано склад і структуру кожної зони, які повністю збігаються з отриманими нами під час дослідження матеріалів (рис. 5).

Описані пегматити кар'єру Сівач за геологічною будовою, структурою, складом головних породоутворювальних мінералів схожі з камерними пегматитами Волині (Lazarenko et al., 1978). Специфічною особливістю їх є розвиток сульфідної мінералізації у великих формах на заключній стадії пегматитового процесу. Про це свідчить температура утворення сфалериту та галеніту за ізотопним термометром: $\delta^{34}\text{S}$ для галеніту — +1,7 ‰, для сфалериту — 3,3 ‰, що відповідає температурі 350 °C (Rai, Omoto, 1977; Koval et al., 1984).

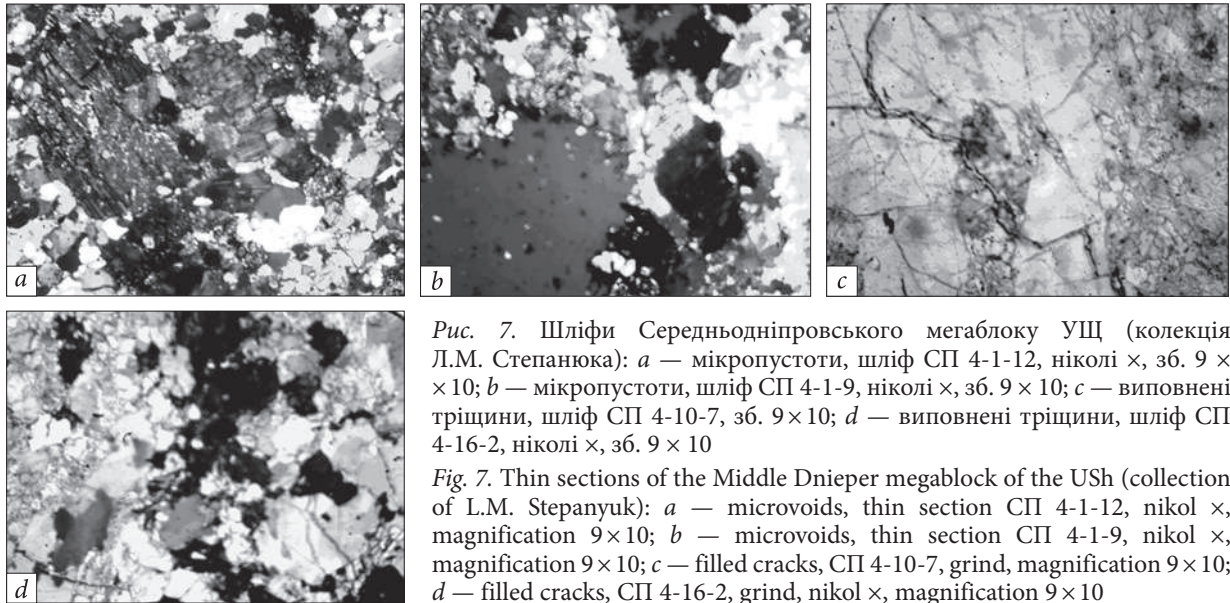


Рис. 7. Шліфи Середньодніпровського мегаблоку УЩ (колекція Л.М. Степанюка): а — мікропустоти, шліф СП 4-1-12, ніколі ×, зб. 9 × 10; б — мікропустоти, шліф СП 4-1-9, ніколі ×, зб. 9 × 10; в — виповнені тріщини, шліф СП 4-10-7, зб. 9 × 10; г — виповнені тріщини, шліф СП 4-16-2, ніколі ×, зб. 9 × 10

Fig. 7. Thin sections of the Middle Dnieper megablock of the USh (collection of L.M. Stepanyuk): a — microvoids, thin section СП 4-1-12, nikol ×, magnification 9×10; b — microvoids, thin section СП 4-1-9, nikol ×, magnification 9×10; c — filled cracks, СП 4-10-7, grind, magnification 9×10; d — filled cracks, СП 4-16-2, grind, nikol ×, magnification 9×10

