

Пегматити Мокромосковського гранітного масиву

Юлія Литвиненко

аспірантка,

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна,

e-mail: ulitvi@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-7937-0164>

Мокромосковський масив складений світло-сірими гранітами та темно-сірими гранодіоритами. Світло-сірі граніти складені олігоклазом (35-40%), мікрокліном (20-25%), кварцом (30-35%) та біотитом (2-5%). Темно-сірі гранодіорити містять олігоклаз (40-55%), мікроклін (18-20%), кварц (25%) та біотит (5-7%). Світло-сірі граніти на окремих ділянках мікроклінізовані та набули рожевого кольору в результаті дії постмагматичних метасоматичних процесів. В приконтативних зонах Мокромосковського масиву зустрінуті мусковітові граніти, в яких міститься мусковіт в кількості від 1 до 15%. Ці породи мають такий мінеральний склад: олігоклаз (35-40%), мікроклін (20-25%), кварцом (30-35%), мусковіт (1-15%) та біотитом (0-4%). На підставі геологічних маршрутів та опису шліфів, в межах Мокромосковського гранітного масиву, виділені два типу пегматитових жил – біотитові та мусковітові. Мусковітові пегматити зустрічаються в південному, південно-східному та південно-західному ендоконтактах Мокромосковського масиву. Біотитові пегматити зустрінуті в центральній частині масиву. В південному та південно-західному екзоконтактах пегматитові жили зустрінуті у вмісних породах та утворюють Мокромосковське пегматитове поле. Біотитові пегматити складаються з біотиту, мікрокліну, кварцу та олігоклазу. Мусковітові містять мусковіт, мікроклін, кварц, олігоклаз, альбіт. Виявлені зональні та азональні пегматитові жили, азональні січуть зональні жили. Біотитові пегматити мають таку зональність: зовнішня зона крупнозерниста біотит-мікроклін-кварц-олігоклазова, проміжна зона – письмова кварц-мікроклін-олігоклазова, внутрішня зона – кварцова. Зовнішня зона іноді збагачена біотитом, проміжна зона не завжди має письмову структуру. Внутрішня кварцова зона в деяких зональних жилах відсутня. Мусковітові зональні пегматити складаються з зовнішньої мусковіт-кварц-мікроклінової крупнозернистої зони, проміжної кварц-мікроклінової письмової зони та центральної мікроклін-кварцової або кварцової зони. Іноді мусковітові пегматити містять альбіт та до 30% мусковіту. В мусковітових пегматитових жилах Мокромосковського пегматитового поля виявлені підвищені вмісти танталу, ніобію, літію, берилію, рубідію, цезію, іноді – рідкісноземельних металів.

Ключові слова: Запорізька область, Мокромосковський гранітний масив, пегматит, пегматитова жила, граніт.

Як цитувати: Литвиненко Юлія (2025). Пегматити Мокромосковського гранітного масиву. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», (62), 59-71. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-04>

In cites: Lytvynenko Yuliia (2025). Pegmatites of the Mokromoskovsk granite pluton. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology, (62), 59-71. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-04> [in Ukrainian]

Вступ. Мокромосковський масив – це великий масив, площею більше 1000 км², західний контакт якого розташований на східній околиці м. Запоріжжя. Масив витягнутий з півночі на південь і має форму наближену до трикутника, широка сторона трикутника розташована з півночі, вузька – з півдня. Мокромосковський масив знаходиться в межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита. Мокромосковський масив містить численні пегматитові жили, також пегматитові жили спостерігаються у вмісних породах. Зустрінуті два типи пегматитів: біотитові та мусковітові пегматитові жили.

Мокромосковський масив віднесений до окремого Мокромосковського комплексу в 1973 р. Орсою В.І. [1], до цього масив належав до житомирського комплексу. Масив має всі ознаки магматичного походження: активні контакти, витриманість мінералогічного та хімічного складу на великій площі [2]. В радянські часи з різним ступенем детальності мокромосковські граніти вивчали Н.П. Семененко [3], О.О. Ткачов [4], І.С. Усенко [5], В.І. Орса [2, 6], Б.З. Берзенин та В. М. Кичурчак [7]. В цих роботах охарактеризовані мінеральний склад, петрологія та геохімія гранітів

Мокромосковського масиву, пегматити не розглянуті.

В 1981 р. вийшла стаття Берзенина Б. З., Боброва А. Б. та Кичурчака В. М., в якій вони визначали температури утворення рідкометальних пегматитів Середнього Придніпров'я за гомогенізацією розплавних включень. Температури кристалізації пегматитів, отримані авторами, складають 540-620°C. Автори в статті доходять висновку, що пегматити мають первинно-магматогенне походження [9]. За сучасними уявленнями [10] мусковітові пегматити мають температури кристалізації 675 ± 50 °C, мусковіт-рідкіснометалеві 535 ± 25 °C, рідкісноземельні елемент: $\sim 525 \pm 20$ °C.

В 2004 р. закінчено геологічне довивчення площі листа аркуша L-36-VI(Запоріжжя), L-37-I (Пологи), відповідальний виконавець А.А. Петренко. В пояснювальній записці описані пегматитові жили. Мінеральний склад та зональність пегматитових жил не розглянуті [11].

В 2007 видана Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. аркушів М-36-XXXVI (Дніпропетровськ) [12].

В 2006-2008 р.р. вийшла низка статей за авторством Ісакова, Сукача, Боброва, в яких деталь-

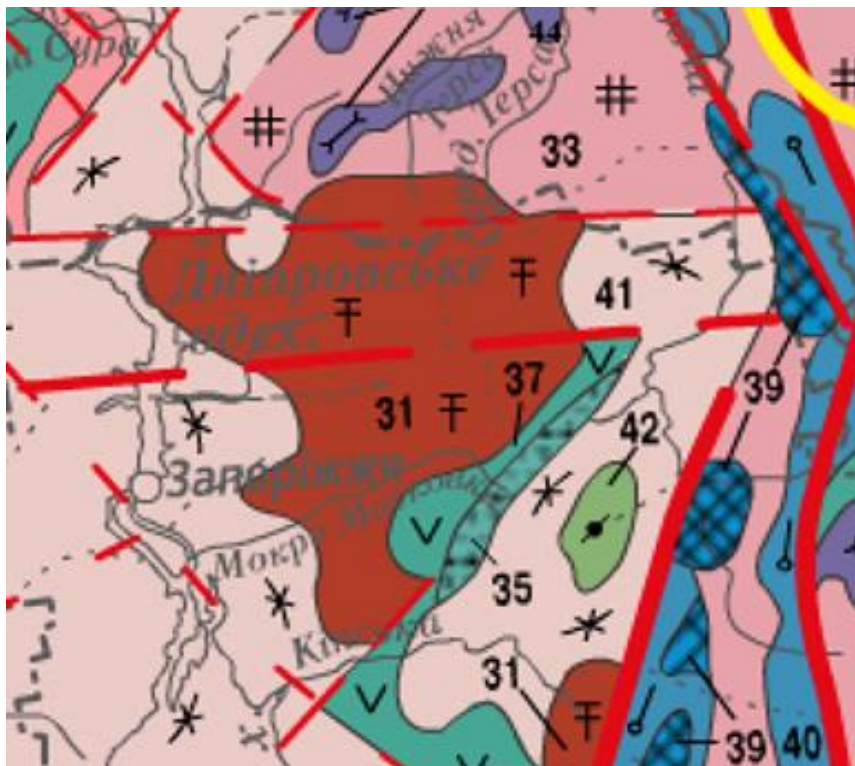


Рис. 1. Геологічна карта Мокромосковського масиву та його оточення [8]:

31 – двопольовошпатові граніти мокромосковського комплексу; 33 – граніти й мігматити, плагіограніти, ендербіт-чарнокітоїди токмацького й шевченківського комплексу; 35 – Метасісковики, метаалевроліти, метаконгломерати, залізисті кварцити (білозірська серія); 37 – Коматііти, меттолеїти, метаріоліти, сланці (кінська серія, осипенківська серія, косівцівська товща), гарцбургіти, дуніти, піроксеніти (варварівський, верхівцевський комплекси); 39 – Мармури, кальфіфіри, скарноїди, гнейси, залізисті кварцити (хашувато-завалівська та дем'янівська світи, бузька й центральноприазовська серії); 40 – Високоглиноземисті й графітові гнейси та сланці (олександрівська і темрюцька світи); 42 – Амфіболові гнейси, амфіболіти, залізисті кварцити (аульська серія); 44 – Гнейси гранат-біотитові, графіт-біотитові, гнейси й кристалосланці гіперстенові й піроксен-амфіболові (дністровсько-бузька, західноприазовська серії, славгородська товща) /

Fig. 1. Geological map of the Mokromoskovsk pluton and its surroundings [8]:

31 – difeldspar granites of the Mokromoskovsk complex; 33 – granites and migmatites, plagiogranites, enderbite-charnochitoids; 35 – Metasandstones, metasiltstones, metaconglomerates, ferruginous quartzites; 37 – Komatiites, mettleites, metaryolites, shales, harzburgites, dunites, pyroxenites; 39 – Marbles, calphyphyres, skarnoids, gneisses, ferruginous quartzites; 40 – High-alumina and graphite gneisses and schists; 42 – Amphibole gneisses, amphibolites, ferruginous quartzites; 44 – Garnet-biotite, graphite-biotite gneisses, hypersthene and pyroxene-amphibole gneisses and crystal schists

но розглянуті мусковітові пегматити південно-східного ендоконтакту та екзоконтакту. В цих статтях детально розглянута мінералогія мусковітових пегматитів, зональність та рудоносність [13, 14, 15].

Для цирконів типового сірого граніту Мокромосковського масиву визначено вік 2827 ± 7 млн років [16], в інших джерелах 2835 млн. років [17, 18] Вік мокромосковського граніту за монацитом становить 2700 ± 8 млн років [19].

Біотитові пегматити центральної частини Мокромосковського масиву поверхнево охарактеризовані в пояснювальних записках до геологічних карт масштабу 1:200 000 [11, 12]. В цих роботах наведений мінеральний склад та геохімічна спеціалізація біотитових пегматитів, зональність

та розповсюдженість пегматитових жил не описана. Статті з детальним описом обох типів пегматитових жил, з порівнянням біотитових та мусковітових пегматитів відсутні.

В статті Берзеніна та Кичурчака [7] стверджується, що кількість пегматитових жил більша в центральній частині Мокромосковського масиву. В інших опублікованих джерелах [13, 14, 15] автори стверджують, що більшість пегматитових жил розташовані в приконтактних частинах масиву. Наявність та відсутність зональності в пегматитах, характер зональності, співвідношенні зональних та азоняльних жил слабо висвітлене в опублікованій літературі. Повна характеристика пегматитів, що пов'язані з Мокромосковським масивом, наводиться вперше.

В 2005 р. Петр Черні та Т. Скотт Ерсіт [20] опублікували нову класифікацію пегматитів, в якій запропоновано поділяти пегматити на абісальні, мусковітові, мусковіт-рідкіснометальні, рідкісноземельні та міаролові. Абісальні пегматити за цією класифікацією не мають зв'язку з інтрузіями.

В 2020 р. з'явилась стаття [21], в якій розглянуті швидкості росту кристалів в пегматиті на прикладі пегматиту Стюарта в південній Каліфорнії, США. Концентрації мікроелементів в кварці пегматитів значно відхиляються від рівноважних. Це найкраще пояснюється кінетичними ефектами, пов'язаними зі швидким ростом кристалів. За результатами дослідження кристали метрового розміру в пегматитах могли утворитися протягом кількох днів.

В 2023 р. опублікована стаття [22], в якій досліджений Шанкеланський граніт-пегматитовий масив, відомий своєю внутрішньою зональністю та вольфрамовою мінералізацією, в Китайському Алтаї. Авторами встановлено, що в пегматитах є вторинний мусковіт, що з'явився в результаті грейзенізації та має високий вміст фтору та вольфраму.

В статі про пегматитові жили у батоліті Муфушань у Південному Китаї [23] також досліджений мусковіт з пегматиту. Автори доходять висновку, що просуваючись від пристінної зони до центральної зони в пегматитових жилах, мусковіт демонструє зростаюче збагачення несумісними елементами (літій, рубідій, цезій, тантал, манган та фтор), але збіднення титаном, цирконем, свинцем, що свідчить про тенденцію до диференціації.

В 2024 в статті китайських дослідників [24] вивчався генетичний зв'язок між материнським гранітом та зональним рідкіснометалевим пегматитом у граніт-пегматитовій системі Ренлі-Чуаньцзиюань у Південному Китаї. Автори доходять висновку, що мусковітовий монцограніт демонструє чітко визначені просторові та часові зв'язки з пегматитами рідкісних металів.

Методи. При написанні статті використані результати опису стінок 10 діючих та вироблених кар'єрів, розташованих в межах Мокромосковського масиву по р. Мокра Московка та Вільнянка, проведені автором. Спостереження проводились також в 6 геологічних маршрутах за межами кар'єрів. Також для статті були описані петрографічні шліфи (54 шт.), відібрані з гранітів та пегматитів Мокромосковського масиву. Для побудови карти фактичного матеріалу, схеми розташування різних типів пегматитів використаний програмний комплекс QGIS. Для отримання діаграм використана програма MS Excel. Хімічні аналізи гранітів (15 проб) та пегматитів (6 проб) виконані в науково-дослідному інституті хімії Харківсько-

го університету імені В.Н. Каразіна.

Результати. Мокромосковський масив здебільшого складений середньозернистими світло-сірими гранітами, серед яких зустрінуті дайки темно-сірого гранодіориту. Світло-сірі граніти на окремих ділянках мікроклінізовані та набули рожевого кольору в результаті дії постмагматичних метасоматичних процесів.

За описом шліфів встановлено, що світло-сірі граніти складені олігоклазом (35-40%), мікрокліном (20-25%), кварцом (30-35%) та біотитом (2-5%). Структура породи гіпідіоморнозерниста.

Темно-сірі гранодіорити містять: олігоклаз (40-55%), мікроклін (18-20%), кварц (25%) та біотит (5-7%). Структура – гіпідіоморнозерниста.