Приріст вільного обсягу породи у результаті тектонічної діяльності сприяє скиданню легких компонентів, виносу металів та їх концентрації за механізмом типу "альпійських жил" у ході зміни термобаричних умов. Характер сульфідної мінералізації та супровідних мінералів дає підставу припустити, що їх утворення пов'язане з виносом елементів із гранітів, що вміщують рапакові. Про це свідчить високий вміст цинку в гранітах рапакові, що досягає в середньому 0,01 %, та регіональна зараженість їх фтором (Koval et al., 1984).

У кар'єрі трапляються поодинокі інтрузії рожевого граніту і пегматиту, які відрізняються за мінеральним та хімічним складом. За результатами дослідження, виконаного на рентгено-дифракційній системі *Panalytical X Pert* (рис. 6), основними складовими є, %: альбіт — 25—32,7, мікроклін — 17,8—47, кварц — 4—28, які присутні у всіх досліджуваних зразках. Біотит (4—5 %) і мусковіт (18 %) є не у всіх зразках, а також не зафіксовані одночасно в одному зразку. Біотит, відібраний під час польових робіт, швидко піддається вивітрюванню та руйнується.

Отримані результати повністю корелюють із аналогічними попередніми дослідженнями (Koval et al., 1984; Ivanchenko, 1973).

Для визначення флюїдодинаміки УЩ здійснено дослідження сучасної газової міграції у кар'єрі Сівач, а для порівняння у Корос-

тишівському гранітному кар'єрі (відпрацьований), Лезники 2 та Рудня Шляхова, ділянка Зарічна 1 Житомирської обл., зокрема у межах Коростенського плутону.

Під час дослідження сучасної газової міграції в кар'єрі Сівач, за методикою Н. Вергельської й І. Скопиченка встановлено низькі показники значення газової складової взагалі (таблиця). Найінформативніші дві проби відібрано поблизу виробленого виходу рожевого граніту. Інші проби вказують на повільний газообмін, що пояснюється обводненістю кар'єру, значною тріщинуватістю всього масиву та його високим ступенем вивітрювання. Отримані дані свідчать про збагачення масиву флюїдами в період укорінення рожевого граніту та пегматитових жил на контакті їх з масивом рапаковіподібних гранітів, характерних для сучасної розробки кар'єру. Незначні показники CO_2 також вказують на процеси окиснення в зоні впливу пегматитового тіла.

Кар'єр Сівач досить обводнений, у ході поглиблення розробки уріз води опускається на нижчі рівні, відповідно до рівня заглиблення. Тому для порівняння кількісних і якісних показників газу у воді кар'єру Сівач відібрано пробу води з відпрацьованого і затопленого Коростишівського гранітного кар'єру, діючого Лезники 2 та тимчасово недіючого Рудня Шляхова, ділянка Зарічна 1. За показниками досліджень газу встановлено

близький газовий склад у водах кар'єрів двох віддалених блоків УЩ.

Не всі вуглеводневі гази є у досліджених пробах, а наявні мають мінімальну кількість. Отже, розглядати цей кар'єр як перспективний на газові поклади не доцільно. Але варто розглядати його як колектор, збагачений рідинними флюїдами — водою, як у кар'єрі Сівач, так і джерелами, які виходять на поверхню Корсунь-Новомиргородського плутону і збагачені сріблом в м. Корсунь-Шевченківський.

Для визначення можливих колекторів чи шляхів міграції флюїдів були вивчені шліфи Середньопридніпровського мегаблоку УЩ із колекції Л.М. Степанюка. Під час визначення пустот та невиконаних тріщин на тринокулярі *Motic-310* використано підсвічення жовтого кольору та виконані фото як за прямих, так і схрещених ніколів.