В рожевих гранітах збільшена кількість мікрокліну до 35% за рахунок олігоклазу, кількість якого зменшується до 25%, біотит заміщений хлоритом та зустрічаються зелені епідот-альбіт-цойтові жили.

Згідно TAS-діаграми світло-сірі породи Мокромосковського масиву відносяться до гранітів, один зразок з темно-сірих порід – до гранодіоритів.

За QAPF-діаграмою більшість порід Мокромосковського масиву попадають в поле гранітів, лише два зразки з темно-сірих гранітів потрапили в поле гранодіориту.

В приконтаткових зонах Мокромосковського масиву зустрінуті мусковітові граніти, в яких міститься мусковіт в кількості від 1 до 15%. Ці породи мають такий мінеральний склад: олігоклаз (35-40%), мікроклін (20-25%), кварц (30-35%), мусковіт (1-15%) та біотитом (0-4%).

Пегматитові жили зустрічаються в світло-сірих та рожевих гранітах, темно-сірих гранітах та мусковітових гранітах приконтаткових зон, а також утворюють велике поле в східному екзоконтаті масиву у вмісних породах (Мокромосковське пегматитове поле). Пегматитові жили, що зустрінуті серед рожевих гранітів, також мають рожевий та зеленкуватий колір.

Орієнтовані пегматитові жили хаотично, виділити переважаючі напрямки не вдається. Пегматитові жили часто мають вигнуту форму та розгалуження.

Пегматитові жили виділяються в рельєфі при вивітрюванні.

Пегматитові жили в центральній частині масиву серед сірих та рожевих біотитових гранітів містять біотит. В приконтаткових зонах масиву серед мусковітових гранітів зустрінуті мусковітові пегматити.

Хімічний аналіз проведений за зразками, відібраними з азональних пегматитів. За хімічним складом біотитові пегматити близькі до світло-сірих гранітів основної фази, пегматити містять меншу кількість CaO та більшу K₂O, що пов'язано з

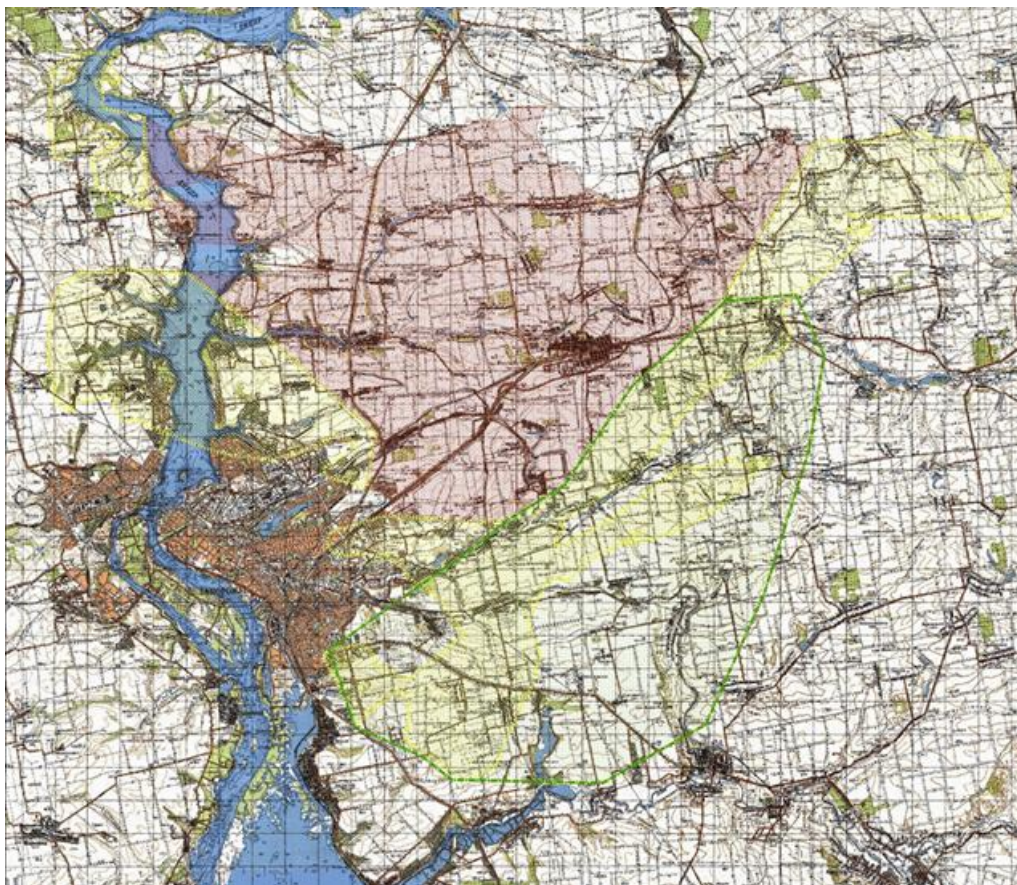


Рис. 2. Схема розташування різних типів пегматитів.

Червоним крапом показана зона розповсюдження біотитових пегматитів в межах масиву, жовтим крапом – мусковітових пегматитів в межах масиву, зеленим контуром – Мокромосковське пегматитове поле мусковітових пегматитів в ендо- та екзоконтакті масиву /

Fig. 2. Plan of the different pegmatites types location.

The red dot shows the distribution zone of biotite pegmatites within the massif, the yellow dot shows muscovite pegmatites within the massif, the green contour shows the Mokromoskovsk pegmatite field of muscovite pegmatites in the endo- and exocontact of the massif

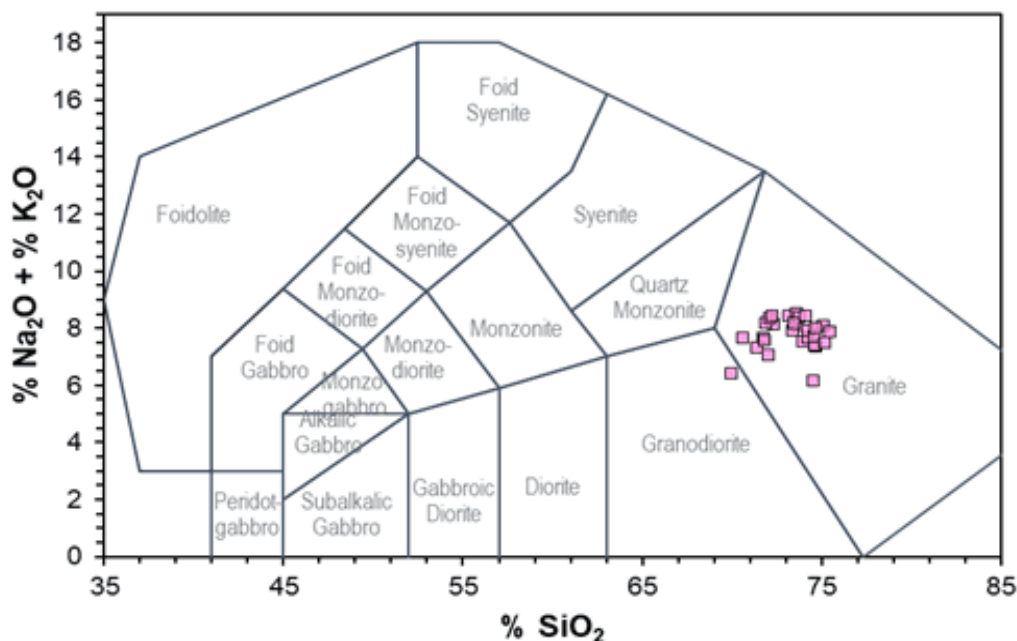


Рис. 3. TAS-діаграма [19] з результатами хімічного аналізу гранітів Мокромосковського масиву /