Більшість шліфів не мають порожнин, які можна було б розглянути як колектори у масиві Середньопридніпровського мегаблоку УЩ, можливі поодинокі, незначні за розміром порожнини. Аналогічні до них були досліджені під час макроскопічного вивчення порід Інгульського мегаблоку як незначні за розміром каверни. Визначені у шліфах тріщини або дуже щільні, або виконані кварцом, що добре видно як за паралельних, так і схрещених ніколів (рис. 7).

Досліджувати процеси міграції газових флюїдів доцільно у ході моніторингу діючих та відпрацьованих кар'єрів, розташованих на різних блоках УЩ.

Оскільки у всіх відібраних пробах присутні *i*-бутани, варто звернути увагу саме на них, і не виключено, що вони будуть характерною ознакою сучасних газів УЩ загалом або характерними тільки для Інгульського мегаблоку.

Для порівняння сучасної газової міграції аналогічні дослідження виконано в кар'єрі з піллоу-лавами Булгарово юрського віку (Болгарія). Газовий склад, визначений у цьому кар'єрі, швидше за все, можна віднести до залишкового газу, міграція якого до поверхні пов'язана з умовами формування товщі піллоу-лав (таблиця). Але, зважаючи на показники водню, можемо констатувати сучасну газову міграцію зонами розушчільнення,

оскільки проби відібрані у порушеній ділянці товщі, яку можна простежити як на дні кар'єру, так і на його стінці.

Порівнюючи показники газового складу проб із кар'єрів різних блоків УЩ і Болгарії, можемо зазначити, що отримані результати дослідження свідчать про активнішу міграцію газів у юрських піллоу-лавах. Не виключено, що на показники впливає час відбору проб, адже у Болгарії проби відібрані весною, а в Україні — восени, але це не суперечить поглядам на активацію міграції газу у різні пори року.

На нашу думку, більший вплив у цьому випадку мають різні типи вулканогенних і вулканогенно-осадових товщ, їх розташування у різних геологічних структурах та час остаточного формування.

Близькі характеристики газового складу у воді із кар'єрів Коростишівський і Сівач вказують, що подібний газовий (флюїдний) стан характерний для УЩ. Зазначаємо присутність у газових сумішах із проб води *i*-бутанів у однакових кількостях, що може вказувати на можливість вод кар'єрів акумулювати із підтоку окремі вуглеводні тільки у певних об'ємах.

Висновок. У кар'єрі Сівач уперше досліджено газовий склад у породах, розкритих виробками, та у воді. Особливістю результату є встановлення близького за показниками газу у відпрацьованому Житомирському кар'єрі, тобто є можливість вважати подібність газового стану північно-західної та центральної частини щита. Найхарактернішим для газової суміші УЩ є показник *i*-бутанів. У час проведення польових робіт, удруге після 1984 р., встановлено наявність виходів рожевого граніту та пегматитових жил Корсунь-Новомиргородського плутону, що проривають граніти рапаківі у цьому кар'єрі.

Води кар'єрів можуть слугувати екраном для газів, що мігрують розушчільненими ділянками УЩ, та частково їх поглинати і переносити у суміжні ділянки. Аналогічні процеси перерозподілу газів у літосфері на різних глибинах виявлені в осадових та осадово-вулканогенних товщах Дніпровсько-Донецької западини та у вуглепородних масивах Донецького басейну, що відображено у попередніх роботах.

Визначені газові суміші у гранітних кар'єрах на території Українського щита містять мінімальну кількість вуглеводневих газів і двоокису вуглецю. Це дає підстави впевнено

говорити про відсутність негативного впливу на екологічну ситуацію в регіоні на ділянках розробки цих корисних копалин та після відпрацювання розрізів гранітів.