Fig. 3. TAS diagram [19] with the results of chemical analysis of Mokromoskovsk pluton granites

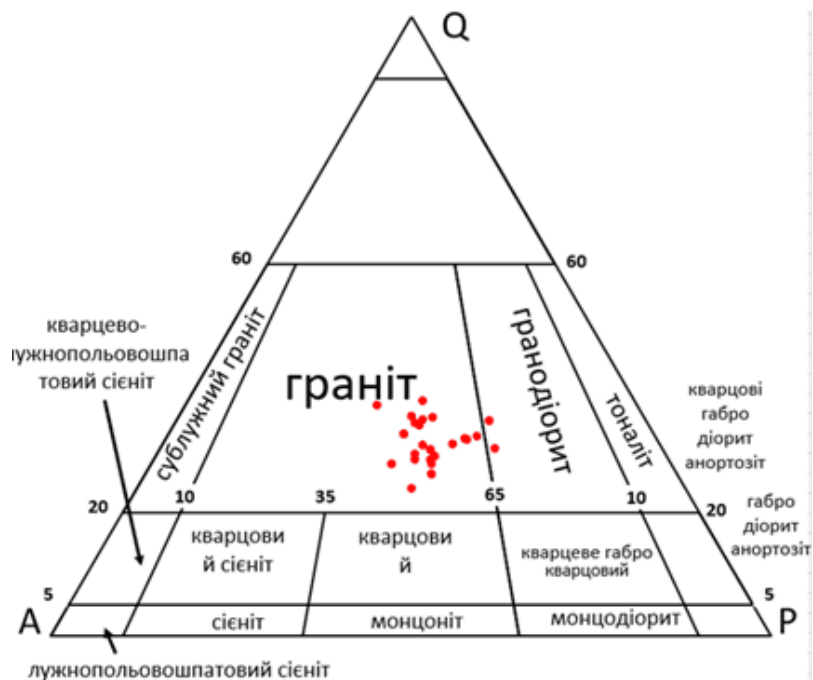


Рис. 4. QAPF-діаграма [27] з результатами петрографічного аналізу порід Мокромосковського масиву /
Fig. 4. QAPF diagram [19] with the results of petrographic analysis of Mokromoskovsk pluton rocks



Рис. 5. Пегматитова жила, проявлена в рельєфі в результаті вивітрювання у с. Георгієвське /
Fig. 5. Pegmatite vein, manifested in the relief as a result of weathering in the Georgiyevske village

Таблиця 1 / Table 1

Вмісту основних оксидів в породах Мокромосковського масиву /
The content of basic oxides in the rocks of the Mokromoskovsk pluton

Порода/Оксид	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Граніт біотитовий світло-сірий	68,28	15,94	0,18	1,60	0,65	0,77	4,65	3,42	4,38
Граніт біотитовий темно-сірий	64,10	18,28	0,25	2,78	1,23	0,69	4,49	3,55	4,55
Граніт мусковітовий	67,24	15,04	0,25	1,06	1,88	0,59	3,68	4,45	5,53
Пегматит біотитовий	66,76	16,12	0,38	1,47	1,74	0,58	3,50	3,84	5,35
Пегматит мусковітовий	65,74	15,20	0,53	0,98	1,88	0,44	2,77	4,47	6,75

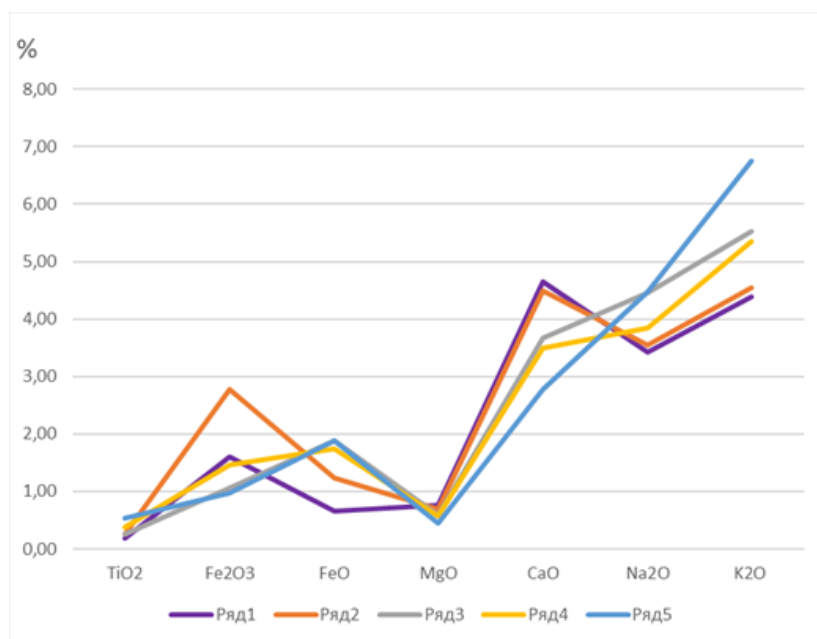


Рис. 6. Діаграма вмісту основних оксидів (окрім кремнезему та глинозему) в породах Мокромосковського масиву: ряд 1 – граніти біотитові світло-сірі, ряд 2 – гранодіорити біотитові темно-сірі, ряд 3 – граніти мусковитові, ряд 4 – пегматити біотитові, ряд 5 – пегматити мусковитові /

Fig. 6. Diagram of the content of major oxides (except silica and alumina) in rocks of the Mokromoskovsk pluton: row 1 – light gray biotite granites, row 2 – dark gray biotite granodiorites, row 3 – muscovite granites, row 4 – biotite pegmatites, row 5 – muscovite pegmatites

меншим вмістом в пегматитах олігоклазу та більшим мікрокліну в порівнянні з гранітами. В мусковитових пегматитах спостерігається менша кількість CaO, але кількість Na₂O більша, що пов'язано з наявністю альбіту в пегматиті. В мусковитовому пегматиті значно більша кількість K₂O в порівнянні зі світло-сірим гранітом, що пов'язано з появою мусковіту і більшою кількістю мікрокліну.

Мусковитові пегматити зустрічаються в південному, південно-східному та південно-західному ендоконтактах Мокромосковського масиву. В південному та південно-західному екзоконтактах пегматитові жили зустрінуті у вмісних породах та утворюють Мокромосковське пегматитове поле.

Біотитові пегматити. В центральній та північній частині Мокромосковського масиву виявлені біотитові пегматити. Біотит-кварц-мікроклін-олігоклазові пегматити представлені дрібними зональними та азональними жильними тілами потужністю до 10 м. Поширені біотитові пегматити в середині масиву на ділянках, складених біотитовими відмінами гранітів Мокромосковського масиву. В районі р. Вільнянка виявлений Вільнянський пегматитовий вузол.