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

- Bezborodko, N.I. (1935), *Monzonite series and monzonites of Ukraine*, Tr. Petrograf. In-ta Acad. Sci. SSSR, Iss. 5, 211 p. [in Russian].
- [Безбородько, Н.И. (1935), *Монцонитовый ряд и монцониты Украины*. Тр. Петрограф. ин-та АН СССР. Вып. 5. 211 с.]
- Bolyubakh, K.A. (1972), *Deep structure of the central regions of the Ukrainian Shield*, Nauk. dumka, Kyiv, 95 p. [in Ukrainian].
- [Болюбах, К.А. (1972), *Глибинна будова центральних районів Українського щита*. Київ: Наук. думка. 95 с.]
- (1989), *Geochronological scale of the Precambrian Ukrainian Shield*, in Sobotovich, E.V. (rep. ed.), Nauk. dumka, Kyiv, pp. 124-129 [in Russian].
- [(1989), *Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита*. Отв. ред. Э.В. Соболевич. Киев: Наук. думка. С. 124—129.]
- (2008), *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*, in Shcherbak, N.P. (rep. ed.), Nauk. dumka, Kyiv, 238 p. [in Russian].
- [(2008), *Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой*. Отв. ред. Н.П. Щербак. Киев: Наук. думка. 238 с.]
- Ivanchenko, G.A. (1973), *Reps Acad. Sci. UkrSSR. Ser. B, Iss. 4*, Kyiv, pp. 287-298 [in Ukrainian].
- [Иванченко, Г.А. (1973), *Допов. АН УССР. Сер. Б. Вип. 4*. С. 287—298.]
- Ilchenko, T.V. (2003), *Reps NAS Ukraine*, No. 7, Kyiv, pp. 100-106 [in Ukrainian].
- [Ільченко, Т.В. (2003), *Допов. НАН України*. № 7. С. 100—106.]
- (2013), *Kirovograd ore district. Deep structure. Tectonophysical analysis. Deposits of ore minerals*, in Starostenko, V.I. and Gintov, O.B. (eds), Prastyi Ludy, Kyiv, 500 p. [in Russian].
- [(2013), *Кировоградский рудный район. Глубинное строение. Тектонофизический анализ. Месторождения рудных полезных ископаемых*. Под ред. В.И. Старостенко, О.Б. Гинтова. Киев: Прастыи луды. 500 с.]
- Koval, V.B., Nikolaenko, V.I., Melnichenko, B.F. and Gavrilenko, V.N. (1984), *Geol. Journ.*, Vol. 44, No. 6, Kyiv, pp. 129-131 [in Russian].
- [Коваль, В.Б., Николаенко, В.И., Мельниченко, Б.Ф., Гавриленко, В.Н. (1984), *Геол. журн.* **44**, № 6. С. 129—131.]
- Kononov, Yu.V. (1966), *Gabbro massifs of the Ukrainian Shield*, Nauk. dumka, Kyiv, 99 p. [in Ukrainian].
- [Кононов, Ю.В. (1966), *Габрові масиви Українського щита*. Київ: Наук. думка. 99 с.]
- Kryvdik, S.G., Bezsmolova, N.V. and Dubyna, O.V. (2010), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 32, No. 2, Kyiv, pp. 25-38 [in Ukrainian].
- [Кривдік, С.Г., Безсмолова, Н.В., Дубина, О.В. (2010), *Мінерал. журн.* **32**, № 2. С. 25—38.]
- Lazarenko, E.K., Pavlishin, V.I., Lатыш, V.T. and Sorokin, Yu.G. (1973), *Mineralogy and genesis of chamber pegmatites of Volyn, Vyshcha shkola*, Lviv, 360 p. [in Russian].
- [Лазаренко, Е.К., Павлишин, В.И., Латыш, В.Т., Сорокин, Ю.Г. (1973), *Минералогия и генезис камерных пегматитов Волыни*. Львов: Вища шк. 360 с.]
- Lychak, I.L. (1958), *Korosten igneous complex (Middle Proterozoic?)*, in book: *Geology of the SSSR*, Vol. 5, Pt. 1, Gosgeolizdat, Moscow, pp. 280-287 [in Russian].
- [Личак, И.Л. (1958), *Коростенский магматический комплекс (Средний Протерозой?)*. В кн. *Геология СССР*. Т. 5, Ч. 1. Москва: Госгеолиздат. С. 280—287.]
- Lychak, I.L. (1983), *Petrology of the Korosten pluton*, Nauk. dumka, Kyiv, 246 p. [in Russian].
- [Личак, И.Л. (1983), *Петрология Коростенского плутона*. Киев: Наук. думка. 246 с.]
- Mytrokhyn, O.V. (2009), *Visn. Kyiv. University, Geology*, Iss. 46, Kyiv, pp. 4-10 [in Ukrainian].
- [Митрохин, О.В. (2009), *Вісн. Київ. ун-ту. Геологія*. Вип. 46. С. 4—10.]
- Mytrokhyn, O.V. (2011), *Anorthosite-rapakivigranite formation of the Ukrainian Shield (geology, material composition and conditions of formation)*, Autoref. DrSc diss. of geol. sci., Kyiv, 36 p. [in Ukrainian].
- [Митрохин, О.В. (2011), *Анортозит-рапаківігранітна формація Українського щита (геологія, речовинний склад та умови формування)*: автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Київ. 36 с.]
- Orovetsky, Yu.P. (1990), *Mantle diapirism*, Nauk. dumka, Kyiv, 169 p. [in Russian].
- [Оронецкий, Ю.П. (1990), *Мантійный диапиризм*. Киев: Наук. думка. 169 с.]
- Rai, R. and Omoto, H. (1977), In book: *Stable isotopes and problems of ore formation*, Mir, Moscow, pp. 175-212 [in Russian].

- [Рай, Р., Омото, Х. (1977), в кн.: *Стабильные изотопы и проблемы рудообразования*. Москва: Мир. С. 75—212.]
- Sveshnikov, K.I. (1981), *Geol. Journ.*, Vol. 41, No. 4, Kyiv, pp. 62-68 [in Ukrainian].
- [СВЕШНИКОВ, К.И. (1981), *Геол. журн.* **41**, № 4. С. 62— 68.]
- Sobolev, V.S. (1947), *Petrology of the Eastern part of the complex Korosten pluton*, Publ. house Lvov. Univ. 140 p. [in Russian].
- [Соболев, В.С. (1947), *Петрология восточной части сложного Коростенского плутона*. Львов: Изд. Львов. гос. ун-та. 140 с.]
- Sollogub, V.B. (1986), *Lithosphere of Ukraine*, Nauk. dumka, Kyiv, 184 p. [in Russian].
- [Соллогуб, В.Б. (1986), *Литосфера Украины*. Киев: Наук. думка. 184 с.]
- (2019), *Special permit for subsoil use No. 6334*, State Geology and Subsoil Service of Ukraine, Kyiv, 13 p. [in Ukrainian].
- [(2019), *Спеціальний дозвіл на користування надрами № 6334*. Держ. служба геології та надр України. Київ. 13 с.]
- Starostenko, V.I., Kazansky, V.I., Drogitskaya, G.M., Makivchuk, O.F., Popov, N.I., Tarasov, N.N., Tripolsky, A.A. and Sharov, N.V. (2007), *Geophys. Journ.*, Vol. 29, No. 1, Kyiv, pp. 3-22 [in Russian].
- [Старостенко, В.И., Казанский, В.И., Дрогитская, Г.М., Макивчук, О.Ф., Попов, Н.И., Тарасов, Н.Н., Трипольский, А.А., Шаров, Н.В. (2007), *Геофиз. журн.* **29**, № 1. С. 3—22.]
- Chekunov, A.V., Sollogub, V.B., Galetsky, L.S. and Kurlov, N.S. (1989), *Geophys. Journ.*, Vol. 11, No. 4, Kyiv, pp. 3-13 [in Russian].
- [Чекунов, А.В., Соллогуб, В.Б., Галецкий, Л.С., Курлов, Н.С. (1989), *Геофиз. журн.* **11**, № 4. С. 3—13.]
- Shestopalova, E.E., Stepanyuk, L.M., Dovbush, T.I. and Kovtun, A.V. (2014), *Geophys. Journ.*, Vol. 36, No. 2, Kyiv, pp. 150-161 [in Russian]. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v36i2.2014.116130>
- [Шестопалова, Е.Е., Степанюк, Л.М., Довбуш, Т.И., Ковтун, А.В. (2014), *Геофиз. журн.* **36**, № 2. С. 150—161.]
- Shestopalova, O.E., Stepanyuk, L.M. and Dovbush, T.I. (2010), *Abstr. Int. Sci.-pract. Conf. "Stratigraphy, geochronology and correlation of the Lower Precambrian rock complexes of the foundation of the East European Platform"*, 31.05-4.06, 2010, Kyiv, pp. 245-248 [in Ukrainian].
- [Шестопалова, О.Е., Степанюк, Л.М., Довбуш, Т.И. (2010), *Тези допов. Міжнар. наук.-практ. конф. "Стратиграфія, геохронологія та кореляція нижньодокембрійських породних комплексів фундаменту Східно-Європейської платформи"*, 31.05—04.06, 2010. Київ. С. 245—248.]
- Shcherbak, D.N., Ponomarenko, A.N. and Makarenko, I.D. (1995), *Geochemistry and ore formation*, No. 21, Kyiv, pp. 74-89 [in Russian].
- [Щербак, Д.Н., Пономаренко, А.Н., Макаренко, И.Д. (1995), *Геохимия и рудообразование*. № 21. С. 74—89.]
- Shcherbakov, I.B. (2005), *Petrology of the Ukrainian Shield*, ZUKTs, Lvov, 364 p. [in Russian].
- [Щербаков, И.Б. (2005), *Петрология Украинского щита*. Львов: ЗУКЦ. 364 с.]