В кар'єрі Новому Янцівському родовища зустрінуті зональні пегматитові жили. Зовнішня зона дрібнокристалічна складена біотитом (30%), кварцом (30%), мікрокліном (15%), олігоклазом (25%). Наступна зона – крупнозерниста, складена

мікрокліном (15%), олігоклазом (15%), кварцом (55%) та біотитом (5%). Внутрішня зона складається з кварцу і наявна не в кожній зональній жилі.

На рис. 8 спостерігається зовнішня дрібнозерниста багата біотитом зона та біотит-мікроклін-кварц-олігоклазова центральна зона.

У відслоненні біля с. Георгіївське зустрінута зональна пегматитова жила потужністю 5,2 м. Виділяються такі зони: зовнішня – крупнозерниста біотит-мікроклін-кварц-олігоклазова, наступна зона – письмова кварц-мікроклін-олігоклазова, внутрішня зона – кварцова.

Зустрічаються також азональні жили, що складаються з кварцу, польових шпатів та біотиту. Іноді біотит відсутній. Частіше крупні жили зональні, а дрібні – азональні. Але зустрічаються і невеликі зональні жили.

Азональні жили пересікають зональні, тобто азональні пегматити є більш молодими утвореннями.

У біотитових гранітах внутрішньої частини Мокромосковського масиву виявлено сильну позитивну геохімічну спеціалізацію на молибден, літій, хром; позитивну на вісмут, свинець, нікель, мідь, барій; негативну – на срібло, фосфор, марганець [16].

Мусковитові пегматити. Мусковитові та мусковит-біотитові пегматитові жили виявлені в ендоконтактах в західній і південній частині масиву, але найбільша кількість зустрінута в південно-



Рис. 7. Стінка кар'єра Кам'яний Янцівського родовища з вигнутими та розгалуженими пегматитовими жилами / Fig. 7. Kamyany quarry of the Yantsiv deposit with curved and branched pegmatite veins



Рис. 8. Зональна біотитовмісна пегматитова жила в стінці кар'єру Новий Янцівського родовища / Fig. 8. Zonal biotite-bearing pegmatite vein in the pit wall of the Novyi Yantsivskoye deposit

східному контакті, де виділене Мокромосковське пегматитове поле. Мокромосковське поле простягається з півночі на південь, в приконтактовій зоні Мокромосковського масиву та вмісних породах аульської, білозерської та конської серій, дніпропетровського комплексу (див. рис. 1) [28]. Пегматити в межах поля поширені досить нерівномірно, утворюють окремі скупчення – вузли. Виявлені чотири вузли пегматитів, пов'язані з Мокромосковським масивом: мусковіт-польовошпатовий - Веселий; інші три вузли умовно рідкіснометалевих та рідкіснометалевих мусковіт-польово-

шпатових пегматитів: Новостепнянський, Благо-віщенський та Приморський [15].

Мусковіт-кварц-мікроклінові, мусковіт-кварц-олігоклаз-мікроклінові та мусковіт-кварц-альбіт-мікроклінові пегматитові жили, які є головними складовими пегматитового поля, поширені в екзо- та ендоконтактових зонах масивів мусковітових та мусковіт-біотитових гранітів Мокромосковського масиву. Ці пегматити виявлено у великій кількості відслонень по р. Мокра Московка, їх розкрито низкою свердловин під час геолого-зйомочних робіт [15].



Рис. 9. Кварцова центральна зона зонального пегматиту у вивітрілій пегматитовій жилі у с. Георгієвське / Fig. 9. Quartz central zone of zonal pegmatite in a weathered pegmatite vein in Georgiyevske village



Рис. 10. Азональна біотитвмісна пегматитова жила в Основному кар'єрі Янцівського родовища в с. Кам'яне / Fig. 10. Azonal biotite-bearing pegmatite vein in the Main quarry of the Yantsiv deposit in Kam'yane village

У скельному відслоненні по р. Мокра Московка зустрінуті пегматитові жили потужністю до 2 м зональної будови. В цих жилах присутні три зони: зовнішня мусковіт-кварц-мікроклінова крупнозерниста зона, кварц-мікроклінова письмова зона та центральна мікроклін-кварцова блокова зона. Дрібні пегматитові жили в цьому ж відслоненні азональні [12].

Нижче за течією по р. Мокра Московка зустрінуті дрібні (20-30 см) зональні пегматитові жили. В них зовнішня зона мусковіт-кварц-олігоклаз-мікроклінова та внутрішня зона кварцова.

Зона блокового кварцу займає до 50% об'єму пегматитових жил. Вміст мусковіту в мусковіт-кварц-мікрокліновій зоні досягає 30%.

У районі с. Веселівське у відслоненні серед двослюдяних гранітів зустрінуті численні пегматитові жили та гнізда. Потужність жил досягає 2-3 м, протяжність – десятки метрів. Пегматитові жили азональні, складені крупними та гігантськими зернами кварцу, мусковіту та польових шпатів. Розмір лусок мусковіту - 5×5 см. Середній вміст мусковіту сягає 15-30% [14].

Пегматити з більшим різноманіттям мінера-



Рис. 11. Зональна мусковітвмісна пегматитова жила у відслоненні
по р. Мокра Московка у с. Наталіївка /

Fig. 11. Zonal muscovite-bearing pegmatite vein in the outcrop along the Mokra Moskovka River in Nataliivka village



Рис. 12. Азональна мусковітвмісна пегматитова жила у відслоненні біля с. Веселівське /
Fig. 12. Azonal muscovite-bearing pegmatite vein in an outcrop near Veselivske village

льного складу зустрінуті південніше в ендо- та екзоконтакті масиву. Пегматитові жили складаються з мусковіту, кварцу, олігоклазу, альбіту та мікрокліну. В цих пегматитах зафіксований підвищений вміст танталу, ніобію, літію, рубідію та цезію. Високий вміст танталу зустрінутий в дрібних пегматитових жилах південно-східного ендоконтакту Мокромосковського масиву – 0,005 %, в асоціації з ніобієм – 0,009 %, з літієм – 0,065 %, рубідієм – 0,050 %, цезієм – 0,005 %. Вміст танталу 0,001% виявлено в пегматитових жилах, розкритих свердловинами № 3266, 3267, 3268.

Пегматити, які умовно можна зачислити до рідкіснометалевих, виявлені у свердловинах № 6, 10, 11, 12 (свердловини, пробурені під час ГГК-50) [12]. Описані породи формують три вузли рідкіснометалевих та рідкіснометалевих мусковітпольовошпатових пегматитів – Новостепнянський, Благовіщенський та Приморський [15].

Новостепнянський вузол. У свердловині №6 в інтервалі 166,9-170,5 м знайдено пегматитову жилу азональну, складену альбітом (35%); кварцом (31%); олігоклазом (20%); мусковітом (11%), зустрінутий гранат (до 3%). Колір породи

рожевий та зеленкуватий. Вміст ніобію в пегматиті становить 0,01–0,02 %, танталу – 0,001 %. Також зустрінуті підвищені вмісти берилію, літію, рубідію, цезію [13]. У свердловинах №18–21 описані численні жили пегматитів мусковіт-мікроклін-плагіоклазового складу потужністю 0,7–3,5 м. Наприклад, у св.№ 20 в інтервалі 216,6–219,8 м описаний пегматит рожевий, мікрокліновий, крупнозернистий, з великими лусками світлої та бурої слюди. Зустрінуті кристали мікрокліну розміром до 3 см. За даними спектрального аналізу, у них підвищений вміст ніобію та берилію [12].