Received 27.06.2024

I.M. Skopychenko, PhD (Geology)

E-mail: i.skopychenko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0333-2698>State Institution "Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine"
34-b, Vernadsky Boulev., Kyiv, Ukraine, 03142

MANIFESTATIONS OF MODERN FLUID DYNAMICS OF THE KORSUN-NOVOMYRHOROD PLUTON WITHIN THE LIMITS OF THE SIVACH QUARRY

The question of modern gas emanations was left out of the attention of previous studies of the Ukrainian Shield. In order to determine the current fluidodynamic situation, a study was conducted in the areas where the rooting of the pink granites of the Korsun-Novomyrhorod pluton into the Rapakivi granites within the Sivach quarry was recorded. In the Sivach quarry, a study of the gas composition in the rocks exposed by the workings and in water was conducted for the first time. The peculiarity of the result is the establishment of close gas parameters in the exhausted Zhytomyr pit, that is, it is possible to consider the similarity of the gas state of the northwestern and central parts of the shield. The indicator of i-butanenes is the most characteristic of the USh gas mixture. During the field work, for the second time, after 1984, the presence of pink granite outcrops and pegmatite veins of the Korsun-Novomyrhorod pluton, breaking through the rapakivi granites in this quarry, was established. Quarry waters can act as a screen for gases migrating through densified areas of the Ukrainian Shield, and partially absorb them and transfer them to adjacent areas. Similar processes of redistribution of gases in the lithosphere at different depths have been established in the sedimentary and sedimentary-volcanogenic strata of the Dnipro-Donetsk depression and in the coal-bearing massifs of the Donetsk basin, which was reflected in previous works.

Keywords: Ingul megablock, Korsun-Novomyrhorod pluton, rapakivi granites, pegmatites, modern fluid dynamics of the Ukrainian Shield, gas mixtures of granite quarries.