Приморський вузол. Ця ділянка розташована в екзоконтакті гранітоїдів Хортицької серії, але за думкою низки дослідників [13, 14, 15] не належить до хортицької асоціації, а пов'язані з похованим Мокромосковським масивом. Кількість пегматитів в породі сягає 30%. Пегматити за мінеральним складом і геохімічними особливостями подібні до пегматитів Новостепняського вузла. Пегматити вузла являють собою світло-сірі, іноді з зеленкуватим відтінком різнозернисті та гігантозернисті породи. Жили азонаньні або зональні з погано вираженою зональністю, що включають апліто-пегматоїдну зону, кварц-мікроклінову, кварц-альбіт-мікроклінову, мікроклін-кварц-альбітову (з графічною структурою) зони. Пегматити мають такий мінеральний склад з (%): кварцу – 30, олігоклазу – 15, альбіту – 40, мусковіту – 10, гранату – 3–5. Вміст ніобію в пегматитових жилах складає 0,013–0,017 %, танталу – 0,001–0,002 %, сума рідкісноземельних металів – до 0,14 %, літію – 0,005–0,007 % [14].

Достатньо велика пегматитова жила (видима потужність – 47,0 м) розкрита свердловиною №11 в інтервалі 102,6–149,6 м. Пегматит має мусковіт-кварц-альбіт-мікроклін-плагіоклазовий склад, рожевий колір, гігантокристалічну структуру. У пегматитовій жилі, за даними польового опису, умовно можна виділити такі зони: зовнішня - графічна; наступна - пегматоїдного граніту, внутрішня складена гігантськими кристалами альбіту, кварцу і мікрокліну [12].

За даними спектрального аналізу, у пегматитах міститься, %: ніобію – 0,007–0,030; літію – 0,002–0,011; олова – 0,001–0,005; ітрію – 0,001–0,007; рідкісноземельних металів – 0,03–0,11 [14].

Благовіщенський вузол. Пегматитові жили виявлені серед кварц-серицит-хлоритових, кварц-хлоритових, кварц-біотит-хлоритових, іноді гранатовмісних, кварц-серицитових сланців, а також метапісковиків. Рідше трапляються (гранат)-біотит-амфіболові сланці, частіше в асоціації з магнетитовими сланцями і кварцитосланцями. Пегматити зустрінуті низкою картувальних свердловин та представлені жилами потужністю перші метри, вони азонаньні, мусковіт-кварц-альбітові,

дрібно-середньозернисті, місцями письмової структури. Під мікроскопом визначено кварц-мікроклінову альбітовмісну породу гіпідіоморфнозернистої структури і масивної текстури; мінеральний склад: мікроклін – 75 %, кварц – 20 %, альбіт – 5 %, мусковіт – поодинокі зерна. За даними спектрального аналізу, в пегматитах зафіксовано високий вміст ніобію, берилію та олова, тому цей вузол умовно можна віднести до рідкіснометалевого [14].

Таким чином, в межах Мокромосковського пегматитового поля серед гранітів і вмісних порід аульської, білозерської та конської серій, дніпропетровського комплексу зустрінуті пегматитові жили мусковіт-кварц-олігоклазові, мусковіт-кварц-мікроклін-олігоклазові. Пегматити Мокромосковського поля білі, рожевувато- й жовтуватозеленкуваті-сірі. Пегматити складаються з: олігоклазу та альбіту – 30–55%; мікрокліну – 15–40%; кварцу – 25–60%; мусковіту – 5–30%; акцесорні мінерали представлені колумбітом, титанітом, цирконом, гранатом, апатитом магнетитом, рідше монацитом і турмаліном. Спостерігаються зональні та азонаньні пегматитові жили. Зональні жили включають три зони: зовнішня зона пегматоїдного граніту мусковіт-кварц-мікроклінового складу; наступна зона письмового граніту; внутрішня зона блокового пегматиту кварц-мікроклінового складу. Зустрічаються також дрібні жили з чіткою зональністю [15].

В приконтаткових зонах масиву кількість пегматитових жил значно збільшена в порівнянні з центральною частиною, що спостерігається в численних кар'єрах по р. Мокра Московка та Вільнянка, а також було зафіксовано при проведенні ГГК-200.

В мусковітових пегматитових жилах Мокромосковського пегматитового поля виявлені підвищені вмісти танталу та ніобію [4]. В пегматитових жилах південно-східного ендоконтакту Мокромосковського масиву зустрінутий найвищий вміст танталу – 0,005 %, ніобію – 0,009 %, з літію – 0,065 %, цезію – 0,005 %, рубідію – 0,050 % [14].

Висновки. Пегматитові жили зустрічаються повсюдно в межах Мокромосковського масиву, але в крайових частинах масиву зростає кількість пегматитових жил в порівнянні з центральною частиною. Пегматити, пов'язані з Мокромосковським масивом, також виявлені у вмісних породах аульської, білозерської та конської серій, дніпропетровського комплексу переважно в південно-східному екзоконтакті масиву. Зустрічаються біотитовмісні та мусковітовмісні пегматити. Тип жил залежить від складу гранітів, в яких вони зустрінуті: у біотитових гранітах зустрічаються біотитовмісні пегматити, в двослюдяних та мусковітових гранітах зустрічаються мусковітовмісні

пегматити. Біотитові пегматити зустрінуті майже виключно в середині масиву. Біотитвмісні пегматити складаються з біотиту, мікрокліну, кварцу та олігоклазу. Мусковітвмісні містять мусковіт, мікроклін, кварц, олігоклаз, альбіт.

В межах Мокромосковського масиву та в його екзоконтакті виявлені зональні та азональні пегматитові жили, азональні пересікають зональні жили. Мусковітові пегматити зустрінуті в приконтактних зонах масиву та у вмісних

породах, ці пегматити утворюють в східному ендоконтакті та екзоконтакті Мокромосковське пегматитове поле. Мокромосковське пегматитове поле об'єднує чотири вузли пегматитів: Веселий мусковіт-польовошпатових пегматитів, Благовіщенський, Новостепеннянський та Приморський рідкіснометалевих пегматитів. Для пегматитів Мокромосковського пегматитового поля характерні підвищені вмісти танталу, ніобію, літію, берилію, рубідію, цезію, іноді - рідкісноземельних металів.

Список використаних джерел

1. Орса, В. И. (1983). *Петрология гранито-гнейсового комплекса Среднего Приднепровья*. К., Наукова Думка.
2. Орса, В. И. (1988). *Гранитообразование в докембрии Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области*. К., Наукова Думка.
3. Семененко, Н. П. (1949). *Структура кристаллического массива Среднего Приднепровья*. АН УССР.
4. Ткачев, О.О. (1937). До петрології гранітів кристалічної смуги (профіль Мокромосковського батоліту). *Геологічний журнал*, 4 (1), 117-144.
5. Усенко, І.С., Орса, В.І., Хатунцева, А.Я., & Цуканов, В.О. (1973). Геосинклінальні гранітоїди Українського щита. *Геологічний журнал*, 33 (1), 3-13.
6. Щербаков, И. Б., Есипчук, К. Е., & Орса, В. И. (1984). *Гранитоидные формации Украинского щита*. К., Наукова думка.
7. Берзенин, Б.З., Кичурчак В.М. (1978). К петрологий Мокромосковского массива. *Геологический журнал*, 38 (5), 132-135.
8. Руденко, Л.Г. (Ред). (2007). *Національний атлас України. Картографія*.
9. Берзенин, Б. З., Бобров, А. Б., & Кичурчак, В. М. (1981). Физико-химические условия образования редкометалльных пегматитов Среднего Приднепровья. *Геохимия и рудообразование*, 9, 63-66.
10. McCaffrey, D.M., & Jowitt, S. M. (2023) The crystallization temperature of granitic pegmatites: The important relationship between undercooling and critical metal prospectivity. *Earth-Science Reviews*, 244, 11-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104541>.
11. Петренко, А.А., Шпильчак, В.О., & Некряч, А.І. (2004). Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші L-36-VI (Запоріжжя), L-37-I (Пологи). УкрДГРІ.
12. Шпильчак, В.О., Манюк, В.В., Сукач В.В., & Некряч, А.І. (2007). Державна геологічна карта України масштаб 1:200 000, аркуші: М-36-XXXVI (Дніпропетровськ). УкрДГРІ.
13. Ісаков, Л. В. (2006). Геолого-структурні особливості Середньопридніпровського мегаблоку і його перспективи на рідкіснометалеві пегматити. *Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету*, 16 (2), 73-79.
14. Ісаков, Л. В., & Бобров, О. Б. (2007). Пегматитові поля Середньопридніпровського пегматитового району та основні геологічні чинники їх формування. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*, (3), 35-45.
15. Ісаков, Л. В., Бестужев, О. М., Кузь, В. Д., & Шурко, М. М. (2008). Структурна позиція та внутрішня будова Мокромосковського пегматитового поля (Середньопридніпровський мегаблок). *Збірник наукових праць УкрДГРІ*, (1), 40-49.
16. Степанюк, Л.М., & Курило, С.І. (2019). *Геохімія двопольовошпатових гранітоїдів середнього Придніпров'я*. К., Наукова Думка.
17. Єсипчук, К. Ю., Бобров, О. Б., & Степанюк, Л. М. (2004). Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та пояснювальна записка). *УкрДГРІ*, 29.
18. Щербак, Н.П., Артеменко, Г.В., Лесная, И.М., & Пономаренко, А.Н. (2005). *Геохронология раннего докембрия Украинского щита*. К., Наукова думка.
19. Курило, С. І., Степанюк, Л. М., Бобров, О. Б. (2012). Уран-свинцевий ізотопний вік монациту із двослюдяного граніту Мокромосковського масиву. *Мінералогічний журнал*, 34 (1), 63-68.
20. Černý, P., & Ercit, T. S. (2005). The classification of granitic pegmatites revisited. *The Canadian Mineralogist*, 43. doi: <https://doi.org/10.2113/gscanmin.43.6.2005>
21. Phelps, P.R., Lee, C-T.A., & Morton, D.M. (2020) Episodes of fast crystal growth in pegmatites. *Nat Commun*, 11, 4986. doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18806-w>
22. Luo, Y., Shen, P., Cao, C., Feng, H., Li, C., Bai, Y., Suo, Q. (2023). From granite to highly evolved pegmatite: A case study of the Shangkelan rare-metal granite-pegmatite system (Altai, NW China). *Ore Geology Reviews*, 159, 105532. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105532>
23. Zheng, S., Su, J-H., Wang, J, Liu, S-J., & Zhao, X-F. (2025). Origin and evolution of granitic pegmatite rare metal deposits in the northern Mufushan batholith, South China: Insights from muscovite chemistry. *American Mineralogist*, 110 (3). doi: <https://doi.org/10.2138/am-2024-9636>

24. Xiong, Y-Q, Fan, Z-W., Yu, H-Y., Di, H., Cao, Y-H., Wen, C.H., & Jiang, S-Y. (2024). Genetic linkage between parent granite and zoned rare metal pegmatite in the Renli-Chuanziyuan granite-pegmatite system, South China. *GSA Bulletin*, 137 (3-4), 1607–1627. doi: <https://doi.org/10.1130/B37688.1>
25. Есипчук, К. Е., Орса, В.И., & Щербаков, И.Б. (1993). Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность: справочник. К., Наукова думка.
26. Щербаков И. Б. (2005). Петрологія Українського щита. ЗУКЦ.
27. Le Maitre (ed.). (2005). *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511535581>
28. Сукач, В.В., Ісаков, Л.В., Безвинний, В.П., Шпильчак, В.О. (2021). Пошуки родовищ рідкісних металів у Східноукраїнській пегматитовій області – важливий складник геологорозвідувальних робіт в Україні. *Мінеральні ресурси України*, (4), 6-15. doi: <https://doi.org/10.31996/mru.2021.4.6-15>

Pegmatites of the Mokromoskovsk granite pluton

Yuliia Lytvynenko

PhD student,

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ABSTRACT

Introduction. The Mokromoskovsky pluton is composed of light gray granites and dark gray granodiorites. Light gray granites are composed of oligoclase (35-40%), microcline (20-25%), quartz (30-35%), and biotite (2-5%). Dark gray granodiorites contain oligoclase (40-55%), microcline (18-20%), quartz (25%), and biotite (5-7%). Light gray granites are microclinized in some areas and have acquired a pink color as a result of post-magmatic metasomatic processes. Muscovite granites containing muscovite in an amount from 1 to 15% are found in the contact zones of the Mokromoskovsky pluton. These rocks have the following mineral composition: oligoclase (35-40%), microcline (20-25%), quartz (30-35%), muscovite (1-15%), and biotite (0-4%).

Materials and Methodology. The classification of pegmatite is based on field observation of pegmatite and description of 54 thin sections. The map was created with QGIS, and the diagram was created with MS Excel. Chemical analyses of granites (15 samples) and pegmatites (6 samples) were conducted at the Research Institute of Chemistry of V.N. Karazin Kharkiv University.

Main Results. Biotite-bearing pegmatites. Zonal pegmatite veins are composed of biotite (30%), quartz (30%), microcline (15%), oligoclase (25%). The next zone is coarse-grained, composed of microcline (15%), oligoclase (15%), quartz (55%) and biotite (5%). The inner zone is composed of quartz and is not present in every zonal vein. Sometimes zonal pegmatites contain a zone of written granite. Azonal pegmatites are composed of coarse grains of oligoclase, microcline, quartz, and biotite. Muscovite-bearing pegmatites. Zonal veins include three zones: an outer zone of pegmatoid granite of muscovite-quartz-microcline composition; a subsequent zone of written granite; an inner zone of blocky pegmatite of quartz-microcline composition. Azonal pegmatites are composed of coarse grains of oligoclase, albite, microcline, quartz, and muscovite. The muscovite content reaches 30%.

Conclusions. Two types of pegmatite veins have been identified - biotite-bearing and muscovite-bearing. Muscovite pegmatites occur in the southern, southeastern, and southwestern contact zone of the Mokromoskovsk pluton. Biotite pegmatites are encountered in the central part of the pluton. In the southern and southwestern contact zone, pegmatite veins are encountered in host rocks and form the Mokromoskovsky pegmatite field. Zonal and azonal pegmatite veins have been identified. Biotite-containing pegmatites consist of biotite, microcline, quartz, and oligoclase. Muscovite-containing ones contain muscovite, microcline, quartz, oligoclase, albite. Zonal and azonal pegmatite veins have been discovered; azonal veins intersect zonal veins. In the muscovite pegmatite veins of the Mokromoskovsky pegmatite field, high contents of tantalum, niobium, lithium, beryllium, rubidium, cesium, and sometimes rare earth metals have been discovered.

Keywords: Zaporizhia region, Mokromoskovsky granite pluton, pegmatite, pegmatite vein, granite.

References

1. Orsa, V. I. (1973). *Petrology of the granite-gneiss complex of the Middle Dnieper*. K., Naukova dumka.
2. Orsa, V. I. (1988). *Granite formation in the Precambrian of the Middle Dnieper granite-greenstone region*. K., Naukova Dumka.
3. Semenenko, N. P. (1949) *Structure of the crystalline massif of the Middle Dnieper*. Publishing House of the Science Academy of the USSR.
4. Tkachev, O. O. (1937). *The petrology of granites of the crystalline belt (section of the Mokromoskovsk batholith)*. *Geological magazine*, 4 (1), 117-144. [in Ukrainian]
5. Usenko, I. S., Orsa, V. I., Khatuntseva, A. Y., & Tsukanov, V. O. (1973). *Geosynclinal granitoids of the Ukrainian shield*. *Geological journal*, 33 (1), 3-13. [in Ukrainian]

6. Shcherbakov, I. B., Esypchuk, K.E., & Orsa, V. I. (1984). *Granitoid formations of the Ukrainian shield*. K., Naukova dumka.
7. Berzenin, B.Z., & Kychurchak, V.M. (1978). *Petrology of the Mokrososk massif*. Geological journal, 38 (5), 132-135.
8. Rudenko, L.G. (ed.) (2007). *National Atlas of Ukraine, Kartohrafiia*. [in Ukrainian]
9. Berzenin B.Z., Bobrov, A. B., & Kychurchak, V. M. (1981) *Physico-chemical conditions of the formation of rare-metal pegmatites of the Middle Dnieper region*. Geochemistry and ore formation, 9, 63-66.
10. McCaffrey D. M., Jowitt, S. M. (2023). *The crystallization temperature of granitic pegmatites: The important relationship between undercooling and critical metal prospectivity*. Earth-Science Reviews, 244. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104541>
11. Petrenko, A.A., Shpilchak, V.O., & Nekryach, A.I. (2004). *State Geological Map of Ukraine, scale 1:200,000, sheets L-36-VI (Zaporizhzhia), L-37-I (Pologi)*. UkrDGRI. [in Ukrainian]
12. Shpilchak, V.O., Manyuk, V.V., Sukach V.V., & Nekryach, A.I. (2007). *State Geological Map of Ukraine, scale 1:200,000, sheet: M-36-XXXVI (Dnipropetrovsk)*, UkrDGRI. [in Ukrainian]
13. Isakov, L. V. (2006). *Geological and structural features of the Middle Dnieper megablock and its prospects for rare-metal pegmatites*. Geological-minerological Bulletin of the Kryvyi Rih National University, 16 (2), 73–79. [in Ukrainian]
14. Isakov, L. V., & Bobrov, O. B. (2007). *Pegmatite fields of the Middle Dnieper pegmatite region and the main geological factors of their formation*. //Collection of scientific papers of the UkrDGRI, (3), 35–45. [in Ukrainian]
15. Isakov, L. V., Bestuzhev, O. M., Kuz, V. D., & Shurko, M. M. (2008). *Structural position and structure of the Mokromoskovsk pegmatite field (Middle Dnieper megablock)*. Collection of scientific papers of the UkrDGRI, (1), 40–49. [in Ukrainian]
16. Stepanyuk, L.M., & Kurylo, S.I. (2019). *Geochemistry of difeldspar granitoids of the middle Dnieper region*. K., Naukova Dumka. [in Ukrainian]
17. Esypchuk, K. Y., Bobrov, O. B., & Stepaniuk, L. M. (2004). *Correlational chronostratigraphic scheme of the early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note)*. UkrDGRI, 29. [in Ukrainian]
18. Shcherbak N.P., Artemenko G.V., Lesnaya I.M., & Ponomarenko A.N. (2005). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield*. K., Naukova Dumka.
19. Kurilo, S. I., Stepaniuk, L. M., Bobrov, O. B. (2012). *Uranium-lead isotopic age of monazite from two-mica granite of the Mokromoskovsk massif*. Mineralogical Journal, 34 (1), 63–68. [in Ukrainian]
20. Černý, P., & Ercit, T. S. (2005). *The classification of granitic pegmatites revisited*. The Canadian Mineralogist, 43. doi: <https://doi.org/10.2113/gscanmin.43.6.2005>
21. Phelps, P.R., Lee, C-T.A., & Morton, D.M. (2020). *Episodes of fast crystal growth in pegmatites*. Nat Commun, 11, 4986. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18806-w>
22. Luo, Y., Shen, P., Cao, C., Feng, H., Li, C., Bai, Y., Suo, Q. (2023). *From granite to highly evolved pegmatite: A case study of the Shangkelan rare-metal granite–pegmatite system (Altai, NW China)*. Ore Geology Reviews, 159, 105532. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105532>
23. Zheng, S., Su, J-H., Wang, J, Liu, S-J., & Zhao, X-F. (2025). *Origin and evolution of granitic pegmatite rare metal deposits in the northern Mufushan batholith, South China: Insights from muscovite chemistry*. American Mineralogist, 110 (3). doi: <https://doi.org/10.2138/am-2024-9636>
24. Xiong, Y-Q, Fan, Z-W., Yu, H-Y., Di, H., Cao, Y-H., Wen, C.H., & Jiang, S-Y. (2024). *Genetic linkage between parent granite and zoned rare metal pegmatite in the Renli-Chuanziyuan granite-pegmatite system, South China*. GSA Bulletin, 137 (3-4), 1607–1627. doi: <https://doi.org/10.1130/B37688.1>
25. Esipchuk, K. E., Orsa, V.I., & Shcherbakov, I.B. (1993) *Granitoids of the Ukrainian Shield. Petrochemistry, geochemistry, ore-bearing: a reference book*. K., Naukova dumka.
26. Shcherbakov, I. B. (2005). *Petrology of the Ukrainian Shield*. Lviv: ZUKC. [in Ukrainian]
27. Le Maitre (ed.) (2005). *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511535581>
28. Sukach, V.V., Isakov, L. V., Bezvinny, V. P., & Shpilchak, V. O. (2021). *Search for rare metal deposits in the East Ukrainian pegmatite region is an important component of geological exploration work in Ukraine*. Mineral resources of Ukraine, (4), 6-15. <https://doi.org/10.31996/mru.2021.4.6-15>. [in Ukrainian]

Received 12 March 2025

Accepted 30 April 2025